



## ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΑΝΟΙΚΤΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

### Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

#### Διπλωματική Εργασία

«Σχεδιασμός, Προγραμματισμός και Παρακολούθηση  
Τεχνικού Έργου Προσאיγιάλωσης Υποβρυχίου Καλωδίου  
Οπτικών Ινών (Παράκτια Εγκατάσταση από Φρεάτιο  
Παραλίας έως 20μ βάθος νερού)»

«Παναγιώτα Καλπινου»

Επιβλέπων καθηγητής: «Αθανάσιος Χασιακός»

Πάτρα, Σεπτέμβριος 2024

Η παρούσα εργασία αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία του/της φοιτητή/φοιτήτριας («συγγραφέας/δημιουργός») που την εκπόνησε. Στο πλαίσιο της πολιτικής ανοικτής πρόσβασης ο συγγραφέας/δημιουργός εκχωρεί στο ΕΑΠ, μη αποκλειστική άδεια χρήσης του δικαιώματος αναπαραγωγής, προσαρμογής, δημόσιου δανεισμού, παρουσίασης στο κοινό και ψηφιακής διάχυσής τους διεθνώς, σε ηλεκτρονική μορφή και σε οποιοδήποτε μέσο, για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, άνευ ανταλλάγματος και για όλο το χρόνο διάρκειας των δικαιωμάτων πνευματικής ιδιοκτησίας. Η ανοικτή πρόσβαση στο πλήρες κείμενο για μελέτη και ανάγνωση δεν σημαίνει καθ' οιονδήποτε τρόπο παραχώρηση δικαιωμάτων διανοητικής ιδιοκτησίας του συγγραφέα/δημιουργού ούτε επιτρέπει την αναπαραγωγή, αναδημοσίευση, αντιγραφή, αποθήκευση, πώληση, εμπορική χρήση, μετάδοση, διανομή, έκδοση, εκτέλεση, «μεταφόρτωση» (downloading), «ανάρτηση» (uploading), μετάφραση, τροποποίηση με οποιονδήποτε τρόπο, τμηματικά ή περιληπτικά της εργασίας, χωρίς τη ρητή προηγούμενη έγγραφη συναίνεση του συγγραφέα/δημιουργού. Ο συγγραφέας/δημιουργός διατηρεί το σύνολο των ηθικών και περιουσιακών του δικαιωμάτων.



«Σχεδιασμός, Προγραμματισμός και Παρακολούθηση  
Τεχνικού Έργου Προσאיγιάλωσης Υποβρυχίου Καλωδίου  
Οπτικών Ινών (Παράκτια Εγκατάσταση από Φρεάτιο  
Παραλίας έως 20μ βάθος νερού)»

«Παναγιώτα Καλπίνου»

Επιτροπή Επίβλεψης Διπλωματικής Εργασίας

Επιβλέπων Καθηγητής:

Αθανάσιος Χασιακός

Πάτρα, Σεπτέμβριος 2024

*Με την ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας, αισθάνομαι την ανάγκη και την υποχρέωση να εκφράσω σε αυτές τις λίγες γραμμές το θερμό μου ευχαριστώ στους ανθρώπους που μου προσέφεραν σε όλη αυτή τη διαδρομή όχι μόνο την πολύτιμη γνώση τους αλλά κυρίως τη σωστή καθοδήγηση και αμέριστη βοήθεια/ συνεργασία για την ολοκλήρωσή της. Αυτοί δεν είναι άλλοι από τον εξαιρετικό Επιβλέπων Καθηγητή Κο. Αθανάσιο Χασιακό, τον κο. Παναγιώτη Τσίκα και την οικογένειά μου. Αφιερώνω λοιπόν την παρούσα εργασία σε όλους τους παραπάνω, χωρίς τη βοήθεια και την υποστήριξη αυτών δε θα ήταν εφικτή.*

## Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εμβαθύνει στην παρουσίαση των πρακτικών διαχείρισης έργου εγκατάστασης υποβρυχίων καλωδίων οπτικών ινών με ιδιαίτερη έμφαση στο παράκτιο τμήμα ήτοι από το φρεάτιο παραλίας έως τα 20μ βάθος νερού (προσαιγιάλωση).

Ο πρωταρχικός στόχος αυτής της διατριβής είναι η βελτίωση των πρακτικών διαχείρισης έργων στον τομέα της υποβρύχιας εγκατάστασης καλωδίων οπτικών ινών συμπεριλαμβανομένων των στρατηγικών στόχων, των τεχνικών περιπλοκών και των επιχειρησιακών προκλήσεων που υπάρχουν στην κατασκευή και υλοποίηση αυτών των υποθαλάσσιων καλωδιακών συστημάτων.

Επικεντρώνεται στην περιγραφή σχεδιασμού και κατασκευής των συστημάτων, στην ανάλυση της διαδικασίας παρακολούθησης του έργου από την έναρξη της σύμβασης έως την παράδοση στον πελάτη και στην παροχή πρακτικών συστάσεων για τη διαχείριση παρόμοιων έργων.

Μέσα από μια ολοκληρωμένη εξέταση μεθοδολογιών διαχείρισης έργων, οικονομικών εκτιμήσεων και τεχνολογικών προόδων, αυτή η έρευνα επιδιώκει να αποσαφηνίσει τους βασικούς παράγοντες που οδηγούν την επιτυχία και τον αντίκτυπο αυτών των πρωτοβουλιών.

Η εφαρμογή των εν λόγω πρακτικών διαχείρισης συνοψίζεται στο υποβρύχιο καλωδιακό σύστημα BLUE που χρησιμοποιείται ως “case study”.

Αντλώντας διδάγματα από αυτές τις προσπάθειες, αυτή η έρευνα συμβάλλει στο σύνολο των γνώσεων στη διαχείριση έργων, την οικονομική διαχείριση και την τεχνολογική καινοτομία στον κλάδο των τηλεπικοινωνιών. Τελικά, αυτή η διατριβή στοχεύει να παράσχει γνώσεις και συστάσεις που θα ενημερώσουν τις

μελλοντικές προσπάθειες στην παγκόσμια ανάπτυξη και διαχείριση υποδομής υποθαλάσσιων καλωδίων.

### **Λέξεις-κλειδιά**

Υποβρύχια Καλώδια Οπτικών Ινών, Διαχείριση Έργων, Διαχείριση Χρόνου, Χρηματοοικονομικός Σχεδιασμός, Τηλεπικοινωνιακές Υποδομές, Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις, Βιωσιμότητα, Μετριάσμός Κινδύνων, Κερδοφορία, Μελλοντική Έρευνα.

**" Σχεδιασμός, Προγραμματισμός και Παρακολούθηση  
Τεχνικού Έργου Προσαιγιάλωσης Υποβρυχίου Καλωδίου  
Οπτικών Ινών (Παράκτια Εγκατάσταση από Φρεάτιο  
Παραλίας έως 20μ βάθος νερού)"**

**«Παναγιώτα Καλπίνου»**

## **Abstract**

The present thesis delves into the presentation of project management practices for the installation of submarine fiber optic cables, with particular emphasis on the coastal section, namely from the beach manhole to the 20m water depth (shore landing).

The primary objective of this dissertation is to improve project management practices in the field of submarine fiber optic cable installation, including strategic goals, technical complexities, and operational challenges present in the construction and implementation of these undersea cable systems.

It focuses on the design and construction description of the systems, the analysis of the project monitoring process from the start of the contract to delivery to the client, and providing practical recommendations for managing similar projects.

Through a comprehensive examination of project management methodologies, financial assessments, and technological advancements, this research seeks to clarify the key factors driving the success and impact of these initiatives.

The application of these management practices is summarized in the BLUE submarine cable system, which is used as a case study.

This research contributes to the body of knowledge in project management, financial management, and technological innovation in the telecommunications sector. Ultimately, this dissertation aims to provide insights and recommendations that will inform future efforts in the global development and management of submarine cable infrastructure.

### **Keywords**

Submarine Fiber Optic Cables, Project Management, Time Management, Financial Planning, Telecommunications Infrastructure, Environmental Impact, Sustainability, Risk Mitigation, Profitability, Future Research.



## Περιεχόμενα

Περίληψη.....	v
Abstract.....	vii
Περιεχόμενα.....	ix
Κατάλογος Εικόνων / Σχημάτων.....	xi
Κατάλογος Πινάκων .....	xii
Συνοτομογραφίες & Ακρωνύμια.....	xiii
Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή .....	1
1.1. Γενικά.....	1
1.2. Στόχοι της έρευνας .....	2
1.3. Σκοπός και στόχοι του έργου.....	4
1.4. Δομή.....	5
Κεφάλαιο 2. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση .....	9
2.1. Δομική ανάλυση των υποβρυχίων καλωδίων οπτικών ινών .....	9
2.2. Η Ιστορία της τεχνολογίας οπτικών ινών.....	10
2.3. Βασικές αρχές και τεχνολογίες στην προσαιγιάλωση υποβρυχίων καλωδίων .....	13
2.4.Επισκόπηση της εγκατάστασης υποβρυχίων καλωδίων οπτικών ινών .....	15
2.5. Διαχείριση Έργων στις Κατασκευές.....	17
2.6. Κοινές προκλήσεις που συναντώνται σε έργα υποβρύχιας εγκατάστασης καλωδίων.....	20
2.7. Βέλτιστες πρακτικές και μελέτες περιπτώσεων.....	22
Κεφάλαιο 3: Μεθοδολογία .....	25
3.1.Σχεδιασμός Έρευνας .....	25
3.2.Συλλογή Δεδομένων.....	28
3.3.Ανάλυση Δεδομένων .....	29
3.4.Μεθοδολογία Μελέτης Πεδίου (Desktop Study).....	31
3.5.Εννοιολογικό Διάγραμμα Μελέτης Πεδίου.....	34
3.6.Πρωτοτυπία και Καινοτομία Έρευνας .....	39
Κεφάλαιο 4: Αποτελέσματα .....	42

4.1.Περιγραφή Έργου .....	42
4.2.Αναλυτικό πεδίο εργασιών στις παράκτιες εγκαταστάσεις .....	50
4.3.Κατάρτιση Διαγράμματος Gantt του έργου στο Microsoft Project .....	64
4.4.Ανάλυση προϋπολογισμού έργου .....	72
Κεφάλαιο 5: Συμπεράσματα .....	87
5.1.Συμπεράσματα χρονικού προγραμματισμού έργου προσאיγιάλωσης υποβρυχίου καλωδίου οπτικών ινών .....	87
5.2.Συμπεράσματα οικονομικού προγραμματισμού έργου προσאיγιάλωσης υποβρυχίου καλωδίου οπτικών ινών .....	89
5.3.Γενικά Συμπεράσματα .....	92
5.4.Προτάσεις για μελλοντική έρευνα .....	94
Βιβλιογραφία .....	98

## Κατάλογος Εικόνων / Σχημάτων

Εικόνα 1. Διάγραμμα Ροής Μεθοδολογίας Μελέτης .....	38
Εικόνα 2. Χάρτης Έργου .....	42
Εικόνα 3. Προβολή καλωδίου OALC4 MDA .....	45
Εικόνα 4. Προβολή Google Earth του σημείου προσאיγιάλωσης.....	51
Εικόνα 5. ΒΜΗ Zoom .....	52
Εικόνα 6. Inshore Data .....	53
Εικόνα 7. Χάρτης Δεδομένων Πεδίου .....	58
Εικόνα 8. Διάγραμμα Gantt Τεχνικού Έργου Προσאיγιάλωσης Υποβρυχίου Καλωδίου Οπτικών Ινών Μέρος 1 .....	67
Εικόνα 9. Διάγραμμα Gantt Τεχνικού Έργου Προσאיγιάλωσης Υποβρυχίου Καλωδίου Οπτικών Ινών Μέρος 2 .....	68

## Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1. Παράμετροι έργου .....	43
Πίνακας 2. Κύρια χαρακτηριστικά καλωδίου OALC4 MDA .....	47
Πίνακας 3. A10.3 Απόσπασμα αναφοράς BAS (Rev0, PSR01 RPL).....	55
Πίνακας 4. Προδιαγραφές εγκατάστασης καλωδίου εξόδου για το έργο BLUE SCS .....	59
Πίνακας 5.Ανάλυση Μισθοδοσίας Εργαζομένων.....	72
Πίνακας 6. Εκτίμηση κόστους μεταφορικών για το προσωπικό .....	75
Πίνακας 7. Κόστος Μεταφορικών Εξοπλισμού.....	76
Πίνακας 8.Κόστος Εργασιών στην Τοποθεσία του Έργου.....	79
Πίνακας 9. Έξοδα που σχετίζονται με την υποστήριξη γραφείου και διάφορα ή απροσδόκητα έξοδα για το έργο .....	82

## **Συντομογραφίες & Ακρωνύμια**

ASN	Alcatel Submarine Network
BMH	Beach Man Hole
CSHP	Cable Ship Holding Position
DPR	Daily Progress Report
EOD	End of Duct
HWD	High Water Datum
LAT	Lowest Astronomical Tide
LWD	Low Water Datum
MOP	Method of Procedure
OOS	Out Of Service. In this document used commonly with Cable for Out of Service Cable
RPL	Route Point List
SLD	Straight Line Diagrams
SOW	Scope Of Work
SWL	Safe Working Load

## Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή

### 1.1. Γενικά

Η ανάπτυξη της τεχνολογίας των υποβρυχίων καλωδίων οπτικών ινών αποτέλεσε ακρογωνιαίό λίθο στην εξέλιξη των παγκόσμιων επικοινωνιών, μεταμορφώνοντας τον τρόπο μετάδοσης δεδομένων σε ωκεανούς και ηπείρους. Αυτή η ενότητα εξετάζει την ιστορία, τις εξελίξεις και τον καθοριστικό ρόλο αυτής της τεχνολογίας στις σύγχρονες τηλεπικοινωνίες.

Από το 1850, όταν τοποθετήθηκε το πρώτο υποβρύχιο τηλεγραφικό καλώδιο μεταξύ Ντόβερ και Καλαί, τα υποβρύχια καλώδια επικοινωνίας αποτελούν κρίσιμη υποδομή στους ωκεανούς του κόσμου. Αυτά τα καλώδια, που συχνά δεν είναι μεγαλύτερα από ένα λάστιχο κήπου, είναι κατασκευασμένα από υψηλής ποιότητας γυάλινες ίνες επενδυμένες με πλαστικό και σχηματίζουν ένα τεράστιο δίκτυο στο βυθό της θάλασσας. Αποτελούν τη ραχοκοκαλιά του Διαδικτύου, του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου, των μέσων κοινωνικής δικτύωσης, του τηλεφώνου και των τραπεζικών υπηρεσιών, που είναι απαραίτητες για τον συνδεδεμένο κόσμο μας (Davenport, 2015).

Τα υποθαλάσσια συστήματα καλωδίων οπτικών ινών μεταφέρουν πάνω από το 95% της διεθνούς επικοινωνιακής χωρητικότητας, ζωτικής σημασίας για τη μετάδοση των υπερωκεάνιων δικτύων. Η έλευση τεχνολογιών όπως το Space Division Multiplex (SDM) σηματοδοτεί την είσοδο σε μια νέα εποχή για αυτά τα συστήματα, αντιμετωπίζοντας τις αυξανόμενες απαιτήσεις για χωρητικότητα του συστήματος που οδηγούνται από την παγκόσμια ψηφιακή τεχνολογία και την ανάπτυξη του 5G και των IoT. Η χωρητικότητα των ινών ενός πυρήνα έχει πλησιάσει τα όρια της θεωρίας Shannon-Hartley, γεγονός που προτρέπει σε στροφή προς την τεχνολογία SDM στα υποβρύχια οπτικά συστήματα (Xu, Huang, Xu, Meng, Liu, Gu, & Brown, 2022).

Τα υποβρύχια καλώδια διαδραματίζουν αναπόσπαστο ρόλο στις παγκόσμιες τηλεπικοινωνίες. Ο Clark (2016) υπογράμμισε ότι σχεδόν όλη η κίνηση φωνής και

διαδικτύου, συμπεριλαμβανομένων κρίσιμων στρατιωτικών και οικονομικών μεταδόσεων, ταξιδεύουν μέσω αυτών των υποθαλάσσιων καλωδίων οπτικών ινών. Η ασφάλεια και η λειτουργικότητα αυτών των καλωδίων είναι υψίστης σημασίας, καθώς ακόμη και προσωρινές ζημιές μπορεί να έχουν σοβαρές συνέπειες (Clark, 2016).

Η γεωγραφική κατανομή του παγκόσμιου υποθαλάσσιου δικτύου καλωδίων οπτικών ινών αποτελεί αντικείμενο αυξανόμενου ενδιαφέροντος, ιδίως στο πλαίσιο της παροχής ταχύτερων συνδέσεων και της αντιμετώπισης της συγκέντρωσης σε κρίσιμες υποδομές επικοινωνιών. Οι Saunavaara και Salminen (2020) συζήτησαν τις προκλήσεις και τις πιθανές λύσεις που προσφέρονται από τα πρόσφατα έργα υποβρυχίων καλωδίων επικοινωνιών, όπως η αξιοποίηση του βυθού του Αρκτικού Ωκεανού για να προταθούν νέες διαδρομές και προσγειώσεις, συντομεύοντας έτσι τα καλώδια που μεταφέρουν ψηφιακές επικοινωνίες μεταξύ των ηπείρων (Saunavaara & Salminen, 2020).

Η ανάπτυξη της τεχνολογίας των υποβρυχίων καλωδίων οπτικών ινών αποτελεί απόδειξη της ανθρώπινης εφευρετικότητας για την υπέρβαση των γεωγραφικών εμποδίων στην παγκόσμια επικοινωνία. Οι τεχνολογικές εξελίξεις σε αυτόν τον τομέα όχι μόνο έφεραν επανάσταση στον τρόπο με τον οποίο συνδεόμαστε μεταξύ των ηπείρων, αλλά υπογραμμίζουν επίσης τη σημασία της διατήρησης και της προστασίας αυτής της κρίσιμης υποδομής για τη συνεχή παγκόσμια συνδεσιμότητα και την οικονομική ανάπτυξη.

## 1.2. Στόχοι της έρευνας

Οι στόχοι αυτής της έρευνας είναι οι εξής:

**Ολοκληρωμένη κατανόηση των έργων υποβρύχιας εγκατάστασης καλωδίων οπτικών ινών:** Ο πρωταρχικός στόχος είναι η απόκτηση λεπτομερούς κατανόησης των πτυχών σχεδιασμού και κατασκευής που εμπλέκονται σε έργα εγκατάστασης υποβρυχίων καλωδίων οπτικών ινών, ειδικά από το φρεάτιο της παραλίας (BMH) έως βάθος νερού 20 μέτρων.

**Ανάλυση της διαδικασίας παρακολούθησης του έργου:** Διερεύνηση της διαδικασίας παρακολούθησης του έργου από την ημερομηνία έναρξης ισχύος της σύμβασης έως την παράδοση στον Πελάτη. Αυτό περιλαμβάνει την αξιολόγηση των μηχανισμών παρακολούθησης και ελέγχου που χρησιμοποιούνται κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης.

**Συμβολή στην υλοποίηση τηλεπικοινωνιακών υποδομών:** Εξερεύνηση πώς τα ευρήματα αυτής της έρευνας μπορούν να συμβάλουν στην υλοποίηση τηλεπικοινωνιακών υποδομών παγκοσμίως. Η κατανόηση των περιπλοκών των έργων υποβρυχίων καλωδίων είναι ζωτικής σημασίας για τη διευκόλυνση της μετάδοσης πληροφοριών και δεδομένων παγκοσμίως, ειδικά δεδομένης της αυξανόμενης ζήτησης από μεγάλες οντότητες όπως το Facebook, η Amazon, η Google κ.λπ.

**Προσδιορισμός προκλήσεων και λύσεων:** Προσδιορισμός των προκλήσεων που απαντώνται σε έργα υποβρυχίας εγκατάστασης καλωδίων, ιδιαίτερα σε έργα τηλεπικοινωνίας, και παράθεση πιθανών λύσεων. Αυτό περιλαμβάνει την εξέταση των πολυπλοκοτήτων που προκύπτουν από τη συμμετοχή πολλαπλών πληρωμάτων, τους περιορισμούς κατασκευής και τους εξωτερικούς παράγοντες που επηρεάζουν την εκτέλεση του έργου.

**Έμφαση στην έγκαιρη ολοκλήρωση και διαχείριση κόστους:** Επισήμανση της σημασίας της έγκαιρης ολοκλήρωσης του έργου και της αποτελεσματικής διαχείρισης του κόστους. Ανάλυση των παραγόντων που συμβάλλουν σε αποκλίσεις από τον αρχικό προγραμματισμό του χρόνου και των πιθανών οικονομικών επιπτώσεων τέτοιων καθυστερήσεων.

**Ενίσχυση των πρακτικών διαχείρισης έργου:** Παροχή πληροφοριών σχετικά με την αναγκαιότητα λεπτομερούς χρονικού σχεδιασμού και μέτρων ελέγχου στη διαχείριση έργου. Έμφαση στο ρόλο των διαχειριστών όχι μόνο στην παρακολούθηση αλλά και στον έλεγχο του χρονοδιαγράμματος του έργου για τον μετριασμό των αρνητικών επιπτώσεων.

**Πρακτική Εφαρμογή στη Διαχείριση Έργων:** Εφαρμογή των πρακτικών συστάσεων και κατευθυντηρίων γραμμών που προέρχονται από τα ευρήματα της έρευνας στο έργο BLUE SCS - POMEZIA A10.3.



Με την αντιμετώπιση αυτών των στόχων, η παρούσα έρευνα στοχεύει να συμβάλει στη βελτίωση των πρακτικών διαχείρισης έργων στον τομέα της υποβρύχιας εγκατάστασης καλωδίων οπτικών ινών, διευκολύνοντας τελικά την αποτελεσματική υλοποίηση τηλεπικοινωνιακών υποδομών παγκοσμίως.

### 1.3. Σκοπός και στόχοι του έργου

Ο πρωταρχικός σκοπός αυτού του έργου υποβρυχίων καλωδίων είναι η ενίσχυση της παγκόσμιας επικοινωνίας με τη σύνδεση διαφορετικών γεωγραφικών περιοχών μέσω ενός αξιόπιστου και υψηλής χωρητικότητας υποθαλάσσιου δικτύου οπτικών ινών. Ο σκοπός αυτός βασίζεται στον κρίσιμο ρόλο που διαδραματίζουν τα υποβρύχια καλώδια στην παγκόσμια μετάδοση δεδομένων, μεταφέροντας σημαντικό μέρος της διεθνούς επικοινωνιακής ικανότητας και λειτουργώντας ως κομβική υποδομή στην ψηφιακή εποχή (Xu et al., 2022).

**Ελαχιστοποίηση του συνολικού κόστους του κύκλου ζωής:** Ένας βασικός στόχος είναι η ελαχιστοποίηση του συνολικού κόστους του κύκλου ζωής των υποβρυχίων καλωδίων, λαμβάνοντας υπόψη πολλαπλές εκτιμήσεις σχεδιασμού, όπως το έδαφος, το βάθος και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Η προσέγγιση αυτή αποσκοπεί στη διασφάλιση της σχέσης κόστους-αποτελεσματικότητας τόσο κατά την εγκατάσταση όσο και κατά τη μακροπρόθεσμη συντήρηση του καλωδιακού δικτύου (Wang et al., 2019).

**Οικονομικά αποδοτικός και ανθεκτικός σχεδιασμός δικτύου:** Η δημιουργία ενός οικονομικά αποδοτικού και ανθεκτικού δικτύου υποβρυχίων καλωδίων που μπορεί να αντέξει σε πιθανές φυσικές ή ανθρωπογενείς καταστροφές αποτελεί κρίσιμο στόχο. Αυτό περιλαμβάνει ολοκληρωμένη έρευνα σχετικά με τον σχεδιασμό της διαδρομής των υποβρυχίων καλωδίων και τον σχεδιασμό του δικτύου για τη βελτιστοποίηση της επιβιωσιμότητας και του κόστους, λαμβάνοντας υπόψη διάφορους περιβαλλοντικούς και γεωγραφικούς παράγοντες (Wang et al., 2022).

Ανίχνευση σφαλμάτων και προληπτικά μέτρα: Το έργο αποσκοπεί στην ανάπτυξη και εφαρμογή αξιόπιστων μεθόδων για την ανίχνευση και την πρόληψη σφαλμάτων σε υποβρύχια καλώδια. Αυτό περιλαμβάνει την ανάπτυξη τεχνολογιών επικοινωνίας με πολλαπλούς αισθητήρες για την έγκαιρη ανίχνευση βλαβών και τη διευκόλυνση έγκαιρων διορθωτικών ενεργειών, ενισχύοντας έτσι την αξιοπιστία του καλωδιακού δικτύου (Chen et al., 2021).

Ο σκοπός και οι στόχοι του παρόντος έργου υποβρυχίων καλωδίων ευθυγραμμίζονται με τις εξελισσόμενες ανάγκες της παγκόσμιας επικοινωνιακής υποδομής. Εστιάζοντας στη σχέση κόστους-αποτελεσματικότητας, στη βελτιστοποίηση της παροχής πληροφορίας, στη βελτιστοποίηση της ενέργειας, στην ενίσχυση της αποδοτικότητας, στον ανθεκτικό σχεδιασμό του δικτύου και στην ισχυρή ανίχνευση σφαλμάτων, το έργο στοχεύει να συμβάλει σημαντικά στη σταθερότητα και την επέκταση της παγκόσμιας ψηφιακής συνδεσιμότητας. Οι στόχοι αυτοί αντικατοπτρίζουν μια ολοκληρωμένη προσέγγιση για την αντιμετώπιση των τεχνολογικών, οικονομικών και περιβαλλοντικών προκλήσεων που συνδέονται με τις εγκαταστάσεις υποθαλάσσιων καλωδίων.

#### **1.4. Δομή**

Η διατριβή είναι δομημένη ως εξής:

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή στο αντικείμενο και τους στόχους της ερευνητικής εργασίας. Καταγραφή της διάρθρωσής της και περιγραφή της σημασίας του προβλήματος.

Κεφάλαιο 2: Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

Ενότητα 2.1: Δομική Ανάλυση Υποβρυχίων Καλωδίων Οπτικών Ινών: Παρέχει μια εις βάθος ανάλυση των δομικών στοιχείων και τις σχεδιαστικές εκτιμήσεις των υποβρυχίων καλωδίων οπτικών ινών, θέτοντας τα θεμέλια για την κατανόηση της εγκατάστασης και της λειτουργίας τους.

Ενότητα 2.2: Η ιστορία της τεχνολογίας οπτικών ινών: Παρακολουθεί την ιστορική εξέλιξη της τεχνολογίας οπτικών ινών, επισημαίνοντας βασικά ορόσημα και καινοτομίες που έχουν διαμορφώσει την εξέλιξή της.

Ενότητα 2.3. Βασικές αρχές και τεχνολογίες στην προσαιγιάλωση υποβρυχίων καλωδίων. Παρέχει μια συνοπτική επισκόπηση των θεμελιωδών εννοιών και μεθοδολογιών που είναι απαραίτητες για τη διασφάλιση της ακεραιότητας και της μακροζωίας των υποθαλάσσιων καλωδιακών συστημάτων. Αυτή η ενότητα συζητά βασικές πτυχές, όπως τα υλικά και τις τεχνικές που χρησιμοποιούνται στην προσαιγιάλωση καλωδίων και τη διαφύλαξη των εξαρτημάτων του καλωδίου, καθώς και καινοτόμες τεχνολογίες ή προόδους σε αυτόν τον τομέα.

Ενότητα 2.4: Επισκόπηση της εγκατάστασης υποβρύχιων καλωδίων οπτικών ινών: Ανασκοπεί την υπάρχουσα βιβλιογραφία για έργα εγκατάστασης υποβρύχιων καλωδίων οπτικών ινών, συμπεριλαμβανομένων των αρχών σχεδιασμού, των μεθοδολογιών κατασκευής και των πρακτικών διαχείρισης έργων.

Ενότητα 2.5: Διαχείριση Έργων στις Κατασκευές: Εξετάζει τις θεωρίες και τις μεθοδολογίες διαχείρισης έργων που σχετίζονται με τα κατασκευαστικά έργα, με έμφαση στον προγραμματισμό χρόνου, τον προγραμματισμό και τον έλεγχο.

Ενότητα 2.6: Προκλήσεις στην υλοποίηση του έργου: Προσδιορίζει κοινές προκλήσεις που συναντώνται σε έργα υποβρύχιας εγκατάστασης καλωδίων και διερευνά πιθανές λύσεις που προτείνονται στη βιβλιογραφία.

Ενότητα 2.7: Βέλτιστες πρακτικές και μελέτες περιπτώσεων: Αναλύει βέλτιστες πρακτικές και μελέτες περίπτωσης στον τομέα της υποβρύχιας εγκατάστασης καλωδίων, επισημαίνοντας επιτυχημένες στρατηγικές διαχείρισης έργων και διδάγματα.

### Κεφάλαιο 3: Μεθοδολογία

Ενότητα 3.1: Σχεδιασμός έρευνας: Περιγράφει την ερευνητική προσέγγιση που υιοθετείται για αυτήν τη μελέτη, συμπεριλαμβανομένου του ερευνητικού σχεδιασμού, μεθόδων συλλογής δεδομένων και τεχνικών ανάλυσης.

Ενότητα 3.2: Συλλογή δεδομένων: Αναλύει τη διαδικασία συλλογής δεδομένων, συμπεριλαμβανομένων των πρωτογενών δεδομένων από την τεκμηρίωση του έργου και τις συνεντεύξεις με ειδικούς του κλάδου, καθώς και δευτερογενή δεδομένα από επιστημονικές πηγές και εκθέσεις του κλάδου.

Ενότητα 3.3: Ανάλυση δεδομένων: Περιγράφει τις διαδικασίες για την ανάλυση των συλλεγόμενων δεδομένων, συμπεριλαμβανομένων των ποιοτικών και ποσοτικών μεθόδων κατά περίπτωση.

Ενότητα 3.4: Δεοντολογικά ζητήματα: Ασχολείται με νομικά και ηθικά ζητήματα που σχετίζονται με τη συλλογή και ανάλυση δεδομένων, διασφαλίζοντας την ακεραιότητα και την εγκυρότητα των ευρημάτων της έρευνας.

Ενότητα 3.5. Εννοιολογικό μοντέλο μεθοδολογικής έρευνας και καινοτομία μελέτης

#### Κεφάλαιο 4: Ευρήματα και Ανάλυση

Ενότητα 4.1: Επισκόπηση δεδομένων έργου: Παρουσιάζει μια επισκόπηση των δεδομένων του έργου που λαμβάνονται μέσω πρωτογενών και δευτερευουσών πηγών, συμπεριλαμβανομένων των χρονοδιαγραμμάτων, των προϋπολογισμών και των μετρήσεων απόδοσης του έργου.

Ενότητα 4.2: Ανάλυση Προκλήσεων Έργου: Αναλύει τις προκλήσεις που προσδιορίζονται στα δεδομένα του έργου, εξετάζοντας τον αντίκτυπό τους στην απόδοση και τα αποτελέσματα του έργου.

Ενότητα 4.3: Αξιολόγηση Πρακτικών Διαχείρισης: Αξιολογεί την αποτελεσματικότητα των πρακτικών διαχείρισης έργων που χρησιμοποιούνται στο έργο BLUE SCS - POMEZIA, συγκρίνοντάς τες με τα βιομηχανικά πρότυπα και τις βέλτιστες πρακτικές.

Ενότητα 4.4: Προσδιορισμός βασικών παραγόντων επιτυχίας: Προσδιορίζει βασικούς παράγοντες επιτυχίας που συμβάλλουν στην επιτυχή υλοποίηση έργων υποβρύχιας εγκατάστασης καλωδίων οπτικών ινών, αντλώντας πληροφορίες από τα ευρήματα.

## Κεφάλαιο 5: Συζήτηση και συστάσεις

Ενότητα 5.1: Συζήτηση ευρημάτων: Συζητά τις επιπτώσεις των ευρημάτων της έρευνας στο πλαίσιο της θεωρίας και της πρακτικής διαχείρισης έργου, επισημαίνοντας σημαντικά ευρήματα και τη συνάφειά τους με το πεδίο.

Ενότητα 5.2: Συστάσεις για πρακτική: Παρέχει πρακτικές συστάσεις για τη βελτίωση των πρακτικών διαχείρισης έργων σε έργα υποβρύχιας εγκατάστασης καλωδίων, με βάση τα ευρήματα της έρευνας και την ανάλυση.

Ενότητα 5.3: Περιοχές για μελλοντική έρευνα: Προτείνει πιθανούς τομείς για μελλοντική έρευνα, συμπεριλαμβανομένων των αναδυόμενων τάσεων και τεχνολογιών στην εγκατάσταση υποβρύχιων καλωδίων και τη διαχείριση έργων.

## Κεφάλαιο 2. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

### 2.1. Δομική ανάλυση των υποβρυχίων καλωδίων οπτικών ινών

Ο σχεδιασμός και η δομή των υποβρυχίων καλωδίων οπτικών ινών είναι θεμελιώδους σημασίας για τη λειτουργικότητα και την ανθεκτικότητά τους, επηρεάζοντας την ικανότητά τους για μετάδοση δεδομένων και την ευαισθησία τους σε περιβαλλοντικές προκλήσεις. Η παρούσα ενότητα παρέχει μια ολοκληρωμένη επισκόπηση των δομικών στοιχείων και των μελετών σχεδιασμού των υποβρυχίων καλωδίων οπτικών ινών.

Τα υποβρύχια καλώδια οπτικών ινών είναι σύνθετες κατασκευές που έχουν σχεδιαστεί για να αντέχουν σε σκληρά υποβρύχια περιβάλλοντα. Αποτελούνται από έναν πυρήνα οπτικών ινών για τη μετάδοση δεδομένων, ενθυλακωμένων σε πολλαπλά προστατευτικά στρώματα. Τα στρώματα αυτά περιλαμβάνουν μια αδιάβροχη επίστρωση, μια σκληρή προστατευτική θωράκιση για την προστασία από φυσικές ζημιές και ένα εξωτερικό περίβλημα για πρόσθετη προστασία. Τα καλώδια πρέπει να εξισορροπούν την ανάγκη προστασίας με την απαίτηση να παραμένουν αρκετά ευέλικτα ώστε να τοποθετούνται σε ποικίλα και συχνά τραχιά ωκεάνια εδάφη (Alazgi, 2016).

Οι πρόσφατες εξελίξεις στην τεχνολογία των οπτικών ινών οδήγησαν στην ανάπτυξη της υπερσταθερής συμβολομετρίας λέιζερ, η οποία επιτρέπει στα υποβρύχια καλώδια να λειτουργούν και ως σεισμικοί αισθητήρες. Αυτή η διπλή χρήση των καλωδίων οπτικών ινών για επικοινωνία και περιβαλλοντική παρακολούθηση αποτελεί σημαντικό βήμα προόδου στις τεχνολογικές δυνατότητες των συστημάτων αυτών (Marra et al., 2018).

Η παρακολούθηση της θερμοκρασίας εντός των υποβρυχίων καλωδίων είναι ζωτικής σημασίας για τη διασφάλιση της λειτουργικής αξιοπιστίας. Πρόσφατες καινοτομίες είδαν την εφαρμογή κατανεμημένης τεχνολογίας ανίχνευσης οπτικών ινών, όπως η οπτική ανάλυση χρονικού πεδίου Brillouin (BOTDA), για την αποτελεσματική παρακολούθηση των θερμοκρασιών κατά μήκος των καλωδίων.

Η τεχνολογία αυτή επιτρέπει τον ακριβή έλεγχο της αγωγιμότητας και ενισχύει την αξιοπιστία αυτών των κρίσιμων υποδομών (Chen et al., 2022).

Η ανθεκτικότητα αποτελεί βασικό παράγοντα στο σχεδιασμό των υποβρυχίων καλωδίων. Πρέπει να είναι αρκετά ανθεκτικά ώστε να αντέχουν σε περιβαλλοντικούς παράγοντες όπως τα ωκεάνια ρεύματα, η σεισμική δραστηριότητα και πιθανές ζημιές που προκαλούνται από τον άνθρωπο, όπως η αγκυροβολία ή η εμπορική αλιεία. Η διαδικασία σχεδιασμού περιλαμβάνει αυστηρές δοκιμές και προσομοιώσεις για να διασφαλιστεί ότι τα καλώδια μπορούν να αντέξουν αυτές τις πιέσεις κατά τη διάρκεια της λειτουργικής τους ζωής (Alazri, 2018).

Η δομή των υποβρυχίων καλωδίων οπτικών ινών αποτελεί απόδειξη της σύγχρονης μηχανικής και των τεχνολογικών εξελίξεων. Αυτά τα καλώδια δεν είναι απλώς αγωγοί για τη μετάδοση δεδομένων, αλλά έχουν εξελιχθεί ώστε να εξυπηρετούν πολλαπλούς σκοπούς, συμπεριλαμβανομένης της περιβαλλοντικής παρακολούθησης. Ο περίπλοκος σχεδιασμός και η στιβαρή δομή τους διασφαλίζουν ότι μπορούν να αντέξουν στις σκληρές συνθήκες του ωκεάνιου πυθμένα, ενώ παράλληλα παρέχουν αξιόπιστα κανάλια επικοινωνίας υψηλής ταχύτητας. Αυτή η δομική ανάλυση υπογραμμίζει τη σημασία της συνεχούς καινοτομίας και των αυστηρών δοκιμών στην ανάπτυξη αυτών των ζωτικών στοιχείων της παγκόσμιας επικοινωνιακής υποδομής.

## **2.2. Η Ιστορία της τεχνολογίας οπτικών ινών**

Η ιστορία της τεχνολογίας οπτικών ινών περιλαμβάνει ένα χρονικό αξιοσημείων εξελίξεων στην επικοινωνία και τη μετάδοση δεδομένων. Η παρούσα ενότητα διερευνά τα σημαντικά ορόσημα και τις τεχνολογικές καινοτομίες που διαμόρφωσαν την εξέλιξη των οπτικών ινών.

Η εμφάνιση των οπτικών συστημάτων επικοινωνίας σηματοδότησε μια επαναστατική αλλαγή στη μετάδοση δεδομένων. Αρχικά, η έμφαση δόθηκε στη βελτίωση των επιδόσεων, γεγονός που οδήγησε στην ανάπτυξη οπτικών ινών

χαμηλών απωλειών μετά το 1975. Αυτή η πρόοδος ήταν καθοριστική, θέτοντας τα θεμέλια για τα σύγχρονα οπτικά συστήματα επικοινωνίας και τις επόμενες γενιές συστημάτων επικοινωνίας με οπτικές ίνες κατά τις επόμενες τέσσερις δεκαετίες. Οι δύο πρώτες γενιές επικεντρώθηκαν στην αύξηση της χωρητικότητας του συστήματος και στην εισαγωγή οπτικών ενισχυτών (Agrawal, 2016).

Η εμφάνιση του διαδικτύου κατά την δεκαετία του 1990 τροφοδότησε τη ζήτηση για μεγαλύτερη χωρητικότητα, οδηγώντας στην υιοθέτηση της πολυπλεξίας με διαίρεση μήκους κύματος (WDM). Η τεχνολογία αυτή επέτρεψε την ταυτόχρονη μετάδοση πολλαπλών σημάτων σε διαφορετικά μήκη κύματος, αυξάνοντας σημαντικά τη χωρητικότητα των οπτικών ινών. Ωστόσο, η διόγκωση της τηλεπικοινωνιακής "φούσκας" το 2000 επηρέασε τον κλάδο, οδηγώντας σε επαναξιολόγηση των στρατηγικών και των τεχνολογιών της αγοράς (Agrawal, 2016).

Η τεχνολογία των οπτικών ινών έχει εξελιχθεί και περιλαμβάνει όχι μόνο τις ίδιες τις ίνες, αλλά και συναφείς τεχνολογίες, όπως οι συζευκτήρες σύντηξης, οι σύνδεσμοι και οι λωρίδες ινών. Η ανάπτυξη αυτών των υποστηρικτικών τεχνολογιών ήταν κρίσιμη για τη διαχείριση του φυσικού στρώματος των οπτικών συστημάτων μετάδοσης, επιτρέποντας πιο αποδοτικά και αξιόπιστα δίκτυα επικοινωνίας (Tomita, 2017).

Η εφαρμογή των οπτικών ινών έχει επεκταθεί σε διάφορους τομείς, συμπεριλαμβανομένης της οπτικής επικοινωνίας εντός των οχημάτων. Η εξέλιξη αυτή αντικατοπτρίζει τη μετάβαση της επικοινωνίας οπτικών ινών από τις γραμμές κορμού στις εγκαταστάσεις των πελατών, δίνοντας έμφαση στην ανταγωνιστικότητα του κόστους και τη μικρογραφία. Στο χώρο των κέντρων δεδομένων, οι οπτικές ίνες διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στην υποστήριξη της επικοινωνίας με υψηλό ρυθμό μετάδοσης δεδομένων που είναι απαραίτητη για προηγμένες τεχνολογίες όπως τα συστήματα αυτόνομης οδήγησης (Kobayashi & Almeida, 2017).

Οι πρόσφατες εξελίξεις στις επικοινωνίες οπτικών ινών χαρακτηρίστηκαν από την εισαγωγή της ψηφιακής συνεκτικής τεχνολογίας και της πολυπλεξίας διαίρεσης



χώρου (Space Division Multiplexing - SDM). Αυτές οι τεχνολογίες αντιπροσωπεύουν το μέλλον των οπτικών επικοινωνιών, προσφέροντας υψηλότερες χωρητικότητες και βελτιωμένη απόδοση. Η μετάβαση προς την SDM, ειδικότερα, αποτελεί απάντηση στην αυξανόμενη ζήτηση για χωρητικότητα συστημάτων που οδηγείται από τις παγκόσμιες εξελίξεις της ψηφιακής τεχνολογίας και την έλευση των δικτύων 5G (Mitchell, 2016).

Την τελευταία δεκαετία, έχουν εμφανιστεί σημαντικές εξελίξεις στην τεχνολογία οπτικών ινών. Οι Liu και Zhu (2018) τόνισαν καινοτομίες όπως οι οπτικές ασύρματες επικοινωνίες, οι οποίες συμπληρώνουν τις επικοινωνίες ραδιοσυχνοτήτων και την πολυπλεξία διαίρεσης τρόπου λειτουργίας για την επέκταση του εύρους ζώνης (Liu & Zhu, 2018). Η πρόοδος στους βιοϊατρικούς φωτονικούς αισθητήρες έχει επίσης προχωρήσει με τεχνολογίες ανίχνευσης που βασίζονται σε οπτικές ίνες, προσφέροντας πολυπαραμετρική παρακολούθηση για διάφορες ιατρικές εφαρμογές (Ochoa et al., 2021). Ομοίως, η εξέλιξη των οπτικών ινών επέτρεψε τις εξελίξεις στους ανοσοαισθητήρες, χρησιμοποιώντας διαφορετικές διαμορφώσεις ινών όπως χωρίς επένδυση, σχήμα U και σχάρες για στοχευμένη ανίχνευση βιοαισθητήρα (Soares et al., 2021). Επιπλέον, οι μικροδομημένοι αισθητήρες οπτικών ινών κερδίζουν έλξη, δεδομένου του μικρού τους αποτυπώματος και της ευελιξίας τους για την παρακολούθηση παραμέτρων όπως η θερμοκρασία και η καταπόνηση (Xu et al., 2017). Οι Wang et al. (2019) τόνισε τις πρόσφατες προόδους στις μαλακές οπτικές ίνες γυαλιού, επιτρέποντας την ανάπτυξη λείζερ ινών υψηλής ισχύος, μονής συχνότητας με μειωμένο θόρυβο και στενότερα πλάτη γραμμής (Wang et al., 2019). Συνολικά, οι εξελίξεις αυτής της δεκαετίας στις οπτικές ίνες έχουν βελτιώσει την αποτελεσματικότητα, την ευελιξία και τις εφαρμογές σε διάφορους τομείς.

Η ιστορία της τεχνολογίας οπτικών ινών είναι μια αφήγηση συνεχούς καινοτομίας και προσαρμογής στις μεταβαλλόμενες απαιτήσεις και τα τεχνολογικά τοπία. Από τις πρώτες ημέρες που επικεντρώθηκε στη βελτίωση των επιδόσεων έως τον σημερινό της ρόλο στην υποστήριξη της παγκόσμιας ψηφιακής υποδομής, οι οπτικές ίνες παρέμειναν στην πρώτη γραμμή της τεχνολογίας των επικοινωνιών.

Αυτή η ιστορική προοπτική όχι μόνο αναδεικνύει τις τεχνολογικές εξελίξεις, αλλά και θέτει τις βάσεις για μελλοντικές καινοτομίες στον τομέα.

### **2.3. Βασικές αρχές και τεχνολογίες στην προσאיγιάλωση υποβρυχίων καλωδίων**

Η πόντιση των υποβρυχίων καλωδίων είναι μια κρίσιμη φάση στην ανάπτυξη υποθαλάσσιων δικτύων επικοινωνίας. Η παρούσα ενότητα εξετάζει τις βασικές αρχές και τις πρόσφατες εξελίξεις στις τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για την προσאיγιάλωση υποβρυχίων καλωδίων.

Μια βασική πτυχή της προσאיγιάλωσης υποβρυχίων καλωδίων είναι η ενίσχυση της μεταφορικής ικανότητας του καλωδίου με παράλληλη διατήρηση της οικονομικής αποδοτικότητας και της λειτουργικής αξιοπιστίας. Οι Pan, Zhang και Pan (2022) εισήγαγαν την έννοια της τεχνολογίας σύνδεσης καλωδίων ανισομερούς διαμέτρου, η οποία βελτιστοποιεί την ικανότητα μεταφοράς ηλεκτρικού ρεύματος στα τμήματα προσאיγιάλωσης υποβρυχίων καλωδίων. Προτάθηκε μια διαφοροποιημένη αρχή για την αντιστοίχιση των διατομών των αγωγών του τμήματος προσאיγιάλωσης και του υποβρύχιου τμήματος, η οποία βελτιώνει την οικονομική αποδοτικότητα και τη μεταφορική ικανότητα του υποβρύχιου καλωδίου (Pan, Zhang, & Pan, 2022).

Οι δυναμικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ του πλοίου πόντισης καλωδίων και του υποβρυχίου καλωδίου κατά τη διαδικασία προσאיγιάλωσης είναι σημαντικές για την ασφάλεια του καλωδίου. Οι Kuang et al. (2022) ανέπτυξαν ένα αριθμητικό μοντέλο για τη διερεύνηση αυτών των αλληλεπιδράσεων. Διαπίστωσαν ότι το μήκος του καλωδίου, η ταχύτητα του ρεύματος, η κατεύθυνση των κυμάτων και η κατεύθυνση του ανέμου επηρεάζουν σημαντικά τη σταθερότητα του πλοίου και τις τάσεις στις γραμμές πρόσδεσης και το καλώδιο. Η μελέτη αυτή είναι απαραίτητη για την κατανόηση των περιβαλλοντικών συνθηκών που επηρεάζουν την πόντιση υποβρυχίων καλωδίων (Kuang et al., 2022).

Στα τηλεπικοινωνιακά υποθαλάσσια καλώδια, οι πρόσφατες εξελίξεις επικεντρώνονται στην ενίσχυση της ικανότητας και της αξιοπιστίας μετάδοσης δεδομένων, διασφαλίζοντας απρόσκοπτη παγκόσμια συνδεσιμότητα. Takeshita et al. (2019) τονίζουν τον κρίσιμο ρόλο που παίζουν τα οπτικά υποβρύχια καλώδια στη μεταφορά του 99% της διεθνούς κίνησης στο Διαδίκτυο. Αυτά τα καλώδια εξελίσσονται συνεχώς από ομοαξονικά τηλεφωνικά καλώδια σε σύγχρονα συστήματα οπτικών ινών, λόγω της ανάγκης για αυξημένη χωρητικότητα και τεχνολογικές βελτιώσεις όπως υψηλότερο εύρος ζώνης και καλύτεροι επαναλήπτες σήματος (Takeshita et al., 2019).

Ο Lentz (2016) διερευνά τις αναδυόμενες εφαρμογές των υποβρυχίων καλωδίων οπτικών ινών, τονίζοντας πώς οι στρατιωτικές, επιστημονικές και βιομηχανικές ανάγκες έχουν οδηγήσει στην ενσωμάτωση στοιχείων συστήματος όπως καλώδια, επαναλήπτες και μονάδες διακλάδωσης. Αυτή η ενοποίηση παρέχει καλύτερη μετάδοση δεδομένων και ευελιξία δικτύου ενώ υποστηρίζει νέες εφαρμογές όπως συστήματα ωκεανογραφικής παρατήρησης (Lentz, 2016).

Ο Bigo (2008) παρουσιάζει μια ολοκληρωμένη επισκόπηση των τεχνολογικών προόδων που έχουν βελτιώσει τα υποβρύχια τηλεπικοινωνιακά καλώδια, όπως συστήματα πολυπλεξίας διαίρεσης κυμάτων (WDM) και καινοτόμες μορφές διαμόρφωσης. Αυτές οι τεχνολογίες επέτρεψαν στα υπάρχοντα υποβρύχια καλώδια να φτάσουν σε ρυθμούς μετάδοσης πολλαπλών terabit, ενισχύοντας σημαντικά τη διεθνή χωρητικότητα δεδομένων (Bigo, 2008).

Αυτές οι καινοτομίες στα τηλεπικοινωνιακά υποβρύχια καλώδια υπογραμμίζουν τις συνεχείς προσπάθειες της βιομηχανίας να συμβαδίζει με την αυξανόμενη παγκόσμια κίνηση στο Διαδίκτυο, διασφαλίζοντας ότι τα μελλοντικά δίκτυα θα είναι σε θέση να χειριστούν την ταχεία αύξηση της ζήτησης μετάδοσης δεδομένων αποτελεσματικά και αξιόπιστα.

Τα υποβρύχια καλώδια αντιμετωπίζουν διάφορες τεχνικές προκλήσεις, όπως η διάβρωση, η έγκαιρη προειδοποίηση της ασφάλειας, η μέτρηση της θερμοκρασίας και οι δοκιμές. Οι Bao, Geng, και Qui (2017) συζήτησαν λεπτομερώς αυτές τις τεχνικές δυσκολίες, παρέχοντας μια εικόνα της πολυπλοκότητας της λειτουργίας

των υποβρυχίων καλωδίων και των λύσεων που απαιτούνται για την αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων. Η ανάλυσή τους προσφέρει μια ολοκληρωμένη κατανόηση των περιπλοκών που σχετίζονται με τη συντήρηση και τη λειτουργία των υποβρυχίων καλωδίων (Bao, Geng, & Qui, 2017).

Η επιτυχής εγκατάσταση υποβρυχίων καλωδίων περιλαμβάνει μια σύνθετη αλληλεπίδραση τεχνολογικών καινοτομιών, περιβαλλοντικών εκτιμήσεων και επιχειρησιακών στρατηγικών. Η συνεχιζόμενη έρευνα και ανάπτυξη σε αυτόν τον τομέα είναι ζωτικής σημασίας για τη διασφάλιση της αποτελεσματικής και αξιόπιστης ανάπτυξης των υποβρυχίων καλωδίων οπτικών ινών, τα οποία είναι απαραίτητα για την παγκόσμια επικοινωνία και τη μετάδοση ενέργειας. Η παρούσα βιβλιογραφική ανασκόπηση υπογραμμίζει τη σημασία της αντιμετώπισης των τεχνικών προκλήσεων και της αξιοποίησης των αναδυόμενων τεχνολογιών για τη βελτιστοποίηση της διαδικασίας προσאיγιάλωσης υποβρυχίων καλωδίων.

## **2.4.Επισκόπηση της εγκατάστασης υποβρύχιων καλωδίων οπτικών ινών**

Η εγκατάσταση υποβρύχιων καλωδίων οπτικών ινών διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο στη βελτίωση των παγκόσμιων δικτύων επικοινωνίας, επιτρέποντας τη μετάδοση δεδομένων υψηλής ταχύτητας στους ωκεανούς. Αυτή η ενότητα εξετάζει την υπάρχουσα βιβλιογραφία για έργα εγκατάστασης υποβρύχιων καλωδίων οπτικών ινών, εστιάζοντας στις αρχές σχεδιασμού, στις μεθοδολογίες κατασκευής και στις πρακτικές διαχείρισης έργων.

### ***Αρχές σχεδιασμού:***

- **Δομική σχεδίαση για συνθήκες βαθιάς θάλασσας:** Ο σχεδιασμός καλωδίων οπτικών ινών για υποβρύχια χρήση περιλαμβάνει την αντιμετώπιση των αδυναμιών της οπτικής ίνας, όπως η μικρή επιμήκυνση θραύσης σε σύγκριση με τα μεταλλικά υλικά και η υπερβολική απώλεια τόσο υπό πλευρική όσο και υδραυλική πίεση. Οι μέθοδοι δομικού σχεδιασμού έχουν αναπτυχθεί με βάση τη μελέτη αυτών των χαρακτηριστικών πίεσης,

διασφαλίζοντας ότι τα νέα καλώδια μπορούν να εφαρμοστούν σε θαλάσσιες περιοχές έως και 8000 m σε βάθος (Negishi et al., 1984).

- Βελτιστοποίηση για ανάπτυξη και αντοχή: Η ανάπτυξη ισχυρών αλλά λεπτών οπτικών καλωδίων είναι το κλειδί για πολλές υποβρύχιες εφαρμογές. Αυτά τα καλώδια χρειάζονται συχνά ελεγχόμενο ειδικό βάρος, ώστε να μπορούν να επιπλέουν, να βυθίζονται ή να αιωρούνται στη στήλη του νερού. Τα ζητήματα σχεδιασμού περιλαμβάνουν την ευκολία κατασκευής, την προσαρμογή για την κάλυψη συγκεκριμένων αναγκών βαρύτητας και την ανάπτυξη από κινούμενες πλατφόρμες χωρίς τον κίνδυνο μπερδέματος ή ζημιάς (Mahapatra & O'Riorden, 2021).

#### **Μεθοδολογίες κατασκευής:**

- Διαδικασίες εγκατάστασης: Περιλαμβάνουν εκτεταμένες εργασίες μηχανικής, επιλογής καταλλήλου εξοπλισμού και μεθόδου εγκατάστασης, επιδεικνύοντας την πολυπλοκότητα και την απαιτούμενη ακρίβεια στις υποβρύχιες εργασίες τοποθέτησης καλωδίων (Polley & Yinger, 1993).
- Προκλήσεις ανάπτυξης: Οι αποτελεσματικές στρατηγικές ανάπτυξης είναι κρίσιμες, ιδιαίτερα για τον έλεγχο του ειδικού βάρους των καλωδίων για ακριβή τοποθέτηση εντός της στήλης νερού. Αυτό απαιτεί καινοτόμες διαδικασίες σχεδιασμού και κατασκευής καλωδίων για την παραγωγή καλωδίων που πληρούν τις απαιτήσεις δυναμικής αντοχής και στατικής αντοχής για μακροπρόθεσμη ανάπτυξη σε μεταβαλλόμενα ωκεάνια ρεύματα (Mahapatra & O'Riorden, 2021).

#### **Πρακτικές Διαχείρισης Έργου:**

- Μακροπρόθεσμη λειτουργία και συντήρηση: Η διασφάλιση της μακροπρόθεσμης λειτουργικότητας και της απόδοσης χωρίς συντήρηση των υποβρύχιων καλωδίων είναι μια σημαντική πτυχή της διαχείρισης έργου. Ο σχεδιασμός και η εγκατάσταση πρέπει να αντιστοιχούν σε μια διάρκεια ζωής που ελαχιστοποιεί την ανάγκη για παρεμβάσεις, διασφαλίζοντας παράλληλα αξιόπιστες συνδέσεις επικοινωνίας (Polley & Yinger, 1993).

- Προσαρμογή στις περιβαλλοντικές προκλήσεις: Η διαχείριση του έργου πρέπει επίσης να λάβει υπόψη τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις, συμπεριλαμβανομένης της προσαρμογής και του μετριασμού των πιθανών ζημιών από τη θαλάσσια ζωή, τα υποβρύχια ρεύματα και τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Ο σωστός σχεδιασμός και η εκτέλεση, με γνώμονα λεπτομερείς περιβαλλοντικές μελέτες και εκτιμήσεις κινδύνου, είναι ουσιαστικής σημασίας για την επιτυχία αυτών των έργων.

Εν κατακλείδι, η εγκατάσταση υποβρύχιων καλωδίων οπτικών ινών είναι μια πολύπλοκη διαδικασία που απαιτεί σχολαστικό σχεδιασμό, σχεδιασμό και εκτέλεση. Περιλαμβάνει την υπέρβαση σημαντικών προκλήσεων μηχανικής για τη διασφάλιση της αξιοπιστίας και της μακροζωίας αυτών των κρίσιμων στοιχείων της παγκόσμιας επικοινωνιακής υποδομής. Η βιβλιογραφία παρέχει πολύτιμες πληροφορίες για τις αρχές, τις μεθοδολογίες και τις πρακτικές που καθοδηγούν επιτυχημένα έργα υποβρύχιας εγκατάστασης καλωδίων.

## **2.5. Διαχείριση Έργων στις Κατασκευές**

Η διαχείριση έργων στην κατασκευή περιλαμβάνει μια πολύπλοκη αλληλεπίδραση θεωριών και μεθοδολογιών που στοχεύουν στη διασφάλιση της έγκαιρης παράδοσης των έργων, εντός του προϋπολογισμού και με τα απαιτούμενα πρότυπα ποιότητας. Αυτή η εξέταση εμβαθύνει στο διαφοροποιημένο τοπίο των θεωριών διαχείρισης έργων και της εφαρμογής τους σε κατασκευαστικά έργα, με ιδιαίτερη έμφαση στον προγραμματισμό χρόνου, τον προγραμματισμό και τον έλεγχο. Οι θεωρίες σχεδιασμού και προγραμματισμού έχουν εξελιχθεί σημαντικά, υποστηριζόμενες από παραδοσιακές και σύγχρονες μεθοδολογίες που αντιμετωπίζουν τη δυναμική φύση των κατασκευαστικών έργων.

Η βιβλιογραφία αποκαλύπτει μια συναίνεση σχετικά με τη σημασία της ενσωμάτωσης της θεωρίας σχεδιασμού και προγραμματισμού στις πρακτικές διαχείρισης κατασκευαστικών έργων. Οι AlNasser και Aulin (2015) υπογραμμίζουν

τις αντιλήψεις των επαγγελματιών για τις θεωρίες προγραμματισμού και προγραμματισμού, τονίζοντας την ανάγκη για προσεγγίσεις σχεδιασμού βασισμένες στη γνώση που ενισχύουν την αποτελεσματικότητα των διαδικασιών κατασκευής. Ομοίως, ο Herroelen (2005) αντιπαραβάλλει τη θεωρία προγραμματισμού έργων με την πρακτική, υποδηλώνοντας ότι παρά τη διαθεσιμότητα εξελιγμένου λογισμικού διαχείρισης έργου, παραμένει ένα κενό μεταξύ των θεωρητικών προόδων και της πρακτικής εφαρμογής τους. Αυτό το κενό υπογραμμίζει τις προκλήσεις που αντιμετωπίζουν οι διαχειριστές έργων στην προσαρμογή των θεωρητικών μοντέλων στις πραγματικότητες της διαχείρισης κατασκευαστικών έργων. Οι εξελίξεις στους γενετικούς αλγόριθμους και τις τεχνικές βελτιστοποίησης έχουν εισαγάγει νέες προσεγγίσεις στον προγραμματισμό κατασκευής.

Οι Faghihi, Reinschmidt και Kang (2014) προτείνουν μια μέθοδο που αξιοποιεί το Building Information Modelling (BIM) και τους γενετικούς αλγόριθμους για την ανάπτυξη της αλληλουχίας κατασκευής, υποδεικνύοντας μια στροφή προς πιο αυτοματοποιημένες και βασισμένες στα δεδομένα διαδικασίες σχεδιασμού. Οι Long και Ohsato (2009) προάγουν αυτήν την ιδέα αναπτύσσοντας μια μέθοδο βασισμένη σε γενετικούς αλγόριθμους για τον προγραμματισμό επαναλαμβανόμενων κατασκευαστικών έργων, παρουσιάζοντας τη δυνατότητα αλγορίθμων να βελτιστοποιούν τα αποτελέσματα των έργων τόσο σε χρόνο όσο και σε κόστος. Η Διαχείριση Έργων Κρίσιμης Αλυσίδας (CCPM) αναδεικνύεται ως μια σημαντική μεθοδολογία για την αντιμετώπιση των εγγενών αβεβαιοτήτων και των περιορισμών πόρων στα κατασκευαστικά έργα. Οι Jan και Ho (2006) διερευνούν την εφαρμογή του CCPM στην κατασκευή, υποστηρίζοντας τη διαχείριση buffer ως στρατηγική για την ενίσχυση της αξιοπιστίας και της αποτελεσματικότητας του χρονοδιαγράμματος. Αυτή η μέθοδος αντιπροσωπεύει μια απόκλιση από τον παραδοσιακό προγραμματισμό της μεθόδου κρίσιμης διαδρομής (CPM), προσφέροντας μια πιο ευέλικτη και ρεαλιστική προσέγγιση στη διαχείριση των χρονοδιαγραμμάτων και των αβεβαιοτήτων του έργου.



Η διερεύνηση των θεωριών και μεθοδολογιών διαχείρισης έργων στην κατασκευή αποκαλύπτει ένα δυναμικό πεδίο που περικλείει παραδοσιακές τεχνικές σχεδιασμού και καινοτόμες προσεγγίσεις που βασίζονται στην τεχνολογία. Η αποτελεσματική ενσωμάτωση αυτών των θεωριών στις πρακτικές διαχείρισης κατασκευαστικών έργων απαιτεί όχι μόνο βαθιά κατανόηση των θεωρητικών θεμελίων αλλά και προθυμία προσαρμογής και καινοτομίας ως απάντηση στις μοναδικές προκλήσεις των κατασκευαστικών έργων. Καθώς το πεδίο συνεχίζει να εξελίσσεται, οι διαχειριστές έργων πρέπει να παραμείνουν έμπειροι στη μόχλευση τόσο των καθιερωμένων όσο και των αναδυόμενων μεθοδολογιών για τη διασφάλιση της επιτυχούς παράδοσης των κατασκευαστικών έργων.

Η διαχείριση έργων για υποβρύχια τηλεπικοινωνιακά καλώδια απαιτεί μια σχολαστική και αναλυτική προσέγγιση, δεδομένων των χαρακτηριστικών προκλήσεων που ενυπάρχουν στο σχεδιασμό, την εγκατάσταση και τη συντήρησή τους. Ο αποτελεσματικός σχεδιασμός και η επιλογή διαδρομής είναι πρωταρχικής σημασίας, καθώς χρησιμεύουν ως ο ακρογωνιαίος λίθος για την επίτευξη οικονομικής δρομολόγησης, παρακάμπτοντας τα εμπόδια και μετριάζοντας τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Οι Wang et al. (2022) έχουν υπογραμμίσει τη σημασία της χρήσης γεωγραφικών δεδομένων και μεθοδολογιών ανάλυσης πολλαπλών στόχων για τη βελτιστοποίηση των αποφάσεων δρομολόγησης, μειώνοντας έτσι το κόστος και το μήκος του καλωδίου (Wang et al., 2022).

Κατά τη φάση εγκατάστασης, το σκληρό θαλάσσιο περιβάλλον και τα σημαντικά βάθη θέτουν τρομερές προκλήσεις. Οι Courtois και Bardelay-Guyot (2016) έχουν τονίσει την ανάγκη για ισχυρές αρχιτεκτονικές δικτύου που ενσωματώνουν επαναλήπτες και μονάδες διακλάδωσης, καθοριστικής σημασίας για τη διασφάλιση της αποτελεσματικότητας των διαδικασιών εγκατάστασης και των επακόλουθων εργασιών συντήρησης (Courtois & Bardelay-Guyot, 2016). Η παρακολούθηση και η ανάλυση σε πραγματικό χρόνο χρησιμεύουν ως απαραίτητα εργαλεία για τον ποιοτικό έλεγχο σε όλη τη διαδικασία εγκατάστασης. Xiuhan et al. (2009) έχουν δείξει την αποτελεσματικότητα ενός τρισδιάστατου οπτικού



συστήματος διαχείρισης στην επίβλεψη των διαδικασιών εγκατάστασης, στον έγκαιρο εντοπισμό σφαλμάτων και στη βελτιστοποίηση των διαδικασιών συλλογής δεδομένων (Xiuhan et al., 2009).

Στον τομέα της συντήρησης και της επισκευής, τα προληπτικά μέτρα είναι απαραίτητα για τη διατήρηση της ασφάλειας και της αξιοπιστίας των καλωδίων. Ο Liu (2023) έχει προτείνει την αξιοποίηση αλγορίθμων τεχνητής νοημοσύνης για την πρόβλεψη πιθανών βλαβών και την παροχή καθοδήγησης για στοχευμένες πρωτοβουλίες επισκευής, βελτιώνοντας έτσι τη συνολική ανθεκτικότητα του καλωδίου και ελαχιστοποιώντας το χρόνο διακοπής λειτουργίας (Liu, 2023). Συλλογικά, αυτές οι αναλυτικές προσεγγίσεις και οι τεχνολογικές παρεμβάσεις διασφαλίζουν τη διαρκή αποδοτικότητα και την αδιάλειπτη παγκόσμια συνδεσιμότητα των υποβρυχίων τηλεπικοινωνιακών καλωδίων.

## **2.6. Κοινές προκλήσεις που συναντώνται σε έργα υποβρύχιας εγκατάστασης καλωδίων**

Τα έργα εγκατάστασης υποβρυχίων καλωδίων οπτικών ινών αντιμετωπίζουν μυριάδες προκλήσεις που κυμαίνονται από περιβαλλοντικά εμπόδια έως τεχνολογικούς περιορισμούς. Αυτές οι προκλήσεις απαιτούν καινοτόμες λύσεις και προσαρμοστικές στρατηγικές για να διασφαλιστεί η επιτυχής εκτέλεση του έργου. Η βιβλιογραφία για τις υποβρύχιας εγκαταστάσεις καλωδίων υπογραμμίζει αρκετά βασικά ζητήματα και προτείνει μια ποικιλία λύσεων για την αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων.

Οι περιβαλλοντικές και φυσικές προκλήσεις είναι από τα πιο σημαντικά ζητήματα που αντιμετωπίζονται κατά τις υποβρύχιας εγκαταστάσεις καλωδίων. Η διαβρωτική φύση του θαλασσινού νερού, η υψηλή πίεση σε περιβάλλοντα βαθύνων υδάτων και τα φυσικά εμπόδια όπως το υποβρύχιο έδαφος και η θαλάσσια ζωή θέτουν σημαντικούς κινδύνους για την ακεραιότητα και τη λειτουργικότητα των

καλωδίων οπτικών ινών. Οι Talwar και Srivastava (1984) συζητούν τον ρόλο των οπτικών ινών σε υποθαλάσσιες εφαρμογές, τονίζοντας την ανάγκη για καλώδια που να είναι ανθεκτικά σε αυτούς τους περιβαλλοντικούς παράγοντες. Οι λύσεις περιλαμβάνουν την ανάπτυξη καλωδίων με ενισχυμένες προστατευτικές επιστρώσεις και υλικά που αντέχουν σε υψηλές πιέσεις και διαβρωτικά στοιχεία.

Οι τεχνολογικές προκλήσεις διαδραματίζουν επίσης κρίσιμο ρόλο στην πολυπλοκότητα των υποβρύχιων εγκαταστάσεων καλωδίων. Η ανάγκη για υψηλό εύρος ζώνης και αξιόπιστες συνδέσεις επικοινωνίας απαιτεί προηγμένες οπτικές τεχνολογίες και στρατηγικές σχεδιασμού. Ο Sinkin (2022) αντιμετωπίζει τις τάσεις και τις προκλήσεις στο σχεδιασμό υποθαλάσσιων οπτικών συνδέσεων, τονίζοντας τη σημασία της ισχύος, του χώρου και της αποδοτικότητας κόστους. Ως βραχυπρόθεσμες λύσεις προτείνονται καινοτομίες στην τεχνολογία ινών και τη μηχανική υποσυστημάτων, ενώ προτείνονται νέες τεχνολογικές ανακαλύψεις για μελλοντική κλιμάκωση της χωρητικότητας.

Οι επιχειρησιακές προκλήσεις, όπως η ανάπτυξη και η συντήρηση υποβρύχιων καλωδίων, επιδεινώνονται περαιτέρω από τον απομακρυσμένο και απρόσιτο χαρακτήρα των υποθαλάσσιων περιβαλλόντων. Οι Polley και Yinger (1993) περιγράφουν λεπτομερώς την εγκατάσταση του Υποβρυχίου Συστήματος Επικοινωνίας Οπτικών Ινών (FOCUS), το οποίο αποτελεί παράδειγμα της υλικοτεχνικής πολυπλοκότητας που εμπλέκονται στα υποβρύχια καλωδιακά συστήματα. Οι λύσεις περιλαμβάνουν προηγμένες τεχνικές ανάπτυξης, όπως η χρήση τηλεχειριζόμενων οχημάτων (ROV) και αυτόνομων υποβρυχίων οχημάτων (AUV), για τη διευκόλυνση της εγκατάστασης και επισκευής καλωδίων σε συνθήκες βαθιάς θάλασσας.

Η ασφάλεια και η παρακολούθηση των υποβρύχιων καλωδιακών συστημάτων παρουσιάζουν πρόσθετες προκλήσεις. Η σημασία της ασφάλειας κρίσιμης υποβρύχιας υποδομής έναντι φυσικών και κυβερνοαπειλών έχει κερδίσει την προσοχή, ιδιαίτερα υπό το φως της παγκόσμιας εξάρτησης της επικοινωνίας σε

αυτά τα συστήματα. Οι Bannou και Burnett (2002) συζητούν τα ενισχυμένα μέτρα προστασίας για υποβρύχια δίκτυα οπτικών ινών, συμπεριλαμβανομένων των παραδοσιακών πρακτικών προστασίας καλωδίων και των νέων τεχνολογικών εξελίξεων για την επιτήρηση ασφαλείας.

Τα έργα εγκατάστασης υποβρύχιων καλωδίων οπτικών ινών αντιμετωπίζουν μια σειρά προκλήσεων που απαιτούν πολύπλευρες λύσεις. Η πρόοδος στην επιστήμη των υλικών, την οπτική τεχνολογία, τις στρατηγικές ανάπτυξης και τα μέτρα ασφαλείας είναι ουσιαστικής σημασίας για την υπέρβαση αυτών των εμποδίων. Η βιβλιογραφία παρέχει πολύτιμες γνώσεις για πιθανές λύσεις, υπογραμμίζοντας τη σημασία της συνεχούς καινοτομίας και προσαρμογής στον τομέα των υποθαλάσσιων επικοινωνιών.

## **2.7. Βέλτιστες πρακτικές και μελέτες περιπτώσεων**

Η εγκατάσταση υποβρύχιων καλωδίων οπτικών ινών είναι μια πολύπλοκη διαδικασία που απαιτεί προσεκτικό σχεδιασμό, εκτέλεση και διαχείριση. Μέσω της ανάλυσης των βέλτιστων πρακτικών και των περιπτώσιολογικών μελετών, έχουν προκύψει αρκετές βασικές στρατηγικές και διδάγματα που συμβάλλουν στην επιτυχία αυτών των έργων.

Ένα αξιοσημείωτο παράδειγμα στα αρχικά στάδια εξέλιξης της τεχνολογίας υποβρυχίων καλωδιακών συστημάτων ήταν είναι η εγκατάσταση του Υποβρυχίου Συστήματος Επικοινωνίας Οπτικών Ινών (FOCUS), το οποίο κατέδειξε τη σημασία της ολοκληρωμένης μηχανικής, της ακριβούς επιλογής και προμήθειας του εξοπλισμού και των σχολαστικών εργασιών εγκατάστασης. Το έργο FOCUS, το οποίο διαχειρίζεται η Science Applications International Corporation (SAIC/MariPro), απέδειξε τη σημασία ενός κριτηρίου σχεδιασμού που επικεντρώνεται στη μακροπρόθεσμη λειτουργία χωρίς συντήρηση. Αυτό το έργο αναγνωριζόταν επί χρόνια ως το μακρύτερο υποβρύχιο καλωδιακό σύστημα χωρίς την εγκατάσταση εξοπλισμού προώθησης/ενίσχυσης του σήματος (repeaterless),

δείχνοντας το δρόμο και τις δυνατότητες για παρόμοιες μελλοντικές προσπάθειες (Polley & Yinger, 1993).

Με την αλματώδη τεχνολογική πρόοδο και τις εξελίξεις στη βιομηχανία των καλωδιακών συστημάτων, το ρεκόρ του συστήματος καταρρίφθηκε σχετικά νωρίς φτάνοντας στις αρχές του 21<sup>ου</sup> αιώνα όπου η Αλκατέλ πέτυχε ένα τεχνολογικό ρεκόρ για τις υποθαλάσσιες επικοινωνίες επεκτείνοντας την εμβέλεια των μη επαναλαμβανόμενων καλωδιακών συστημάτων στα 100 gigabit ανά δευτερόλεπτο σε περισσότερα από 610 χιλιόμετρα χρησιμοποιώντας την ίδια ίνα τόσο για μετάδοση σήματος όσο και για ενισχυτή.

Οι βέλτιστες πρακτικές που επισημάνθηκαν από την εγκατάσταση του FOCUS και άλλων σημαντικών έργων υποβρύχιων καλωδίων περιλαμβάνουν:

- Περιβαλλοντική θεώρηση και προστασία: Διασφάλιση ότι ο σχεδιασμός του καλωδίου είναι προσαρμοσμένος ώστε να αντέχει στο σκληρό υποθαλάσσιο περιβάλλον, συμπεριλαμβανομένης της προστασίας από φυσική ζημιά και διάβρωση.
- Τεχνολογικές καινοτομίες: Αξιοποίηση των τελευταίων εξελίξεων στις οπτικές ίνες και την υποβρύχια μηχανική για τη βελτίωση της απόδοσης και της αξιοπιστίας των συνδέσμων επικοινωνίας.
- Διαχείριση και Σχεδιασμός Έργου: Εφαρμογή αυστηρών μεθοδολογιών διαχείρισης έργου για την επίβλεψη του έργου από τη σύλληψη έως την ολοκλήρωση, διασφαλίζοντας ότι όλες οι πτυχές ευθυγραμμίζονται με τους στόχους του έργου.
- Συνεργασία και Εξειδίκευση: Συνεργασία με ειδικούς στην υποβρύχια μηχανική, τη θαλάσσια βιολογία και την περιβαλλοντική επιστήμη για την αντιμετώπιση πιθανών προκλήσεων και τον μετριασμό των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.
- Συντήρηση και παρακολούθηση: Καθιέρωση ενός ολοκληρωμένου σχεδίου για τη συνεχή συντήρηση και παρακολούθηση του καλωδίου για να διασφαλιστεί η μακροπρόθεσμη λειτουργικότητα και αξιοπιστία του.

Η ενσωμάτωση μικροκαλωδίου οπτικών ινών (FOMC) σε υποβρύχιες εφαρμογές χρησιμεύει ως ένα άλλο παράδειγμα, υπογραμμίζοντας την κίνηση προς ελαφρύτερες, οικονομικά αποδοτικές λύσεις. Αυτά τα καλώδια έχουν βρει ευρεία εφαρμογή σε βαριές τορπίλες, υποβρύχια κατάδυσης βαθέων υδάτων και παρατηρητήρια ωκεανών, δείχνοντας προς ένα μέλλον όπου οι τεχνολογίες υποβρύχιας επικοινωνίας και παρατήρησης γίνονται πιο προσιτές και αποτελεσματικές (Hu Zhen, 2008).

Τα διδάγματα που αντλήθηκαν από αυτές τις περιπτωσιολογικές μελέτες τονίζουν τη σημασία της προσαρμοστικότητας, της τεχνολογικής καινοτομίας και της περιβαλλοντικής διαχείρισης. Καθώς τα έργα υποβρύχιων καλωδίων συνεχίζουν να εξελίσσονται, αυτές οι βέλτιστες πρακτικές και τα μαθήματα χρησιμεύουν ως κρίσιμες κατευθυντήριες γραμμές για μελλοντικές προσπάθειες, διασφαλίζοντας την επιτυχημένη και βιώσιμη επέκταση των παγκόσμιων δικτύων επικοινωνίας.

Νεότερα συστήματα όπως το Asia-Pacific Gateway (APG) και το South East Asia-Middle East-Western Europe 5 (SEA-ME-WE 5) δείχνουν πώς έχει προχωρήσει η τεχνολογία τα τελευταία χρόνια, ειδικά μετά το 5G και κατά τη διάρκεια της πανδημίας COVID-19. Το APG, που ολοκληρώθηκε το 2016, υπογραμμίζει τις καινοτομίες στη μετάδοση δεδομένων υψηλής χωρητικότητας, ενισχύοντας την περιφερειακή συνδεσιμότητα σε όλη την Ασία-Ειρηνικό. Ομοίως, το SEA-ME-WE 5, που λειτουργεί από το 2017, συνδέει Ευρώπη και Ασία, αξιοποιώντας τις πιο πρόσφατες μονάδες πολυπλεξίας διαίρεσης μήκους κύματος (WDM) και διακλαδώσεων για να προσφέρει αξιόπιστο εύρος ζώνης υψηλής ταχύτητας σε διηπειρωτικές αποστάσεις. Αυτά τα συστήματα αποτελούν παράδειγμα του τρόπου με τον οποίο εξελίσσονται τα υποθαλάσσια καλωδιακά δίκτυα, λόγω της αυξανόμενης ζήτησης για γρήγορη, σταθερή παγκόσμια επικοινωνία. Παρέχουν στους διαχειριστές έργων, στους μηχανικούς και στους ενδιαφερόμενους φορείς ενημερωμένα παραδείγματα σχεδιασμού και υλοποίησης υποδομής υποβρύχιων επικοινωνιών.

## Κεφάλαιο 3: Μεθοδολογία

### 3.1. Σχεδιασμός Έρευνας

Ο ερευνητικός σχεδιασμός της διατριβής περιλαμβάνει μια προσέγγιση μεικτών μεθόδων, που ενσωματώνει τόσο ποιοτικές όσο και ποσοτικές μεθοδολογίες για ολοκληρωμένη ανάλυση. Δεδομένης της πολυπλοκότητας και της πολύπλευρης φύσης των έργων, αυτή η προσέγγιση επιτρέπει την ολιστική κατανόηση των διαφόρων παραγόντων που επηρεάζουν την υλοποίηση και τη διαχείριση του έργου. Ο ερευνητικός σχεδιασμός βρίσκει πρακτική εφαρμογή στο έργο BLUE (case study) εστιάζοντας ειδικά στις επιχειρήσεις Direct Shore End Landing στην Pomezia της Ιταλίας.

#### *Προσέγγιση Μελέτης Περίπτωσης:*

Η μέθοδος μελέτης περίπτωσης επιτρέπει μια εις βάθος εξέταση ενός πραγματικού έργου, παρέχοντας πλούσιες γνώσεις σχετικά με τις προκλήσεις, τις στρατηγικές και τα αποτελέσματα που σχετίζονται με τα έργα εγκατάστασης υποβρυχίων καλωδίων οπτικών ινών.

#### *Μέθοδοι συλλογής δεδομένων:*

Ανάλυση Εγγράφων: Ολοκληρωμένη θεώρηση των εγγράφων ζήτησης προσφοράς (RFQ), των σχεδίων έργων, των τεχνικών προδιαγραφών και των συμβάσεων. Παρέχονται λεπτομερείς πληροφορίες σχετικά με τους στόχους του έργου, το πεδίο εφαρμογής, τα χρονοδιαγράμματα και τις τεχνικές απαιτήσεις.

Συλλογή χαρτών και βιβλιογραφικών δεδομένων: Αφορούν τη βυθομετρία, μορφολογία πυθμένα και γεωλογία της ευρύτερης περιοχής, περιβαλλοντικά στοιχεία για τη χλωρίδα και πανίδα καθώς και ανθρωπογεωγραφικά χαρακτηριστικά και δράσεις (π.χ. αλιεία). Πιο συγκεκριμένα, δίνονται πληροφορίες για τα παρακάτω:

- Βυθομετρία της περιοχής μελέτης
- Μορφολογία του υποθαλάσσιου πυθμένα (ενδείξεις ύπαρξης πετρωδών, βραχωδών περιοχών, απότομων κλίσεων κλπ.)
- Σεισμικότητα της περιοχής μελέτης

- Τεκτονικά χαρακτηριστικά περιοχής μελέτης-υποθαλάσσια ηφαιστειότητα
- Ωκεανογραφικά δεδομένα (όπως μέση θερμοκρασία θαλασσίου ύδατος επιφάνειας και βυθού, ύψος κυματισμού, θαλάσσια ρεύματα και παλίρροια, μέση διακύμανση ανέμων, αλατότητα).

- Περιβαλλοντικά στοιχεία για την χλωρίδα και πανίδα της περιοχής
- Στοιχεία για αρχαιότητες, εμπόδια ή άλλα δίκτυα που επηρεάζουν την εγκατάσταση και μετέπειτα χρήση του καλωδίου.

Συνεντεύξεις: Ημιδομημένες συνεντεύξεις με βασικά ενδιαφερόμενα μέρη που συμμετέχουν στις εργασίες Direct Shore End Landing, συμπεριλαμβανομένων των διαχειριστών έργων, μηχανικών, εργολάβων και εκπροσώπων από ρυθμιστικές αρχές. Αυτές οι συνεντεύξεις θα προσφέρουν πολύτιμες προοπτικές για το σχεδιασμό, την εκτέλεση του έργου, τις προκλήσεις που αντιμετωπίζει και τα διδάγματα που αντλήθηκαν από προηγούμενα έργα.

Επιτόπιες επισκέψεις και παρατήρηση: Επιτόπιες επισκέψεις στο πεδίο προσαιγιάλωσης για την αξιολόγηση της περιοχής και τον εντοπισμό πιθανών ζητημάτων ή περιορισμών από πρώτο χέρι. Αυτή η άμεση παρατήρηση θα συμπληρώσει τα δεδομένα που λαμβάνονται από την ανάλυση εγγράφων και τις συνεντεύξεις, παρέχοντας πρόσθετο πλαίσιο και γνώσεις. Ειδικότερα, οι επιτόπιες επισκέψεις περιλαμβάνουν:

- Επιθεώρηση χερσαίου και θαλασσίου χώρου
- Συναντήσεις με Τοπικές Αρχές (αδειοδοτήσεις / καιρικά φαινόμενα)
- Συναντήσεις με εργολάβους και προμηθευτές
- Υπάρχουσες Υποδομές (π.χ. λιμάνια, νοσοκομεία)

#### **Ανάλυση δεδομένων:**

Θεματική ανάλυση: Τα ποιοτικά δεδομένα που συλλέγονται υποβάλλονται σε θεματική ανάλυση για τον εντοπισμό επαναλαμβανόμενων θεμάτων, προτύπων και βασικών ζητημάτων που σχετίζονται με τις επιχειρήσεις προσαιγιάλωσης καλωδίου (Shore End Landing). Τα θέματα κατηγοριοποιούνται με βάση τη συνάφεια με τον σχεδιασμό, την εκτέλεση, τη διαχείριση κινδύνου και τον συντονισμό των ενδιαφερομένων μερών.



**Ποσοτική ανάλυση:** Τα ποσοτικά δεδομένα, όπως τα χρονοδιαγράμματα έργων, οι κατανομές προϋπολογισμού και οι μετρήσεις απόδοσης, αναλύονται χρησιμοποιώντας στατιστικές μεθόδους για τον εντοπισμό τάσεων, αποκλίσεων από τους προγραμματισμένους στόχους και πιθανούς τομείς για βελτίωση.

Η ανάλυση των δεδομένων περιλαμβάνει τα εξής:

- Τύπος και μήκος προσαιγιάλωσης
- Ορισμός των σταθερών κατασκευών στο χερσαίο κομμάτι (BMH/ Duct Exit)
- Αναμενόμενα μήκη και βάθη ταφής για τις διάφορες ζώνες εγκατάστασης από το φρεάτιο παραλίας έως το σημείο όπου θα βρίσκεται το κύριο σκάφος (καλωδιακό)
- Προστασία καλωδίου στις διαφορετικές ζώνες εγκατάστασης (παραλία, παλίρροια, surf zone)
- Ταχύτητα θαλάσσιων ρευμάτων / κατεύθυνση κυμάτων / ταχύτητα και κατεύθυνση ανέμου
- Αποστάσεις από υπάρχουσες υποδομές

#### **Δεοντολογικά ζητήματα:**

Τα ηθικά ζητήματα είναι υψίστης σημασίας σε όλη τη διαδικασία της μελέτης. Αρχικά λαμβάνεται έγγραφη συναίνεση εμπιστευτικότητας από όλους τους συμμετέχοντες στις συνεντεύξεις, διασφαλίζοντας την εμπιστευτικότητα και το απόρρητο των ευαίσθητων πληροφοριών. Ο χειρισμός και η αποθήκευση των δεδομένων γίνεται με ασφάλεια σύμφωνα με τις δεοντολογικές οδηγίες και τους υπάρχοντες κανονισμούς στο ισχύον νομικό πλαίσιο.

Χρησιμοποιώντας έναν αυστηρό ερευνητικό σχεδιασμό που περιλαμβάνει διάφορες μεθόδους συλλογής δεδομένων και τεχνικές ανάλυσης, αυτή η διατριβή στοχεύει να παρέχει μια ολοκληρωμένη κατανόηση των λειτουργιών σχεδιασμού, παρακολούθησης και περάτωσης έργου προσαιγιάλωσης υποβρυχίου καλωδίου οπτικών ινών. Τα ευρήματα θα συμβάλουν στο σύνολο της γνώσης σε ανάλογα έργα και θα βελτιώσουν τις πρακτικές στη διαχείριση και εκτέλεση έργων.



### 3.2. Συλλογή Δεδομένων

Η συλλογή δεδομένων για αυτήν την έρευνα θα περιλαμβάνει έναν συνδυασμό πρωτογενών και δευτερογενών πηγών για τη συλλογή περιεκτικών πληροφοριών σχετικά με έργα προσαιγιάλωσης υποβρυχίου καλωδίου οπτικών ινών. Οι επιλεγμένες μέθοδοι συλλογής δεδομένων στοχεύουν στην αποτύπωση διαφορετικών προοπτικών και γνώσεων από βασικούς ενδιαφερόμενους φορείς που εμπλέκονται στο έργο, καθώς και στη σχετική τεκμηρίωση του έργου.

#### 1. Ανάλυση εγγράφων:

- Έγγραφα RFQ: Ενδελεχής εξέταση των εγγράφων Request for Quotation (RFQ) που σχετίζονται με τις εργασίες Direct Shore End Landing. Αυτό περιλαμβάνει τεχνικές προδιαγραφές, εύρος εργασιών, συμβατικούς όρους και απαιτήσεις έργου που περιγράφονται στο RFQ.
- Σχέδια Έργων και Τεχνικές Προδιαγραφές: Εξέταση σχεδίων έργων, μηχανικών σχεδίων και τεχνικών προδιαγραφών που παρέχονται από την ομάδα διαχείρισης έργου. Αυτό έχει ως στόχο την κατανόηση σε ζητήματα σχεδιασμού, τις απαιτήσεις εξοπλισμού και τις μεθοδολογίες εγκατάστασης που αφορούν το έργο προσαιγιάλωσης.
- Συμβατικά Τεύχη: Ανάλυση συμβάσεων μεταξύ των ενδιαφερομένων μερών του έργου, συμπεριλαμβανομένων του πελάτη, των εργολάβων και των υπερβολάβων. Η κατανόηση των συμβατικών υποχρεώσεων, των όρων πληρωμής και της κατανομής των κινδύνων παρέχει πληροφορίες για το νομικό πλαίσιο και τις δομές διακυβέρνησης και διαχείρισης του έργου.

#### 2. Επισκέψεις στο χώρο και παρατήρηση:

- Επιτόπιες επισκέψεις: Επισκέψεις στον τόπο προσαιγιάλωσης για την αξιολόγηση του χώρου και τη συλλογή από πρώτο χέρι πληροφοριών σχετικά με το έργο προσαιγιάλωσης. Οι επιτόπιες επισκέψεις διευκολύνουν την άμεση αλληλεπίδραση με το προσωπικό του έργου, την επιθεώρηση και διαθεσιμότητα εξοπλισμού και προσωπικού από εργολάβους και προμηθευτές και την παρατήρηση των επιχειρησιακών διαδικασιών.

- Σημειώσεις πεδίου και τεκμηρίωση: Τεκμηρίωση παρατηρήσεων, αλληλεπιδράσεων και αξιοσημείωτων ευρημάτων κατά τις επιτόπιες επισκέψεις μέσω σημειώσεων πεδίου και φωτογραφιών. Αυτά τα αρχεία συμπληρώνουν τα δεδομένα των συνεντεύξεων και παρέχουν συναφείς πληροφορίες για ανάλυση.

### **3. Δεοντολογικά ζητήματα:**

- Ενημερωμένη Συναίνεση: Εξασφάλιση έγγραφης συναίνεσης από όλους τους συμμετέχοντες που συμμετέχουν στις συνεντεύξεις, με σαφή επεξήγηση του σκοπού της έρευνας, των μέτρων εμπιστευτικότητας και της εθελοντικής συμμετοχής.
- Εμπιστευτικότητα και ανωνυμία: Διατήρηση του απορρήτου των ευαίσθητων πληροφοριών που λαμβάνονται μέσω συνεντεύξεων και διασφάλιση της ανωνυμίας των συμμετεχόντων χρησιμοποιώντας ψευδώνυμα στην αναφορά ευρημάτων.
- Ασφάλεια δεδομένων: Προστασία δεδομένων που συλλέγονται μέσω ασφαλούς αποθήκευσης και περιορισμένης πρόσβασης μόνο σε εξουσιοδοτημένους ερευνητές, σύμφωνα με τις δεοντολογικές οδηγίες και κανονισμούς.

Χρησιμοποιώντας μια ισχυρή προσέγγιση συλλογής δεδομένων που περιλαμβάνει πολλαπλές μεθόδους, αυτή η έρευνα στοχεύει να συγκεντρώσει ολοκληρωμένες πληροφορίες για το σχεδιασμό του έργου διευκολύνοντας μια ενδελεχή ανάλυση των πρακτικών διαχείρισης του έργου, των προκλήσεων και των αποτελεσμάτων.

### **3.3.Ανάλυση Δεδομένων**

Η ανάλυση των συλλεγόμενων δεδομένων περιλαμβάνει μια συστηματική προσέγγιση για την εξαγωγή ουσιαστικών γνώσεων και την εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με τις επιχειρήσεις προσאיγιάλωσης για το έργο BLUE στην Pomezia της Ιταλίας. Η ανάλυση περιλαμβάνει τόσο ποιοτικές όσο και

ποσοτικές μεθόδους ανάλογα με την περίπτωση, επιτρέποντας μια ολοκληρωμένη εξέταση διαφόρων πτυχών του έργου.

### **1. Θεματική Ανάλυση (Ποιοτική):**

- Κωδικοποίηση δεδομένων: Κατηγοριοποίηση δεδομένων σε θέματα και υπο-θέματα με βάση επαναλαμβανόμενα μοτίβα, θέματα και έννοιες.
- Προσδιορισμός βασικών θεμάτων: Εξαγωγή βασικών θεμάτων που σχετίζονται με τον σχεδιασμό, την εκτέλεση, τις προκλήσεις, τη διαχείριση κινδύνου, τον συντονισμό των ενδιαφερομένων και τα αποτελέσματα.
- Ανάλυση μεταξύ περιπτώσεων: Σύγκριση δεδομένων από συνεντεύξεις διαφορετικών ενδιαφερομένων και έγγραφα έργου για τον εντοπισμό κοινών σημείων, διαφορών και διαφορετικών προοπτικών.
- Σύνθεση Δεδομένων: Σύνθεση θεματικών ευρημάτων για την ανάπτυξη μιας συνεκτικής αφήγησης που αποτυπώνει τις πολυπλοκότητες και τις αποχρώσεις των επιχειρήσεων προσαιγιάλωσης.

### **2. Θέματα έκτακτης ανάγκης και υποανάλυση:**

- Emergent Themes: Εξερεύνηση αναδυόμενων θεμάτων που μπορεί να προκύψουν κατά τη διαδικασία ανάλυσης, επιτρέποντας ευελιξία και προσαρμογή σε νέες ιδέες και απροσδόκητα ευρήματα.
- Υποανάλυση: Διεξαγωγή εστιασμένων υπο-αναλύσεων σε συγκεκριμένα θέματα ή επιμέρους συνιστώσες των επιχειρήσεων προσαιγιάλωσης για την εμβάθυνση σε συγκεκριμένους τομείς ενδιαφέροντος ή ενδιαφέροντος.

### **3. Αναφορά ευρημάτων:**

- Τα ευρήματα αναφέρονται με σαφή και δομημένο τρόπο, με λεπτομερείς επεξηγήσεις της αναλυτικής διαδικασίας, βασικά ευρήματα και επιπτώσεις για την πρακτική διαχείρισης έργων και τη μελλοντική έρευνα. Η μελέτη περιλαμβάνει υποστηρικτικά στοιχεία από πηγές δεδομένων, όπως αποσπάσματα από συνεντεύξεις και στατιστικές περιλήψεις, για ενίσχυση της διαφάνειας και της αξιοπιστίας.

Χρησιμοποιώντας μια αυστηρή και συστηματική προσέγγιση στην ανάλυση δεδομένων, αυτή η μελέτη στοχεύει να αποκαλύψει πολύτιμες πληροφορίες για τις λειτουργίες προσαιγιάλωσης για το έργο BLUE, συμβάλλοντας στην κατανόηση των πρακτικών διαχείρισης έργων σε έργα εγκατάστασης υποβρύχιων καλωδίων οπτικών ινών.

### **3.4.Μεθοδολογία Μελέτης Πεδίου (Desktop Study)**

Η μεθοδολογία Μελέτης Πεδίου (Desktop Study) αποτελεί ένα κρίσιμο προπαρασκευαστικό βήμα για τον σχεδιασμό εγκατάστασης υποθαλάσσιων καλωδιακών συστημάτων. Περιλαμβάνει ολοκληρωμένη έρευνα και ανάλυση χρησιμοποιώντας δεδομένα από μια σειρά αξιόπιστων πηγών. Η μελέτη πεδίου παρέχει ουσιαστικές γνώσεις σχετικά με τη σκοπιμότητα, τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις και τον σχεδιασμό διαδρομής. Η μελέτη πεδίου αναλύεται στα ακόλουθα βασικά στοιχεία:

#### ***Επίσκεψη στο χώρο***

Προκαταρκτική επιτόπια έρευνα σε όλες τις πιθανές τοποθεσίες προσαιγιάλωσης, συμπεριλαμβανομένων των παρακάτω:

- **Επιθεώρηση χερσαίου χώρου:** Επίσκεψη κάθε πιθανής τοποθεσίας για επιθεώρηση της προσβασιμότητας, της γεωμορφολογίας και των περιβαλλοντικών συνθηκών, συμπεριλαμβανομένης της σύνθεσης των ιζημάτων και των απορρίψεων ποταμών/ άλλων υδάτινων όρων (αν υπάρχουν).
- **Συναντήσεις με Τοπικές Αρχές:** Η συνεργασία με τις τοπικές αρχές και τους δήμους διασφαλίζει την αναγνώριση και απόκτηση πληροφοριών περί των απαιτούμενων κανονισμών, νομικού πλαισίου και αδειοδοτήσεων καθώς και απόκτηση πολύτιμης και ανεκτίμητης γνώσης για τις τοπικές γεωμορφολογικές και ανθρωπογεωγραφικές συνθήκες.
- **Ορισμός διαδρόμου:** Ορίζεται ένας διάδρομος πλάτους 250 μέτρων, ο οποίος εκτείνεται 250 μέτρα από το φρεάτιο παραλίας προς την ξηρά με

επίπεδο αναφοράς τη Χαμηλότερη Αστρονομική Παλίσρροια (LAT). Αυτό καθορίζει ένα σαφές όριο για την περιοχή μελέτης.

### **Βιβλιογραφική Μελέτη**

Η βιβλιογραφική μελέτη περιλαμβάνει διεξοδικές ανασκοπήσεις βιβλιογραφίας και συλλογή δεδομένων από προηγούμενες μελέτες, τεχνικές αναφορές και έγκυρες βάσεις δεδομένων, ήτοι:

- Γεωλογικό, γεωμορφολογικό και τεκτονικό περιβάλλον: Οι γεωλογικές έρευνες και τα δημοσιευμένα δεδομένα δίνουν κρίσιμες πληροφορίες για τη σύνθεση του εδάφους και υπεδάφους, των τεκτονικών πλακών και των σεισμικών κινδύνων που δύναται να επηρεάσουν τη διαδρομή. Αυτό περιλαμβάνει πιθανές σεισμικές ζώνες, γραμμές ρηγμάτων και κινήσεις τεκτονικών πλακών.
- Χαρτογράφηση δεξιάς διέλευσης: Το δικαίωμα διέλευσης αναλύεται διεξοδικά και προσεκτικά και η όδευση καλωδίου χαρτογραφείται για τον εντοπισμό όλων των πιθανών διασταυρώσεων με υπάρχοντα καλώδια ή αγωγούς κατά μήκος της προτεινόμενης διαδρομής.
- Ανάλυση Σεισμικότητας: Χρησιμοποιούνται ιστορικά αρχεία σεισμών και γεωλογικές έρευνες για τη χαρτογράφηση της σεισμικότητας κατά μήκος της προτεινόμενης διαδρομής. Αυτές οι πληροφορίες βοηθούν στην πρόβλεψη της συμπεριφοράς της γραμμής ρήγματος και των πιθανών κινδύνων σεισμών.
- Ανάλυση Θαλάσσιας Κυκλοφορίας και Ρευμάτων: Τα δεδομένα θαλάσσιας κυκλοφορίας από εποχιακές μελέτες παρέχουν ολοκληρωμένη εικόνα περιοχών υψηλής κυκλοφορίας και πιθανών ζωνών παρεμβολής. Τα επιφανειακά και υπόγεια μοτίβα ρεύματος, που περιγράφονται στην ακαδημαϊκή βιβλιογραφία, είναι κρίσιμα για την πρόβλεψη του αντίκτυπου των θαλάσσιων παραμέτρων στην ακεραιότητα του καλωδίου.
- Χαρτογράφηση αλιευτικών, περιβαλλοντικών και στρατιωτικών ζωνών: Χαρτογράφηση των προστατευόμενων περιοχών NATURA, των ζωνών

αλιείας και των περιοχών στρατιωτικών ασκήσεων, εντοπίζοντας πιθανούς κινδύνους παρεμβολής και περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

### **Στοιχεία διαδρομής**

Η εξέταση των στοιχείων της διαδρομής παρουσίασε ένα ολοκληρωμένο σχέδιο για την εγκατάσταση καλωδίων και κάλυψε:

- Πρόσβαση στο δίκτυο και ιδιοκτησία γης: Τονίστηκε η ευκολία πρόσβασης στο υπάρχον επίγειο τηλεπικοινωνιακό δίκτυο και τερματικού καλωδιακού σταθμού και ο εντοπισμός της σχετικής υποδομής. Η λεπτομερής χαρτογράφηση και ανάλυση των δικαιωμάτων ιδιοκτησίας γης και των λεπτομερειών ιδιοκτησίας ήταν ζωτικής σημασίας για την κατανόηση των υλικοτεχνικών προκλήσεων.
- Σύγκριση και αξιολόγηση διαδρομής: Η ομάδα αξιολόγησε εναλλακτικές διαδρομές για να εξασφαλίσει τη βέλτιστη σκοπιμότητα. Τα γεωλογικά και περιβαλλοντικά δεδομένα καθοδηγούν τις προσαρμογές διαδρομής και την ανάπτυξη σχεδίων έκτακτης ανάγκης.

### **Συγκέντρωση δεδομένων και εκτίμηση κινδύνου**

Η μελέτη πεδίου συνθέτει εκτεταμένα δεδομένα για να δημιουργήσει μια ισχυρή αξιολόγηση κινδύνου. Αυτό εξασφαλίζει μια ολιστική κατανόηση των προκλήσεων του έργου:

- Εκτίμηση Γεωκινδύνων: Εντοπίστηκαν και χαρτογραφήθηκαν πιθανοί γεωλογικοί κίνδυνοι όπως σεισμοί, κατολισθήσεις ή διάβρωση του εδάφους.
- Χαρτογράφηση δραστηριότητας: Διάφορες ζώνες δραστηριότητας, συμπεριλαμβανομένων των περιοχών αλιείας, των στρατιωτικών ζωνών και των ναυτιλιακών λωρίδων, χαρτογραφήθηκαν διεξοδικά για τον εντοπισμό των ζωνών υψηλού κινδύνου.
- Ανάλυση θαλάσσιας κυκλοφορίας: Τα εποχιακά μοτίβα κυκλοφορίας αναλύθηκαν χρησιμοποιώντας ιστορικά δεδομένα για την πρόβλεψη πιθανών παρεμβολών στην εγκατάσταση του καλωδίου.

Οι ακόλουθες συστάσεις έρευνας έγιναν για την αντιμετώπιση των εντοπισμένων κινδύνων:

- Κατακόρυφη καθιέρωση δεδομένων: Η χρήση παλιρροιακού δεδομένου παρείχε τη βάση για ακριβείς μετρήσεις βάθους.
- Συλλογή δεδομένων Metocean: Η συλλογή μετεωρολογικών και ωκεανογραφικών δεδομένων, ιδιαίτερα της θερμοκρασίας, της αλατότητας και των ρευμάτων, ήταν ζωτικής σημασίας για την κατανόηση του λειτουργικού περιβάλλοντος του καλωδίου.
- Ανάλυση ιζημάτων: Η διαφοροποίηση μεταξύ μαλακών και σκληρυμένων ιζημάτων, η αναγνώριση αμμοκυμάτων και η αξιολόγηση της επίδρασής τους στα βάθη ταφής και τη σταθερότητα ήταν ζωτικής σημασίας.
- Μετριάσμος παρεμβολών δραστηριότητας: Αναπτύχθηκαν στρατηγικές για τον χειρισμό πιθανών παρεμβολών από βυθοκόρηση, αγκυροβόληση, ψάρεμα και μη εκραγμένα πυρομαχικά (UXO).

Η μελέτη πεδίου παρείχε μια ουσιαστική βάση για τον προγραμματισμό της εγκατάστασης υποθαλάσσιων καλωδίων. Προσδιόρισε κινδύνους, περιβαλλοντικές ανησυχίες και υλικοτεχνικές προκλήσεις, καθοδηγώντας τη μετέπειτα επιτόπια έρευνα και τον επιχειρησιακό σχεδιασμό. Η ολοκληρωμένη ανάλυση και οι συστάσεις της μελέτης ενημέρωσαν την επιτόπια προσέγγιση της ομάδας έρευνας, την επιλογή διαδρομής και τις στρατηγικές μετριάσμου του κινδύνου, θέτοντας τελικά τη βάση για την επιτυχή εκτέλεση του έργου.

### 3.5.Εννοιολογικό Διάγραμμα Μελέτης Πεδίου

Με βάση την μεθοδολογία που περιγράφηκε η οποία ακολουθήθηκε στην παρούσα διατριβή, καταρτίστηκε ένα διάγραμμα ροής (flowchart) το οποίο συνοψίζει την πορεία της μελέτης. Συγκεκριμένα, παρατίθενται τα βασικά στοιχεία του εν λόγω διαγράμματος ροής:

#### 1. RFQ (Αίτημα για προσφορά)

Αυτό το στάδιο αφορά κυρίως την προετοιμασία και την υποβολή προτάσεων έργων:

- Εμπορικό Τμήμα: Διαχειρίζεται την προετοιμασία και την υποβολή του υπολογιστικού φύλλου πληροφοριών του έργου, των μελετών προϊόντων και των εμπορικών προσφορών.
- Τμήμα Μηχανικών: Προετοιμάζει τεχνικές προσφορές και πίνακες συμμόρφωσης.
- Αλληλεπίδραση: Συνεχής αλληλογραφία με τον πελάτη για την αντιμετώπιση τυχόν προβλημάτων και την ενημέρωση των πληροφοριών του έργου.

## 2. Ανάθεση Έργου/ Σύμβαση

Αυτή η φάση καλύπτει τα στάδια της σύμβασης και του αρχικού σχεδιασμού μετά την ανάθεση:

- Εμπορικό Τμήμα: Υπεύθυνος για τη νομική και οικονομική τεκμηρίωση, συμπεριλαμβανομένων των συμβολαίων και της ασφάλισης έργων.
- Τμήμα Μηχανικών: Ετοιμάζει τις απαραίτητες συμβάσεις για όλο το προσωπικό που εμπλέκεται στο έργο.
- Divers/Equipment Dept: Συλλέγει και ενημερώνει όλες τις απαραίτητες προδιαγραφές εξοπλισμού και τις απαιτήσεις προσωπικού.

## 3. Λειτουργίες

Αυτή είναι η φάση εκτέλεσης, όπου διεξάγονται οι λειτουργίες του έργου:

- Οικονομικό Τμήμα: Διαχειρίζεται ασήμαντα μετρητά και εξασφαλίζει επαρκή κεφάλαια για το προσωπικό που ταξιδεύει στο εξωτερικό και διαχειρίζεται τις τρέχουσες οικονομικές πτυχές του έργου.
- Τμήμα Μηχανικών: Συντονίζει τις εργασίες του γραφείου και παρακολουθεί την πρόοδο των εργασιών.
- Εμπορικό Τμήμα: Οργανώνει τα logistics όπως πτήσεις, καταλύματα και επιβλέπει τις απαιτήσεις αποστολής και την παράδοση εξοπλισμού.
- Divers/Equipment Dept: Συγκεντρώνει όλο τον απαιτούμενο εξοπλισμό και ενημερώσεις για τις ανάγκες εξοπλισμού.

## 4. Ολοκλήρωση Έργου - Αποκινητοποίηση



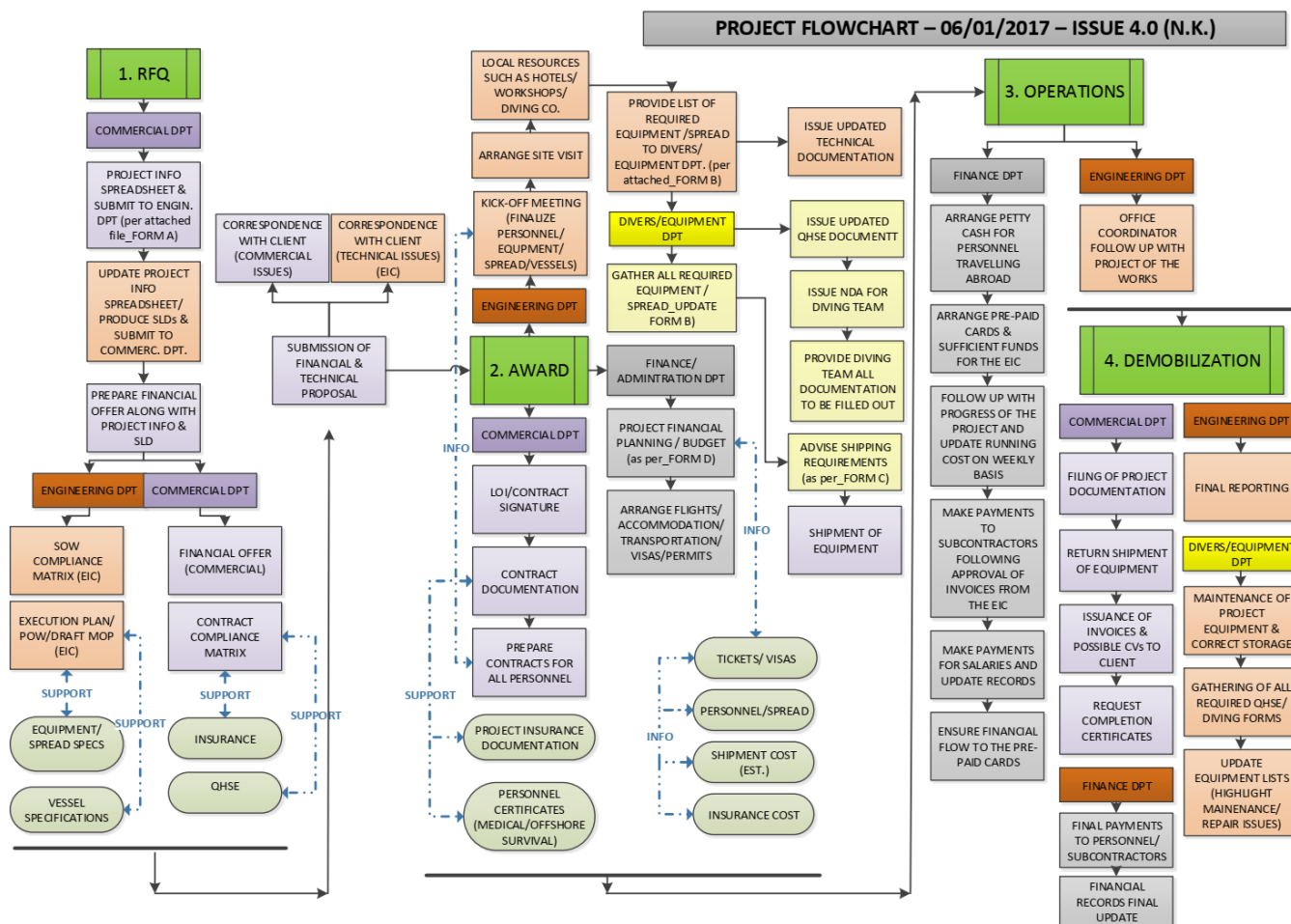
Αυτό το τελικό στάδιο επικεντρώνεται στο κλείσιμο του έργου:

- Εμπορικό Τμήμα: Διενεργεί την τελική κατάθεση της τεκμηρίωσης του έργου και χειρίζεται τις οικονομικές πτυχές, συμπεριλαμβανομένων των τελικών πληρωμών σε προσωπικό και υπεργολάβους.
- Τμήμα Μηχανικών: Συμμετέχει στην τελική αναφορά και συντήρηση του εξοπλισμού.
- Divers/Equipment Dept: Επιστρέφει εξοπλισμό, διασφαλίζει τη συντήρηση και τη σωστή αποθήκευση και ενημερώνει τις λίστες εξοπλισμού.

Βασικά Σημεία Ανάλυσης

- Ροή πληροφοριών: Το διάγραμμα δείχνει μια καλά καθορισμένη ροή εργασιών και ευθυνών σε διάφορα τμήματα, υποδηλώνοντας μια δομημένη προσέγγιση διαχείρισης έργου.
- Εξάρτηση: Κάθε στάδιο δείχνει εξαρτήσεις μεταξύ των τμημάτων, τονίζοντας την ανάγκη για συνεργασία και επικοινωνία. Για παράδειγμα, η φάση των επιχειρήσεων δεν μπορεί να προχωρήσει αποτελεσματικά χωρίς την επιτυχή ολοκλήρωση της φάσης ανάθεσης, όπου οριστικοποιούνται οι συμβάσεις και ο οικονομικός προγραμματισμός.
- Βρόχοι ανάδρασης: Το διάγραμμα ροής περιλαμβάνει μηχανισμούς ανάδρασης, όπως η απαίτηση για τακτική ενημέρωση των πληροφοριών του έργου και των προδιαγραφών του εξοπλισμού. Αυτό είναι ζωτικής σημασίας για την προσαρμογή στις αλλαγές και τη διασφάλιση της συνέπειας των απαιτήσεων του έργου.
- Τεκμηρίωση και συμμόρφωση: Δίνεται μεγάλη έμφαση στη συμμόρφωση (π.χ. πίνακας συμμόρφωσης SOW) και στην τεκμηρίωση (π.χ. ασφάλιση, τεκμηρίωση συμβολαίου), υποδεικνύοντας την ευθυγράμμιση του έργου με τα νομικά και λειτουργικά πρότυπα.
- Κατανομή πόρων: Το διάγραμμα περιγράφει λεπτομερώς τη διαχείριση τόσο των ανθρώπινων όσο και των υλικών πόρων, από τα αρχικά στάδια της σύμβασης και της ασφάλισης έως τα τελικά στάδια της αποστράτευσης, παρουσιάζοντας λεπτομερή σχεδιασμό και διαχείριση πόρων.

Αυτό το διάγραμμα ροής παρέχει έναν ολοκληρωμένο οδικό χάρτη για τη διαχείριση ενός έργου, τονίζοντας τις κρίσιμες φάσεις της διαχείρισης του έργου και τις απαραίτητες αλληλεπιδράσεις τμημάτων για να διασφαλιστεί η ομαλή εκτέλεση και ολοκλήρωση ενός έργου.



### 3.6.Πρωτοτυπία και Καινοτομία Έρευνας

Αυτή η διατριβή εισάγει μια ξεχωριστή προσέγγιση στη μεθοδολογία της μελέτης πεδίου, η οποία την διαφοροποιεί από τις συμβατικές μεθοδολογίες έρευνας σε έργα εγκατάστασης υποθαλάσσιων καλωδίων. Η πρωτοτυπία και η καινοτομία αυτής της μεθοδολογίας αποδεικνύονται σε πολλές βασικές πτυχές που ενισχύουν τόσο τη θεωρητική όσο και την πρακτική κατανόηση των περιβαλλοντικών και υλικοτεχνικών προκλήσεων σε έργα θαλάσσιας μηχανικής.

#### *Ολοκληρωμένη Ενοποίηση Πολυθεματικών Δεδομένων*

Παραδοσιακά, οι μελέτες πεδίου στο πλαίσιο των υποθαλάσσιων έργων επικεντρώνονται κυρίως σε περιβαλλοντικές ή τεχνικές πτυχές. Ωστόσο, αυτή η διατριβή διευρύνει το πεδίο εφαρμογής ενσωματώνοντας γεωλογικά, περιβαλλοντικά, κοινωνικο-οικονομικά, ανθρωπογεωγραφικά και τεχνικά δεδομένα. Αυτή η ολοκληρωμένη συγχώνευση δεδομένων επιτρέπει μια ολιστική αξιολόγηση του πεδίου του έργου, διασφαλίζοντας ότι όλες οι πιθανές επιπτώσεις και απαιτήσεις αντιμετωπίζονται από την αρχή. Αξιοποιώντας πολυεπιστημονικά δεδομένα, η μεθοδολογία διευκολύνει μια πιο ενημερωμένη διαδικασία λήψης αποφάσεων, ενισχύοντας τη σκοπιμότητα και τη βιωσιμότητα του έργου.

#### *Ενισχυμένη Εκτίμηση Κινδύνου με Γεωχωρική Ανάλυση*

Μια νέα πτυχή αυτής της διατριβής είναι η χρήση προηγμένων τεχνικών γεωχωρικής ανάλυσης για την αξιολόγηση των κινδύνων κατά μήκος της προτεινόμενης διαδρομής καλωδίου. Σε αντίθεση με τις παραδοσιακές μεθόδους που βασίζονται σε μεγάλο βαθμό σε ιστορικά δεδομένα, αυτή η προσέγγιση συνδυάζει την απόκτηση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο με προγνωστική μοντελοποίηση για τον εντοπισμό και τον μετριασμό πιθανών γεωκινδύνων και ανθρωπογενών απειλών. Αυτή η προληπτική στρατηγική διαχείρισης κινδύνου βελτιώνει σημαντικά την ακρίβεια των αξιολογήσεων απειλών και βελτιστοποιεί τον σχεδιασμό της διαδρομής, θέτοντας ένα νέο πρότυπο για την ασφάλεια και την αποτελεσματικότητα στις υποθαλάσσιες εγκαταστάσεις καλωδίων.

### *Εφαρμογή Δυναμικής Περιβαλλοντικής Μοντελοποίησης*

Η μεθοδολογία εισάγει δυναμική περιβαλλοντική μοντελοποίηση για την πρόβλεψη και την προσομοίωση των επιπτώσεων των ωκεανογραφικών και κλιματικών συνθηκών στο καλωδιακό σύστημα με την πάροδο του χρόνου. Αυτή η καινοτομία είναι ιδιαίτερα νέα ως προς την ικανότητά της να μοντελοποιεί τη δυναμική των ιζημάτων και τα θαλάσσια ρεύματα, τα οποία είναι κρίσιμα για τον προσδιορισμό του βάθους ταφής και της σταθερότητας του καλωδίου. Με την πρόβλεψη μελλοντικών αλλαγών στο θαλάσσιο περιβάλλον, η μελέτη επιφάνειας εργασίας διασφαλίζει ότι ο σχεδιασμός του καλωδίου είναι ανθεκτικός έναντι μακροπρόθεσμων περιβαλλοντικών αλλαγών, επεκτείνοντας έτσι τη λειτουργική διάρκεια ζωής του καλωδιακού συστήματος.

### *Δέσμευση Ενδιαφερομένων και Χαρτογράφηση Κανονιστικής Συμμόρφωσης*

Η παρούσα διατριβή τονίζει τη σημασία της έγκαιρης και συνεχούς δέσμευσης των ενδιαφερομένων, η οποία ενσωματώνεται στη μεθοδολογία της μελέτης ως τυπική πρακτική. Με τη συστηματική χαρτογράφηση των τοπίων των ρυθμιστικών και των ενδιαφερομένων, η μεθοδολογία διασφαλίζει ότι όλα τα πιθανά νομικά και κοινωνικά εμπόδια προβλέπονται και αντιμετωπίζονται αποτελεσματικά. Αυτή η πτυχή είναι ιδιαίτερα καινοτόμος στη δομημένη προσέγγισή της για την ενσωμάτωση της ανατροφοδότησης των ενδιαφερομένων σε κάθε φάση του έργου, ενισχύοντας έτσι τη συμμόρφωση και την τοπική αποδοχή.

### *Εφαρμογή Στόχων Βιώσιμης Ανάπτυξης*

Η ενσωμάτωση των Στόχων Βιώσιμης Ανάπτυξης (SDGs) των Ηνωμένων Εθνών στη μεθοδολογία μελετών σηματοδοτεί μια σημαντική πρόοδο στην ευθυγράμμιση των έργων υποθαλάσσιων καλωδίων με τα παγκόσμια πρότυπα αειφορίας. Αυτή η προσέγγιση αξιολογεί τον αντίκτυπο του έργου στους SDG, όπως η ζωή κάτω από το νερό (SDG 14) και η υπεύθυνη κατανάλωση και παραγωγή (SDG 12). Αυτή η στρατηγική ευθυγράμμιση όχι μόνο προάγει την περιβαλλοντική διαχείριση αλλά επίσης ενισχύει τις προοπτικές δημόσιας και ρυθμιστικής έγκρισης του έργου.

## Συμπέρασμα

Η μεθοδολογία που παρουσιάζεται σε αυτή τη διατριβή όχι μόνο επεκτείνει τα παραδοσιακά όρια των μελετών αλλά εισάγει και καινοτόμες πρακτικές που μπορούν να θεωρηθούν ως σημεία αναφοράς στο σχεδιασμό θαλάσσιων έργων. Αυτές οι εξελίξεις συμβάλλουν σημαντικά στον τομέα, παρέχοντας ένα αναπαραγόμενο πλαίσιο για μελλοντικά έργα που στοχεύουν σε υψηλά πρότυπα περιβαλλοντικής συμβατότητας και λειτουργικής αποτελεσματικότητας. Αυτή η πρωτότυπη και νέα προσέγγιση υπογραμμίζει τη δυνατότητα των μελετών να εξελιχθούν από απλές προκαταρκτικές αξιολογήσεις σε ολοκληρωμένα, στρατηγικά εργαλεία σχεδιασμού που οδηγούν την επιτυχία σύνθετων έργων μηχανικής.

## Κεφάλαιο 4: Αποτελέσματα

### 4.1.Περιγραφή Έργου

Το έργο BLUE αποτελείται από την εγκατάσταση ενός επαναλαμβανόμενου κορμού από τη Μασσαλία (Γαλλία) στη Γένοβα (Ιταλία) με μία διακλάδωση στη Bastia (Γαλλία) και στη συνέχεια έναν επαναλαμβανόμενο κορμό από τη Γένοβα (Ιταλία) στο Τελ Αβίβ (Ισραήλ) με διακλαδώσεις στην Romezia, Golfo Aranci και Παλέρμο (Ιταλία), Χανιά (Κρήτη), Γερόσκηπος (Κύπρος) καθώς και πολλές άλλες αδρανείς BU για μελλοντικές συνδέσεις (βλ. Εικόνα 1)

Οι τύποι θαλάσσιων καλωδίων είναι: OALC4 τύπου 30, τύπου 40 με μερικά OALC7 τύπου 50 για τα BUs. Το μήκος του συστήματος είναι περίπου 4.800 km.

Αυτό το RFQ είναι για την Πομέτζια, Ιταλία, Direct Shore End Landing.



Εικόνα 2. Χάρτης Έργου



Πίνακας 1. Παράμετροι έργου

Parameter	Definition
Project Name	BLUE SCS
Number of cable segments	25 (excluding sub-segments)
Names of Shore End Landing Locations	Genoa (Italy) x 2 Golfo Aranci (Italy) Pomezia (Italy) Palermo (Italy) Chania (Greece) Yeroskipos (Cyprus) Tel Aviv (Israel) Bastia (France) Marseille (France)

Ο πίνακας παρέχει μια συνοπτική περίληψη των βασικών παραμέτρων που σχετίζονται με το έργο BLUE SCS, ένα υποθαλάσσιο καλωδιακό σύστημα που στοχεύει στην ενίσχυση της συνδεσιμότητας μεταξύ διαφόρων τοποθεσιών στη Μεσόγειο και στην επέκταση στο Ισραήλ. Ακολουθεί αναλυτικός σχολιασμός των παρεχόμενων πληροφοριών:

#### **Επισκόπηση έργου**

Όνομα έργου: BLUE SCS. Το ακρωνύμιο "SCS" σημαίνει Submarine Cable System υποδεικνύοντας τη φύση του έργου ότι περιλαμβάνει υποθαλάσσιες εγκαταστάσεις καλωδίων για τηλεπικοινωνιακούς σκοπούς ή για σκοπούς μετάδοσης δεδομένων.

#### **Τμήματα καλωδίων**

Αριθμός τμημάτων καλωδίων: Το έργο αποτελείται από 25 διακριτά τμήματα καλωδίων. Αυτός ο αριθμός δεν περιλαμβάνει υποτμήματα, κάτι που θα μπορούσε να σημαίνει ότι το πεδίο εφαρμογής του έργου περιλαμβάνει σύνθετη δρομολόγηση με τμήματα διαιρεμένα περαιτέρω για συγκεκριμένους τεχνικούς ή λειτουργικούς λόγους.



### **Τοποθεσίες προσαιγιάλωσης στην ακτή**

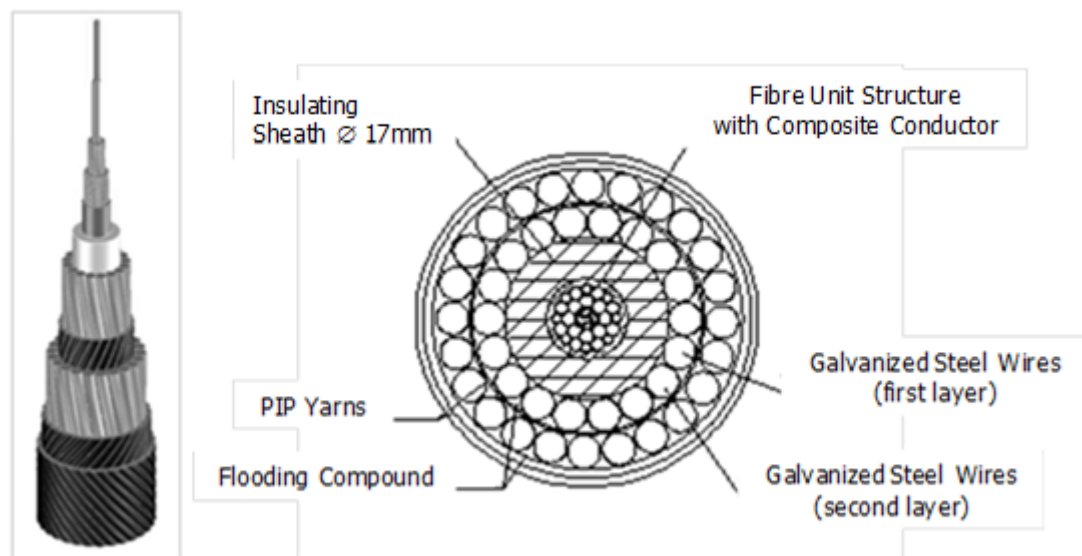
Ο πίνακας παραθέτει τις θέσεις προσαιγιάλωσης στην ξηρά για το καλωδιακό σύστημα, υποδεικνύοντας τα σημεία όπου το υποθαλάσσιο καλώδιο προσγειώνεται και συνδέεται με την χερσαία/επίγεια υποδομή. Η παρουσία πολλαπλών τοποθεσιών σε διάφορες χώρες υπογραμμίζει την εκτεταμένη γεωγραφική κάλυψη του έργου και την πολυπλοκότητα του σχεδιασμού και της εκτέλεσης που συνεπάγεται. ΕΙΔΙΚΑ:

Ιταλία: Το έργο έχει τέσσερις τοποθεσίες προσαιγιάλωσης στην Ιταλία: Γένοβα (με δύο ξεχωριστές προσαιγιαλώσεις), Golfo Aranci, Pomezia και Palermo. Αυτό υποδηλώνει τον κεντρικό ρόλο της Ιταλίας στο δίκτυο, που λειτουργεί ως κόμβος λόγω της στρατηγικής της θέσης στη Μεσόγειο.

- Ελλάδα: Χανιά στο νησί της Κρήτης, ενισχύοντας τη συνδεσιμότητα με την ανατολική Μεσόγειο.
- Κύπρος: Γεροσκήπου, παρέχοντας έναν κρίσιμο σύνδεσμο ανατολικότερα στη Μεσόγειο και πιο κοντά στη Μέση Ανατολή.
- Ισραήλ: Τελ Αβίβ, επεκτείνοντας την εμβέλεια του δικτύου στην Ανατολική Μεσόγειο και παρέχοντας άμεση σύνδεση με τη Μέση Ανατολή.
- Γαλλία: Μπαστιά και Μασσαλία, με τη Μασσαλία να χρησιμεύει ως το δυτικό τέρμα του καλωδιακού συστήματος, συνδέοντας το δίκτυο πίσω στην ηπειρωτική Ευρώπη.

Η παραπάνω περιγραφή υπογραμμίζει το φιλόδοξο εύρος του έργου BLUE SCS, με στόχο τη σημαντική ενίσχυση της ψηφιακής συνδεσιμότητας μεταξύ πολλών βασικών τοποθεσιών στην περιοχή της Μεσογείου και πέρα από αυτήν. Η ποικιλομορφία των τοποθεσιών προσαιγιάλωσης αντανακλά στρατηγικό σχεδιασμό για τη βελτιστοποίηση της απόδοσης του δικτύου, του πλεονασμού και της πρόσβασης. Η εκτέλεση του έργου περιλαμβάνει πολύπλοκα υλικοτεχνικά, περιβαλλοντικά και γεωπολιτικά ζητήματα, δεδομένων των ποικίλων περιοχών

που εκτείνεται και των τεχνικών προδιαγραφών που απαιτούνται για τα υποθαλάσσια καλωδιακά συστήματα.



Εικόνα 3. Προβολή καλωδίου OALC4 MDA

Η εικόνα δείχνει μια όψη σε τομή ενός υποθαλάσσιου καλωδίου και παρέχει πληροφορίες για την κατασκευή και τα εξαρτήματά του, τα οποία σχετίζονται ιδιαίτερα με τον τύπο OALC4 MDA (12 ζεύγη ινών) που αφορά το τμήμα προσαιγιαλώσεων του BLUE SCS. Εδώ είναι μια λεπτομερής περιγραφή:

Συστατικά του καλωδίου:

- Μονωτικό περίβλημα: Το εξωτερικό στρώμα του καλωδίου, με διάμετρο 17 mm, το οποίο έχει σχεδιαστεί για να μονώνει και να προστατεύει τα εσωτερικά εξαρτήματα από το σκληρό θαλάσσιο περιβάλλον.
- Σύρματα από γαλβανισμένο χάλυβα (πρώτη στρώση): Αυτή η στρώση παρέχει μηχανική αντοχή στο καλώδιο, προστατεύοντάς το από τριβή και αλειτουργικές δραστηριότητες. Η διαδικασία γαλβανισμού βοηθά στην πρόληψη της διάβρωσης από το θαλασσινό νερό.
- Σύρματα από γαλβανισμένο χάλυβα (δεύτερη στρώση): Ένα επιπλέον στρώμα συρμάτων από γαλβανισμένο χάλυβα προσθέτει επιπλέον

προστασία και αντοχή, διασφαλίζοντας την ανθεκτικότητα και τη μακροζωία του καλωδίου.

- Δομή μονάδας ινών με σύνθετο αγωγό: Στον πυρήνα του καλωδίου βρίσκονται οι κλώνοι οπτικών ινών, που εδώ αναφέρονται ως "δομή μονάδας ινών με σύνθετο αγωγό". Αυτό το τμήμα μεταφέρει τα πραγματικά δεδομένα, χρησιμοποιώντας το φως για τη μετάδοση πληροφοριών σε τεράστιες αποστάσεις με ελάχιστη απώλεια σήματος.
- Flooding Compound: Ένας στεγανοποιητικός παράγοντας που γεμίζει τα διάκενα μεταξύ των χαλύβδινων συρμάτων και των ινών, προστατεύοντάς τα από την είσοδο νερού και συμβάλλοντας στη διατήρηση της ακεραιότητας του καλωδίου.
- PIP Yarns: Ακρωνύμιο για τα νήματα "Petroleum Impregnated Paper", τα οποία χρησιμοποιούνται για μόνωση και προστασία της δομής της μονάδας ινών. Παρέχουν πρόσθετη στεγανοποίηση και βοηθούν στη διατήρηση της δομικής ακεραιότητας των πυρήνων οπτικών ινών.

Σημασία για το Shore End (OALC4 MDA - 12 ζεύγη ινών):

- Καλώδιο Shore End: Αυτός ο τύπος καλωδίου είναι συνήθως βαρύτερος και πιο στιβαρός από τα τμήματα βαθέων υδάτων, επειδή πρέπει να αντέχει σε πιο σκληρές συνθήκες πιο κοντά στην ακτή, όπως παλιρροϊκές δυνάμεις, πιθανές ανθρώπινες δραστηριότητες (αγκυροβόλεια/ αλιεία) και τον κίνδυνο τριβής στον βυθό της θάλασσας.
- OALC4 MDA (12 ζεύγη ινών): Αυτή η συγκεκριμένη ονομασία υποδεικνύει ένα Οπτικό Ενισχυμένο Χαλαρό Καλώδιο με 4 στρώματα θωράκισης μέσης πυκνότητας, κατάλληλο για άκρα ακτών με 12 ζεύγη ινών. Η κατασκευή εξασφαλίζει την απαιτούμενη φυσική προστασία και παράλληλα αποτελεσματική μετάδοση δεδομένων.

Ο τύπος καλωδίου OALC4 MDA (12 ζεύγη ινών) έχει κατασκευαστεί για να αντέχει τις περιβαλλοντικές πιέσεις του άκρου τμήματος της ακτής ενός υποθαλάσσιου καλωδιακού συστήματος, με πολλά στρώματα μηχανικής προστασίας που περικλείουν τους πυρήνες οπτικών ινών που μεταφέρουν δεδομένα υψηλής

ταχύτητας. Αυτός ο σχεδιασμός είναι κρίσιμος για τη διατήρηση της ακεραιότητας και της λειτουργικότητας της υποθαλάσσιας σύνδεσης επικοινωνίας.

Πίνακας 2. Κύρια χαρακτηριστικά καλωδίου OALC4 MDA

CHARACTERISTICS	UNIT	LW	LWP	SA	DA
Optical fibres capacity		Up to 24	Up to 24	Up to 24	Up to 24
Cable core diameter	mm	17	17	17	17
First layer vault wires # (left hand)		8	8	8	8
First layer vault wires diameter	mm	1.4	1.4	1.4	1.4
Second layer vault wires # (left hand)		16	16	16	16
Second layer vault wires diameter	mm	1.0 & 1.3	1.0 & 1.3	1.0 & 1.3	1.0 & 1.3
First layer steel wires diameter	mm	-	-	3.4	3.4
First layer steel wires # (left hand)		-	-	18	18
First layer steel wires lay length	mm	-	-	470	470
Second layer steel wires diameter	mm	-	-	-	3.4
Second layer steel wires # (left hand)		-	-	-	24
Second layer steel wires lay length	mm	-	-	-	510
Outer diameter	mm	17	23	28	37.5
Maximum Weight in air	kg/m	0.48	0.72	2.0	3.9
Maximum Weight in water	kg/m	0.25	0.29	1.4	2.8
Storage factor	m <sup>3</sup> /km	0.26	0.48	0.75	1.4
PERFORMANCES	UNIT	LW	LWP	SA	DA
UTS	kN	70	79	280	545
NPTS	kN	20	20	100	200
NOTS	kN	30	30	150	300
NTTS	kN	50	50	200	400
Modulus	km	28	24	20	19
Hydrodynamic constant (lay)	deg.knots	40	37	73	90
Hydrodynamic constant (recovery)	deg.knots	47	43	73	90
Crush resistance	kN	30	30	40	40
Impact resistance	J	>20	>20	400	400
Pressure resistance	Mpa	100	100	100	100

Ο πίνακας αποτελεί το φύλλο τεχνικών προδιαγραφών για το καλώδιο που χρησιμοποιήθηκε, με στήλες που αντιπροσωπεύουν διαφορετικούς τύπους ή κατηγορίες καλωδίων. Αυτοί οι τύποι διαφοροποιούνται με βάση τα χαρακτηριστικά σχεδιασμού και απόδοσης, κατάλληλα για διάφορα λειτουργικά περιβάλλοντα ή απαιτήσεις. Ο πίνακας χωρίζεται σε δύο κύριες ενότητες: Χαρακτηριστικά και Επιδόσεις.

#### Ενότητα Χαρακτηριστικών:

- Χωρητικότητα οπτικών ινών: Υποδεικνύει τον αριθμό των οπτικών ινών σε κάθε καλώδιο, ο οποίος είναι έως και 24 για όλους τους τύπους που αναφέρονται.
- Διάμετρος πυρήνα καλωδίου: Η διάμετρος του πυρήνα του καλωδίου για όλους τους τύπους είναι 17 mm.

- First Layer Vault Wires (# και διάμετρος): Ο αριθμός και η διάμετρος των συρμάτων στο πρώτο προστατευτικό στρώμα γύρω από το καλώδιο. Όλοι οι τύποι έχουν 8 σύρματα με διάμετρο 1,4 mm.
- Καλώδια θησαυροφυλακίου δεύτερου στρώματος (# και διάμετρος): Ο αριθμός και η διάμετρος των συρμάτων του δεύτερου στρώματος, τα οποία είναι συνεπή σε όλους τους τύπους σε 16 σύρματα διαμέτρου 1,6 mm.
- Χαλύβδινα σύρματα πρώτης στρώσης (# και διάμετρος): Αυτό ισχύει μόνο για τους τύπους SA και DA, και οι δύο έχουν 10 χαλύβδινα σύρματα με διάμετρο 3,4 mm.
- Μήκος στρώσης χαλύβδινων συρμάτων πρώτης στρώσης: Αναφέρεται στο μήκος της στρώσης των χαλύβδινων συρμάτων πρώτης στρώσης, το οποίο είναι 470 mm και για τους τύπους SA και DA.
- Χαλύβδινα σύρματα δεύτερης στρώσης (# και διάμετρος): Αυτό ισχύει επίσης μόνο για τους τύπους SA και DA, με αμφότερους τους 10 χαλύβδινα σύρματα με διάμετρο 3,4 mm.
- Μήκος στρώσης συρμάτων δεύτερου στρώματος: Το μήκος στρώσης για τα χαλύβδινα σύρματα δεύτερης στρώσης, το οποίο είναι 510 mm και για τους τύπους SA και DA.
- Εξωτερική διάμετρος: Η συνολική εξωτερική διάμετρος του καλωδίου, που κυμαίνεται από 17 mm για LW έως 28 mm για τύπους SA.
- Μέγιστο βάρος στον αέρα: Το βάρος του καλωδίου ανά χιλιόμετρο όταν βρίσκεται στον αέρα, που κυμαίνεται από 0,48 kg/m για LW έως 3,9 kg/m για τύπους DA.
- Μέγιστο βάρος σε νερό: Το βάρος του καλωδίου ανά χιλιόμετρο όταν βυθίζεται στο νερό, που κυμαίνεται από 0,255 kg/m για LW έως 2,8 kg/m για τύπους DA.
- Συντελεστής αποθήκευσης: Ένας απροσδιόριστος παράγοντας που σχετίζεται με την αποθήκευση, που κυμαίνεται από 0,26 για LW έως 1,4 για τύπους DA.

### **Ενότητα Μηχανικών Χαρακτηριστικών:**

- UTS (Ultimate Tensile Strength): Η μέγιστη τάση που μπορεί να αντέξει ένα καλώδιο ενώ τεντώνεται ή τραβιέται πριν αστοχήσει, που κυμαίνεται από 70 kN για LW έως 540 kN για τύπους DA.
- NPTS (Normal Operating Tensile Strength - Κανονική ισχύς εφελκυσμού λειτουργίας): Η λειτουργική αντοχή εφελκυσμού σε κανονικές συνθήκες, από 20 kN για LW έως 200 kN για τύπους DA.
- NTTS (Κανονική ισχύς εφελκυσμού λειτουργίας): Η αντοχή εφελκυσμού υπό κανονική θερμοκρασία λειτουργίας, τιμές που κυμαίνονται από 50 kN για LW έως 400 kN για τύπους DA.
- Modulus: Το μέτρο της ακαμψίας του καλωδίου, που κυμαίνεται από 28 kN για LW έως 159 kN για τύπους DA.
- Υδροδυναμική σταθερά (lay): Η υδροδυναμική απόδοση του καλωδίου κατά την τοποθέτηση, με τον τύπο LW στους 40 degraknots και τον DA στους 90 degraknots.
- Υδροδυναμική σταθερά (ανάκτηση): Η υδροδυναμική απόδοση κατά την ανάκτηση, με LW στα 47 degraknots και DA σε 90 degraknots.
- Αντίσταση στη σύνθλιψη: Η αντίσταση στη σύνθλιψη υπό μια δεδομένη δύναμη, όλοι οι τύποι μπορούν να αντέξουν 3 kN.
- Αντοχή σε κρούσεις: Η ικανότητα του καλωδίου να αντέχει κρούσεις, όλοι οι τύποι που αναφέρονται με τιμή >20 κρούσεις.
- Αντίσταση στην πίεση: Η ικανότητα να αντέχει την πίεση χωρίς παραμόρφωση, όλοι οι τύποι παρουσιάζουν αντίσταση 100 MPa.

Ο πίνακας περιγράφει τους διαφορετικούς τύπους καλωδίων που έχουν σχεδιαστεί για υποθαλάσσια χρήση, με διάφορα χαρακτηριστικά απόδοσης και κατασκευής κατάλληλα για διαφορετικές λειτουργικές απαιτήσεις και περιβαλλοντικές συνθήκες. Οι τύποι LW (Light Weight), LWP (Light Weight Protected), SA (Single Armor) και DA (Double Armor) ποικίλλουν ως προς τη δύναμη, το βάρος και τα επίπεδα προστασίας, με τους πιο στιβαρούς τύπους SA

και DA να προφανώς έχουν σχεδιαστεί για πιο σκληρές συνθήκες ή περιοχές που απαιτούν περισσότερη προστασία.

#### **4.2.Αναλυτικό πεδίο εργασιών στις παράκτιες εγκαταστάσεις**

Το απευθείας άκρο της ακτής Romezia, Ιταλία βρίσκεται σε υπάρχον σημείο προσαιγιάλωσης με υπάρχον ΒΜΗ και σχετική υποδομή. Κάποια άλλα υποβρύχια καλώδια προσγειώνονται στο ίδιο ή σε κοντινή απόσταση από το ΒΜΗ (κόκκινο και μπλε), αλλά αυτά θεωρούνται OOS (υπόκειται σε επιβεβαίωση) Το BLUE καλώδιο εμφανίζεται με λευκό. (Εικόνα 3)





Εικόνα 4. Προβολή Google Earth του σημείου προσαιγιάλωσης

Το Pomezia ΒΜΗ βρίσκεται σύμφωνα με το RPL και όπως φαίνεται στο Σχήμα 4. Η διάνοιξη τάφρων στην παραλία θα γίνει απευθείας στο ΒΜΗ και πρέπει να σημειωθεί ότι θα απαιτηθεί ταφή παραλίας στα 2 μέτρα, ή έως την ύπαρξη βραχώδους εδάφους, όποιο είναι πρώτο (όπως περιγράφεται στο BAS). Η διάβρωση ήταν εμφανής σε αυτή την παραλία στο παρελθόν και ο υπερβολικός πρέπει να προτείνει κατάλληλα μέτρα διάνοιξης τάφρων για την ταφή 2 μέτρων.





Εικόνα 5. Φρεάτιο παραλίας

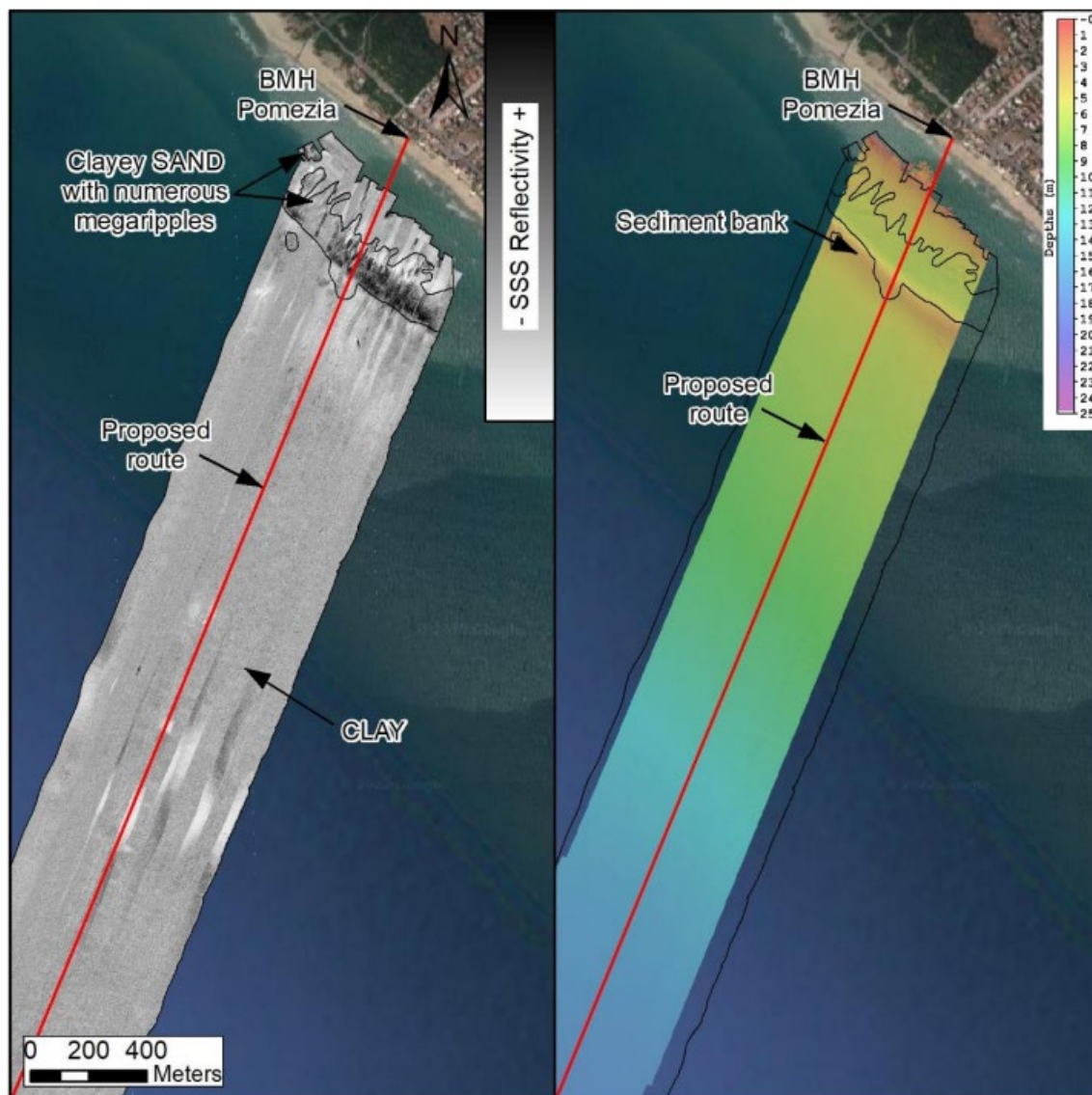


Figure 4.13: SSS mosaic (left panel) and MBES bathymetry (right panel) illustrating the Inshore Survey area from KP 0.187 to KP 2.700

#### Εικόνα 6. Inshore Data

Η περιοχή Inshore Survey ξεκινά από KP 0,187 σε περίπου 2,4 m βάθος νερού σε μια ήπια πλαγιά που αποτελείται από αμμώδη πηλό. Από 0,375 KP σε 5,5 m βάθος νερού έως KP 0,573 η προτεινόμενη διαδρομή καταλήγει σε τράπεζα ιζημάτων που εκτείνεται παράλληλα με την ακτή με βάθος νερού 3,3 m. Τα ιζήματα κατά μήκος αυτής της έκτασης χαρακτηρίζονται από αργιλώδη άμμο. Από εδώ μέχρι το τέλος



της περιοχής Inshore Survey στα Χ.Θ. 2.700 σε βάθος νερού 15 m, ο βυθός είναι ενιαίος αποτελούμενος από αργιλώδη άμμο με μεμονωμένες κοιλότητες.

#### ***Αρθρωτός σωλήνας***

Ο αρθρωτός σωλήνας πρέπει να βιδώνεται σε κάθε τμήμα εντός της ζώνης surf και κάθε 5 μέτρα σε όλες τις περιοχές εκατέρωθεν της ζώνης surf. πρόκειται να εγκατασταθούν 325μ

#### ***Ταφή Shore End***

Το καλώδιο πρέπει να είναι θαμμένο σύμφωνα με το BAS και ο υπερβολάβος θα πρέπει να αναφέρει λεπτομερώς στην απάντησή του πώς ο προγραμματισμένος εξοπλισμός θα ανταποκρινόταν σε αυτό, δεδομένων των συνθηκών του εδάφους που είναι πιθανό να συναντηθούν επιτόπου.

#### ***Posidonia Anchors and Turbidity Nets***

Ποσειδώνια Άγκυρα και Δίκτυα Θολότητας δεν αναμένονται για αυτήν την τοποθεσία

Πίνακας 3. Α10.3 Απόσπασμα αναφοράς BAS (Rev0, PSR01 RPL)

RPL INFORMATION					SURVEY INFORMATION		BURIAL ASSESSMENT INFORMATION						
FROM KP (km)	EVENT	TO KP (km)	EVENT (km)	DISTANCE (km)	DEPTH (m)	SURVEY DESCRIPTION	IRA 1-4	TBD (m)	PBD (m)	BM	CT	BURIAL COMMENTS	
0.000	BMH POMEZIA	0.373	SEDIMENT BOUNDARY	0.373	-3-6	Sandy clay	1	1.5	1.5	DB	MDA30	Beach burial to be attempted by excavator (target 2m depth) Start AP @ EOD End AP (325m) @ KP 0.322 OOS FO ROMSAR 1 detected on the beach to the northwest	
0.373	SEDIMENT BOUNDARY	0.572	SEDIMENT BOUNDARY	0.199	6-4	Clayey sand with numerous megaripples	1	1.5	1.5	DB	MDA30		
0.572	SEDIMENT BOUNDARY	2.687	PLDN	2.115	4-15	Clay	1	1.5	1.5	DB	MDA30		
2.687	PLDN	4.560	SEDIMENT BOUNDARY	1.873	15-20	Clay	1	1	1.5	PL	MDA30/SAL30	TR MDA30/SAL30 @ KP 2.787	
4.560	SEDIMENT BOUNDARY	5.909	SEDIMENT BOUNDARY	1.349	20-25	>1m very loose to medium dense silty sand	1	1	1.5	PL	SAL30	CPT01	

Ο πίνακας αντιπροσωπεύει δεδομένα από την έρευνα διαδρομής για το εξεταζόμενο έργο υποθαλάσσιας εγκατάστασης καλωδίων. Ο σκοπός μιας τέτοιας έρευνας είναι η αξιολόγηση των συνθηκών του βυθού για τον σχεδιασμό της διαδικασίας τοποθέτησης καλωδίων, συμπεριλαμβανομένης της ταφής του καλωδίου για προστασία. Ακολουθεί μια ανάλυση και ο σχολιασμός των δεδομένων που παρέχονται στον πίνακα:

Στήλη πληροφοριών RPL:

- FROM KP (km): Αυτό υποδηλώνει το αρχικό χιλιομετρικό σημείο (KP) για ένα συγκεκριμένο τμήμα της διαδρομής.
- EVENT: Ο τύπος του συμβάντος ή του στοιχείου που συναντάται στην αρχή του τμήματος.
- TO KP (km): Αυτό υποδηλώνει το τελικό χιλιομετρικό σημείο για το τμήμα.
- EVENT (km): Ο τύπος του συμβάντος ή του στοιχείου στο τέλος του τμήματος.

Στήλη πληροφοριών έρευνας:

- DISTANCE (km): Το μήκος του τμήματος μεταξύ των σημείων FROM και TO χιλιομέτρων.
- ΒΑΘΟΣ (m): Το βάθος του νερού στο τμήμα, σε μέτρα.
- ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΕΥΝΑΣ: Σύντομη περιγραφή της σύνθεσης και των συνθηκών του βυθού στο τμήμα.
- IRA 1-4: Δείκτης για τις συνθήκες του βυθού

Στήλη πληροφοριών αξιολόγησης ταφής:

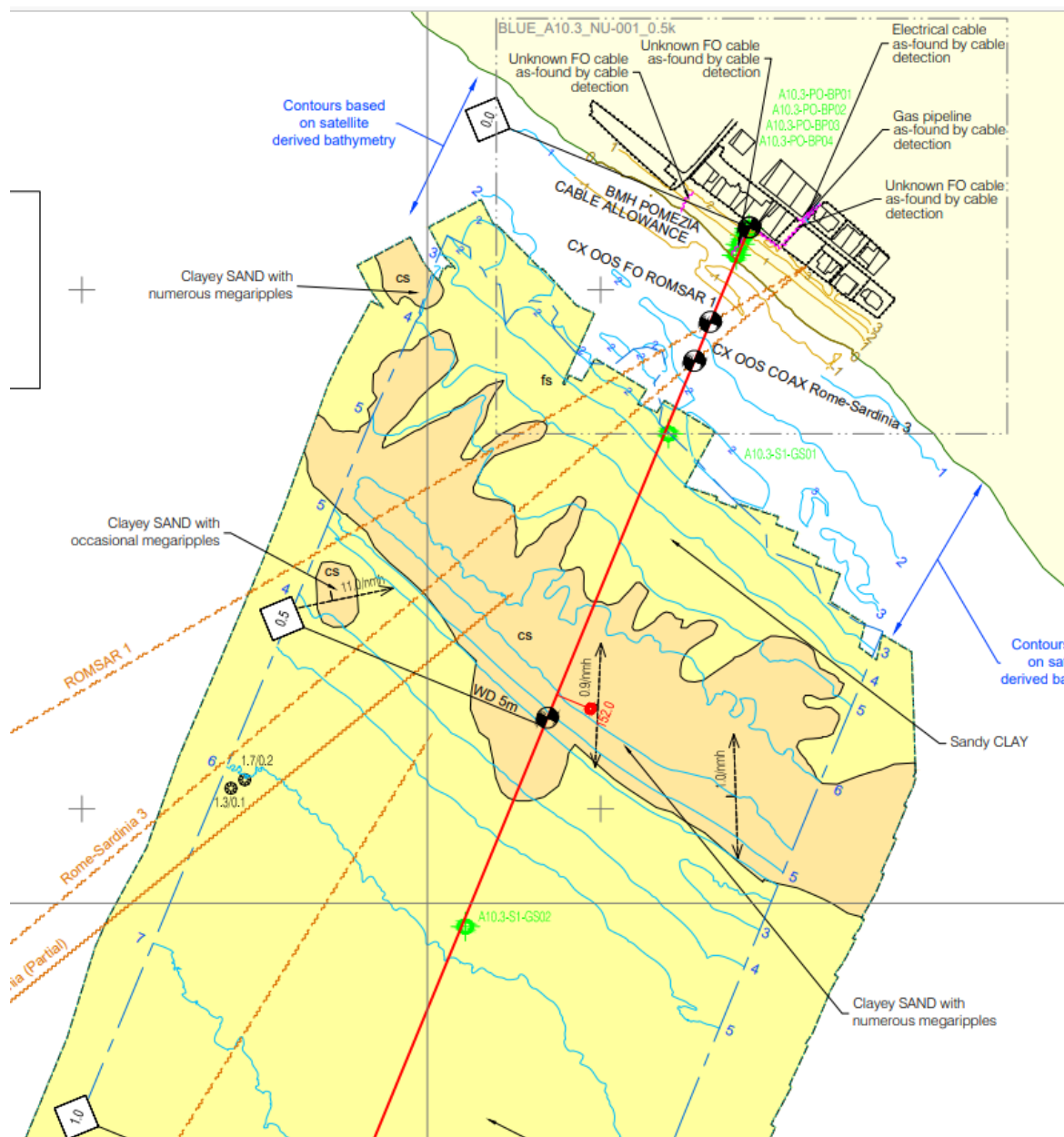
- TBD (m): Αυτό είναι το "Target Burial Depth", υποδεικνύοντας το βάθος στο οποίο πρέπει να θαφτεί το καλώδιο στον πυθμένα της θάλασσας.
- PBD (m): Αυτό είναι το "Προγραμματισμένο βάθος ταφής", το οποίο μπορεί να διαφέρει από τον στόχο με βάση τις πραγματικές συνθήκες του βυθού.
- BM: Burial Method, με το "DB υποδηλώνει "Direct Burial" και το "PL" σημαίνει "Post-Lay Burial" δηλαδή ταφή καλωδίου μετά την εγκατάσταση.

- CT: Τύπος καλωδίου, με διαφορετικά ακρωνύμια που αντιπροσωπεύουν διαφορετικά σχέδια ή προδιαγραφές καλωδίων.
- ΣΧΟΛΙΑ ΤΑΦΗΣ: Σημειώσεις σχετικά με τη διαδικασία ταφής, τις περιβαλλοντικές συνθήκες ή συγκεκριμένες προκλήσεις ή παρατηρήσεις που σχετίζονται με την ταφή με καλώδιο.

#### Σχολιασμός

- Στην εκκίνηση (0.000 χλμ.) επιχειρείται παραλιακή ταφή με εκσκαφέα που στοχεύει σε βάθος στόχου 2 μέτρων. Το ίζημα στο σημείο εκκίνησης είναι αμμώδης άργιλος και υπάρχει αναφορά στο "Start AP @ EOD" που σημαίνει "Έναρξη αρθρωτών σωλήνων προστασίας στο άκρο του σωλήνα" και "OOS FO ROMSAR 1" που είναι μια αναφορά σε υπάρχον καλώδιο στην παραλία που είναι εκτός λειτουργίας.
- Στα 0.373 χλμ., υπάρχει ένα όριο ιζήματος που υποδηλώνει μια αλλαγή στη σύνθεση του βυθού της θάλασσας σε αργιλώδη άμμο, που μπορεί να επηρεάσει τη διαδικασία τοποθέτησης καλωδίων.
- Ένα άλλο όριο ιζήματος συναντάται στα 0.572 km, μετά το οποίο η σύνθεση του βυθού αλλάζει σε άργιλο, ο οποίος εκτείνεται έως και 2.687 km.
- Στα 2.687 km, σημειώνεται το PLDN (ακρωνύμιο για το PLDN δηλαδή το σημείο όπου το καλωδιακό πλοίο θα τοποθετήσει το άροτρο ταφής (plough) και θα ξεκινήσει την ταυτόχρονη εγκατάσταση και ταφή καλωδίου) και ο τύπος του καλωδίου αλλάζει σε MDA30/SAL30 στα 2.787 km.
- Μεταξύ 4.560 km και 5.909 km, ο βυθός αποτελείται από πολύ χαλαρή έως μεσαία πυκνή ιλυώδη άμμο και αναφέρεται μια δοκιμή διείσδυσης κώνου (CPT01), η οποία είναι μια μέθοδος που χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό των γεωτεχνικών ιδιοτήτων του εδάφους.

Συνολικά, αυτός ο πίνακας παρέχει κρίσιμες πληροφορίες για τον προγραμματισμό και την εκτέλεση της υποθαλάσσιας εγκατάστασης καλωδίων, διασφαλίζοντας ότι το καλώδιο έχει τοποθετηθεί και θαφτεί σωστά για βέλτιστη προστασία και μακροζωία.



Εικόνα 7. Χάρτης Δεδομένων Πεδίου

Πίνακας 4. Προδιαγραφές εγκατάστασης καλωδίου εξόδου για το έργο BLUE SCS

OPERATION	SPECIFICATION
Type of Shore End	Direct Shore End
Expected length of cable pull from Shore-end vessel to BMH (plus 25m slack for BMH & 20m slack for Beach)	2685m - Main Lay Vessel at 15m
Length of Seaward Ducts (BMH to End of Duct)	No -sea wall may need to be excavated to access BMH
Length of seaward ducts, if known	N/A
Distance of Burial on beach	65m
Target Burial Depth from BMH/ seaward EOD to HWD	2m (refer to BAS)
Length of Intertidal Zone (HWD to LWD)	Approx 1m
Target Burial Intertidal Zone	1.5 (refer to BAS)
Length of Inshore Zone (LWD to CSHP) planned	2652m (vessel at 15m WD)
Length of Burial if less than Inshore Zone	As per BAS to PLDN
Target Burial Depth Inshore Zone (LWD seawards)	1.5 m (refer to BAS)
Length of Surf Zone (HWD to 3m water depth seawards)	195m
Overlap with ploughed section	25m
Length of plough transition	25m
Recovery of cable floats to main lay vessel	YES
Requirements for enhanced burial on part of the route	Not Application
Cable Survey Corridor (either side of RPL cable route)	Non-Applicable
Cable Landing Corridor (either side of RPL cable route)	Non-Applicable



ARTIC-PIPE AND FIXINGS	SPECIFICATION
Distance of Articulated Pipe - total length	325m
Spacing (& Quantity) of Fixings Sets BEACH	Bolting every 5m
Spacing (& Quantity) of Fixings Sets INTER-TIDAL	Bolting every 5m
Spacing (& Quantity) of Fixings Sets SURF-ZONE	Bolting every section
Spacing (& Quantity) of Fixings Sets from end of Surf-zone to end of pipe	Bolting every 5m
M12x50 A4 Stainless Steel Fixing Sets TOTAL	832
Supply of Articulated Pipe and bolts (ASN or other)	ASN
Installation of BMH flange adaptor for Articulated Pipe attachment	Yes - made available by ASN
Provision fixings for flange adaptor to BMH head-wall	Yes, by ASN
HOLDING ANCHORS AND STOPPERS	SPECIFICATION
Supply and Installation of <u>beach</u> holding anchor(s) and stopper(s) - quantity and minimum holding power	Yes - one - 3000kg
Supply and Installation of <u>seabed</u> holding anchor(s) and stopper(s) - quantity and minimum holding power	Yes - one - 2000kg
Recovery of <u>seabed</u> holding anchors after lay-down	Yes
THIRD PARTY CABLES, PIPELINES & DEBRIS	SPECIFICATION
Location and identification of In-Service Cables Onshore	YES
Location and identification of In-Service Cables Inshore	YES
Location and identification of Pipelines - Onshore	Non-Applicable
Location and identification of Pipelines - Inshore	Non-Applicable
Clearance of OOS cables before burial operations Onshore	YES - as per RPL within buried areas
Clearance of OOS cables before burial operations Inshore	YES as per RPL within buried areas
Debris clearance before burial operations Onshore	If any before the installation
Debris clearance before burial operations Inshore	If any before the installation

SLACK AND CABLE ALLOWANCES	SPECIFICATION
Cable allowance in BMH	25m (stripped of armour and coiled)
Slack on the beach	TBA with ASN representative, pending Intermediate Diver Swim Survey.
EARTH PLATE INSTALLATION	SPECIFICATION
Sea or Beach Earth plate installation requirement	Beach Plate
Plate burial depth	Refer to 'BLUE SCS_Pomezia_System Earth Installation (Beach System Earth Plate) SOW_INST.15145'
Cable length - estimated	
Articulated pipe on earth cable	
Cable burial Depth	
For Sea Plate: Water depth (LAT)	
Target location or coordinate, min 25m from cable	
SURVEY KP DATAUM ZERO	
For all onshore and inshore topographic and diver surveys	Seaward face of BMH
ONSHORE TOPOGRAPHIC SURVEY	
Survey corridor, either side of Route Centre Line	+/-50m (100m total)
Topographic Grid Intervals	10m
Contour separation (elevation data)	0.1m
ONSHORE INTERMEDIATE (BURIAL) SURVEY	
Intervals for burial verification video/photo using ranging pole	10 m
DIVER SURVEYS	
Offshore limit of diver inspection & videos	End of last burial +25m
Intervals for reference tags for Diver Inspection & Videos i.e. Initial (pre-lay) and Final (post-lay/pre-burial) swims	25m
OTHER ITEMS OF NOTE	

**Offshore Burial tool should meet burial specification, if enhanced burial methods are possible these should be detailed and costed as options**

Ο παρεχόμενος πίνακας είναι ένα λεπτομερές φύλλο προδιαγραφών για την εγκατάσταση ενός καλωδίου άκρου ακτής για το έργο BLUE SCS. Περιλαμβάνει διάφορα λειτουργικά, τεχνικά και περιβαλλοντικά ζητήματα που πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά τη διαδικασία εγκατάστασης. Ακολουθεί ανάλυση και σχολιασμός για κάθε ενότητα των προδιαγραφών:

#### ***Λειτουργία και Artic-Pipe and Fixings:***

- Καθορίζει τον τύπο, τα αναμενόμενα μήκη και τα βάθη ταφής για διάφορες ζώνες από την ακτή μέχρι το σημείο όπου βρίσκεται το κύριο σκάφος.
- Αναφέρει το μήκος των αρθρωτών σωλήνων και τις μεθόδους στερέωσης για τη στερέωση του καλωδίου μέσω διαφορετικών θαλάσσιων περιβαλλόντων (παραλία, παλίρροια, ζώνη surf).
- Σημειώνονται 832 σετ στερέωσης από ανοξείδωτο χάλυβα, υποδεικνύοντας μια ισχυρή απαίτηση για τη στερέωση του αρθρωτού σωλήνα σε μήκος 325 μέτρων.
- Η ASN (πελάτης έργου) αναφέρεται για την προμήθεια και εγκατάσταση του αρθρωτού σωλήνα, των μπουλονιών και του προσαρμογέα φλάντζας.

#### ***Άγκυρες και Πώματα:***

Αναφέρει λεπτομερώς την προμήθεια και εγκατάσταση αγκυρίων και πωμάτων συγκράτησης, συμπεριλαμβανομένης της ποσότητας και της ισχύος συγκράτησης τους, τα οποία είναι κρίσιμα για τη στερέωση του καλωδίου κατά τη διάρκεια και μετά την εγκατάσταση.

#### ***Καλώδια, αγωγοί και συντρίμια τρίτων:***

Καθορίζει την απαίτηση εντοπισμού και αναγνώρισης καλωδίων εν λειτουργία και καθαρισμού καλωδίων εκτός λειτουργίας και συντρίμμων τόσο στις χερσαίες όσο και στις παράκτιες περιοχές πριν από την έναρξη των εργασιών ταφής. Αυτό

διασφαλίζει ότι η εγκατάσταση δεν παρεμβαίνει στην υπάρχουσα υποδομή και είναι απαλλαγμένη από εμπόδια.

#### ***Επιδόματα χαλάρωσης και καλωδίων:***

Παρέχει δικαιώματα για επιπλέον μήκος καλωδίου στο Beach Manhole (BMH) και χαλάρωση στην παραλία, τα οποία είναι σημαντικά για προσαρμογές κατά την εγκατάσταση και για την αντιμετώπιση περιβαλλοντικών αλλαγών ή συντήρησης.

#### ***Εγκατάσταση πλάκας γείωσης:***

Καθορίζει τις απαιτήσεις εγκατάστασης για μια πλάκα γείωσης στην παραλία, η οποία αποτελεί μέρος του συστήματος γείωσης για το καλώδιο. Παραπέμπει σε ένα συγκεκριμένο έγγραφο για τη διαδικασία εγκατάστασης, υποδεικνύοντας μια λεπτομερή και προκαθορισμένη διαδικασία.

#### ***Survey KP Datum Zero and Onshore Topographic Survey:***

Καθορίζει τη θαλάσσια όψη του BMH ως το σημείο μηδέν για όλες τις έρευνες και αναφέρει λεπτομερώς τις παραμέτρους για τις χερσαίες τοπογραφικές έρευνες, συμπεριλαμβανομένου του πλάτους του διαδρόμου, των διαστημάτων πλέγματος και του διαχωρισμού περιγράμματος.

#### ***Χερσαία Ενδιάμεση Έρευνα (Ταφή) και Έρευνες Δύτη:***

Περιγράφει τα διαστήματα για την επαλήθευση ταφής και το υπεράκτιο όριο για τις επιθεωρήσεις δυτών, διασφαλίζοντας ότι το καλώδιο είναι τοποθετημένο και θαμμένο σωστά και ότι οι συνθήκες του βυθού είναι κατάλληλα τεκμηριωμένες.

#### ***Άλλα στοιχεία Σημείωσης:***

Προτείνει ότι το υπεράκτιο εργαλείο ταφής πρέπει να πληροί τις προδιαγραφές ταφής και εάν είναι διαθέσιμες βελτιωμένες μέθοδοι ταφής, θα πρέπει να είναι λεπτομερείς και να κοστολογούνται ως επιλογές. Αυτό επιτρέπει την ευελιξία στη

διαδικασία εγκατάστασης και διασφαλίζει ότι χρησιμοποιούνται οι πιο αποτελεσματικές και αποδοτικές μέθοδοι.

Αυτό το φύλλο προδιαγραφών είναι περιεκτικό, εξετάζοντας όλες τις κρίσιμες πτυχές της διαδικασίας εγκατάστασης του καλωδίου στην ξηρά, από το αρχικό τράβηγμα μέχρι την ταφή και τη στερέωση του καλωδίου. Περιλαμβάνει απρόβλεπτα για περιβαλλοντικές συνθήκες και υπάρχουσες υποθαλάσσιες υποδομές. Οι προδιαγραφές προτείνουν μια άκρως οργανωμένη και μεθοδική προσέγγιση της εγκατάστασης, με έμφαση στα περιβαλλοντικά ζητήματα, την ασφάλεια και την τήρηση των κανονιστικών απαιτήσεων. Ο λεπτομερής σχεδιασμός και η προετοιμασία που υποδεικνύονται σε αυτό το φύλλο είναι απαραίτητες για την επιτυχή εγκατάσταση του ακραίου τμήματος της ακτής του υποθαλάσσιου καλωδιακού συστήματος.

#### **4.3. Κατάρτιση Διαγράμματος Gantt του έργου στο Microsoft Project**

Η ρύθμιση ενός έργου όπως το έργο BLUE SCS στο Microsoft Project περιλαμβάνει πολλά βήματα. Ακολουθεί μια αναλυτική προσέγγιση για τη δόμηση του έργου χρησιμοποιώντας τις δυνατότητες του Microsoft Project:

**Βήμα 1: Ορισμός πληροφοριών έργου**

- Ορίζουμε την ημερομηνία έναρξης του έργου στο παράθυρο διαλόγου Πληροφορίες έργου.
- Καθορίζουμε το Ημερολόγιο Έργου για να λάβουμε υπόψη εργάσιμες και μη ημέρες, αργίες και βάρδιες.

**Βήμα 2: Καταχωρούμε τις εργασίες και τις δευτερεύουσες εργασίες**

- Αναλύουμε το έργο σε κύριες εργασίες και δευτερεύουσες εργασίες χρησιμοποιώντας το πεδίο Όνομα εργασίας.
- Χρησιμοποιούμε την εσοχή για να δημιουργήσουμε μια Δομή Ανάλυσης Εργασίας (WBS), δημιουργώντας υποεργασίες μεγάλων εργασιών για να εμφανίσουμε την ιεραρχία.

**Βήμα 3: Καθορισμός Διάρκειας Εργασίας**

- Εισαγάγουμε τη διάρκεια για κάθε εργασία και δευτερεύουσα εργασία.

- Για εργασίες όπως έρευνες ή εγκαταστάσεις που μπορούν να ποσοτικοποιηθούν σε απόσταση (όπως μέτρα καλωδίου που έχουν τοποθετηθεί), μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε έναν τύπο για να μετατρέψουμε αυτές τις μετρήσεις σε διάρκειες με βάση τα αναμενόμενα ποσοστά παραγωγικότητας.

#### Βήμα 4: Ορισμός εξαρτήσεων εργασιών

- Δημιουργούμε προκατόχους για κάθε εργασία για να συνδέσουμε τις εργασίες μεταξύ τους και να καθορίσουμε τη σειρά των δραστηριοτήτων.
- Χρησιμοποιούμε διαφορετικούς τύπους εξαρτήσεων εργασιών (FS - Finish to Start, SS - Start to Start, FF - Finish to Finish και SF - Start to Finish) σύμφωνα με τις απαιτήσεις του έργου.

#### Βήμα 5: Εκχώρηση πόρων

- Προσθέτουμε πόρους, οι οποίοι μπορεί να περιλαμβάνουν εργασία, εξοπλισμό και υλικά.
- Αντιστοιχίζουμε αυτούς τους πόρους σε εργασίες με το πεδίο Όνομα πόρων για να λάβετε υπόψη τη διαθεσιμότητα και το κόστος τους.

#### Βήμα 6: Ορίζουμε ορόσημα

- Δημιουργούμε ορόσημα για σημαντικά γεγονότα, όπως η ολοκλήρωση της προσאיγιάλωσης στην παραλία ή η επιτυχής εγκατάσταση του ΒΜΗ, ορίζοντας τη διάρκεια σε μηδέν ημέρες.

#### Βήμα 7: Εισροές Κόστους

- Πληροφορίες κόστους εισόδου για πόρους και εργασίες που βοηθούν στην παρακολούθηση του προϋπολογισμού.
- Χρησιμοποιούμε σταθερό κόστος για στοιχεία όπως άδειες ή ενοικίαση εξοπλισμού και μεταβλητό κόστος για πόρους όπως ώρες εργασίας.

#### Βήμα 8: Ρυθμίζουμε τη γραμμή βάσης

- Μόλις ολοκληρωθεί το χρονοδιάγραμμα και πριν ξεκινήσει η εκτέλεση του έργου, ορίζουμε μια γραμμή βάσης (baseline).

- Αυτό θα μας επιτρέψει να συγκρίνουμε την προγραμματισμένη με την πραγματική πρόοδο σε όλο τον κύκλο ζωής του έργου.

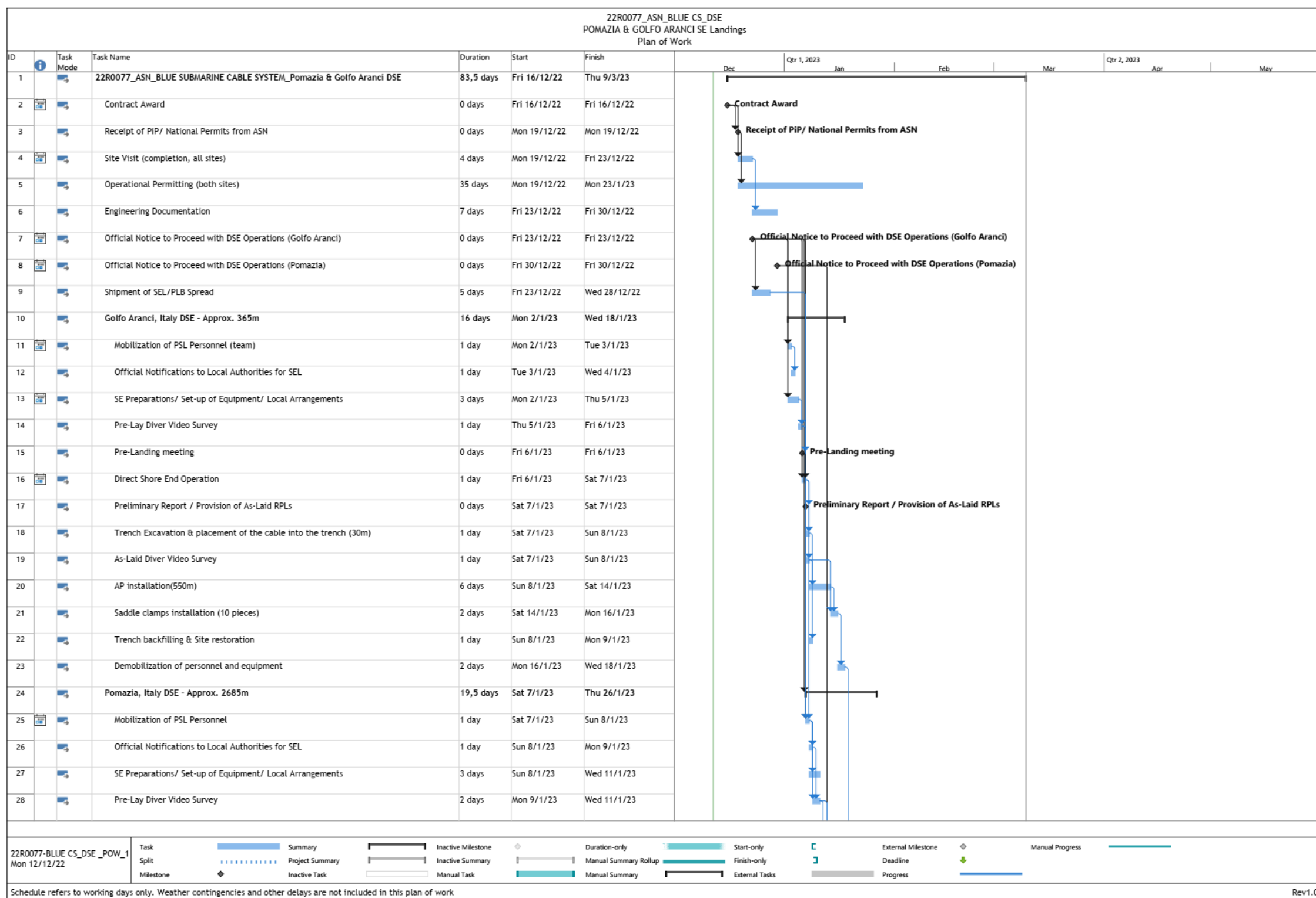
#### Βήμα 9: Παρακολούθηση της προόδου

- Καθώς το έργο εξελίσσεται, ενημερώνουμε τις εργασίες με την Πραγματική Έναρξη, την Πραγματική Ολοκλήρωση και το % Ολοκλήρωση για να παρακολουθείτε την πρόοδο.
- Χρησιμοποιούμε την προβολή Tracking Gantt για να οπτικοποιήσουμε τις αποκλίσεις μεταξύ προγραμματισμένης και πραγματικής προόδου.

#### Βήμα 10: Παρακολούθηση και προσαρμογή

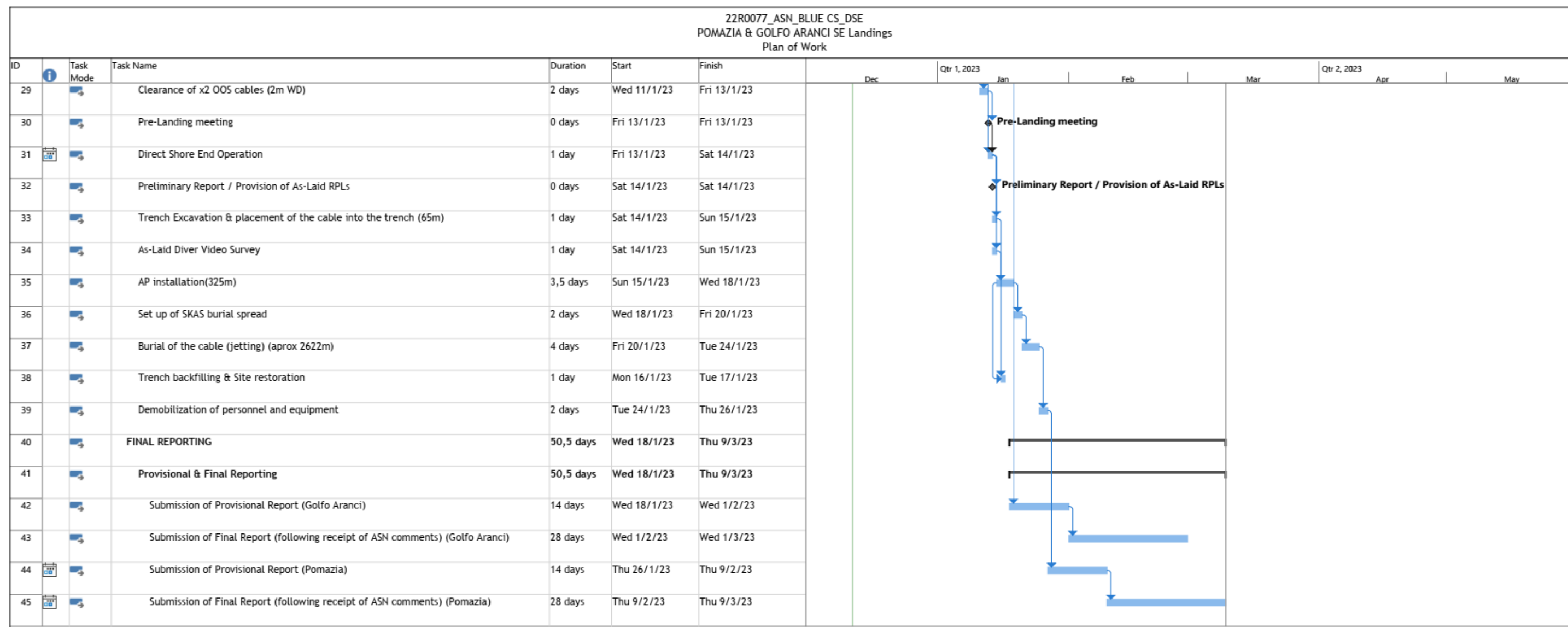
- Παρακολουθούμε τακτικά το έργο χρησιμοποιώντας ενσωματωμένες αναφορές ή προσαρμοσμένες προβολές.
- Κάντε τις απαραίτητες προσαρμογές στους πόρους ή τα χρονοδιαγράμματα για να αντιμετωπίσουμε αλλαγές ή καθυστερήσεις.

Παρατίθεται το συνολικό διάγραμμα Gant του έργου.



Εικόνα 8. Διάγραμμα Gantt Τεχνικού Έργου Προσαιγιάλωσης Υποβρυχίου Καλωδίου Οπτικών Ινών Μέρος 1





Εικόνα 9. Διάγραμμα Gantt Τεχνικού Έργου Προσאיγιάλωσης Υποβρυχίου Καλωδίου Οπτικών Ινών Μέρος 2

Τα διαγράμματα Gantt απεικονίζουν το χρονοδιάγραμμα για το έργο "ASN\_BLUE SCS\_DSE POMEZIA to Golfo Aranci DSE Landings", εμφανίζοντας δύο στιγμιότυπα οθόνης που μαζί καλύπτουν τις εργασίες 1 έως 45. Αυτό το έργο αφορά την εγκατάσταση υποβρυχίων καλωδιακών συστημάτων.

#### Ανάλυση επισκόπησης:

- Χρονοδιάγραμμα Έργου: Το έργο ξεκινά στις 16 Δεκεμβρίου 2022 και ολοκληρώνεται στις 9 Μαρτίου 2023, διάρκειας περίπου 3 μηνών.
- Κρίσιμη διαδρομή: Οι εργασίες που συνδέονται με βέλη σχηματίζουν την κρίσιμη διαδρομή, υποδεικνύοντας την ακολουθία εργασιών που επηρεάζουν άμεσα την ημερομηνία λήξης του έργου. Καθυστερήσεις σε αυτές τις εργασίες θα ωθήσουν την ημερομηνία ολοκλήρωσης του έργου.
- Ορόσημα: Τα σχήματα διαμαντιών υποδεικνύουν ορόσημα, τα οποία είναι σημαντικά σημεία ελέγχου ή στόχοι εντός του έργου. Παραδείγματα περιλαμβάνουν "Ανάθεση σύμβασης" και "Υποβολή Τελικής Έκθεσης".

#### Ανάλυση εργασιών:

- Αρχική Φάση (Εργασίες 1-5): Περιλαμβάνει ανάθεση σύμβασης, λήψη αδειών, επιτόπιες επισκέψεις και άδεια λειτουργίας. Αυτά είναι θεμελιώδη καθήκοντα που θέτουν το σκηνικό για την έναρξη της σωματικής εργασίας.
- Φάση προετοιμασίας (Εργασίες 6-16): Αυτή η φάση περιλαμβάνει την αποστολή εξοπλισμού προσאיγιάλωσης και προκαταρκτικές επισκοπήσεις βίντεο δυτών, με αποκορύφωμα την απευθείας τελική επιχείρηση στην ξηρά. Είναι μια προπαρασκευαστική φάση όπου ο εξοπλισμός και το προσωπικό είναι έτοιμοι για την κύρια λειτουργία.
- Λειτουργική Φάση (Εργασίες 17-24): Αυτή η φάση καλύπτει τις πραγματικές εργασίες εκσκαφής τάφρου, τοποθέτησης καλωδίων, επιθεωρήσεων βίντεο δυτών κατά την τοποθέτηση και εγκατάστασης αρθρωτών σωλήνων. Αυτές είναι οι βασικές δραστηριότητες που οδηγούν στη φυσική εγκατάσταση του υποθαλάσσιου καλωδίου.

- Φάση Ολοκλήρωσης (Εργασίες 25-39): Μετά τις επιχειρησιακές δραστηριότητες, αυτή η φάση περιλαμβάνει την αποκινητοποίηση προσωπικού και εξοπλισμού και την αποκατάσταση του χώρου.
- Φάση αναφοράς (Εργασίες 40-45): Η τελική φάση περιλαμβάνει την υποβολή εκθέσεων, με την υποβολή προσωρινών και τελικών εκθέσεων. Αυτό διασφαλίζει ότι όλα τα ενδιαφερόμενα μέρη ενημερώνονται για την ολοκλήρωση του έργου και ότι όλα τα έγγραφα αρχειοθετούνται σωστά.

#### Χαρακτηριστικά χρονοδιαγράμματος:

- Διάρκεια εργασιών: Οι διάρκειες εργασιών ποικίλλουν, με ορισμένες εργασίες όπως "Golfo Aranci, Ιταλία DSE - Περίπου 365 μέτρα" να διαρκούν 16 ημέρες, υποδεικνύοντας την πολυπλοκότητα ή την κλίμακα της εργασίας.
- Εργασίες μηδενικής διάρκειας: Ορισμένες εργασίες όπως η "Επίσημη ειδοποίηση για συνέχιση των επιχειρήσεων DSE" έχουν μηδενική διάρκεια ημερών, πράγμα που σημαίνει ότι είναι διοικητικά σημεία ελέγχου και όχι εργασίες έντασης εργασίας.
- Επικαλυπτόμενες εργασίες: Ορισμένες εργασίες φαίνεται να αλληλεπικαλύπτονται, όπως "Εγκατάσταση AP(50m)" και "Εγκατάσταση σφιγκτήρων σέλας (10 τεμάχια)", γεγονός που υποδηλώνει ότι πολλές δραστηριότητες μπορούν να πραγματοποιηθούν ταυτόχρονα, πιθανώς από διαφορετικές ομάδες.

#### Εξαρτήσεις και περιορισμοί:

- Οι εξαρτήσεις εργασιών είναι καλά εδραιωμένες, με σαφείς σχέσεις προκατόχου-διαδόχου. Αυτό σημαίνει ότι κάθε εργασία έχει προγραμματιστεί να ξεκινά μόνο μετά την ολοκλήρωση της προηγούμενης ή των προηγούμενων από τις οποίες εξαρτάται.
- Το γράφημα έχει εξωτερικά ορόσημα και προθεσμίες, τα οποία πιθανότατα επιβάλλονται από ενδιαφερόμενα μέρη ή εξαρτώνται από εξωτερικούς παράγοντες.

#### Παρακολούθηση προόδου:

- Το γράφημα περιλαμβάνει μια γραμμή που υποδεικνύει "Μη αυτόματη πρόοδος", που προτείνει στον διαχειριστή έργου να ενημερώσει τα επίπεδα ολοκλήρωσης εργασιών με μη αυτόματο τρόπο. Αυτό είναι ζωτικής σημασίας για την παρακολούθηση της πραγματικής προόδου σε σχέση με το σχέδιο.

#### Θέματα διαχείρισης έργου:

- Κατανομή πόρων: Αν και δεν είναι ορατή στις εικόνες του γραφήματος Gantt, η κατανομή πόρων είναι μια κρίσιμη πτυχή που πρέπει να ληφθεί υπόψη. Ο διαχειριστής του έργου θα πρέπει να διασφαλίσει ότι το προσωπικό, ο εξοπλισμός και τα υλικά είναι διαθέσιμα όταν απαιτείται.
- Διαχείριση κινδύνου: Πιθανές καθυστερήσεις λόγω απρόβλεπτων περιστάσεων (όπως καιρικές συνθήκες ή ζητήματα αδειών) θα πρέπει να αντιμετωπίζονται προληπτικά.
- Επικοινωνία με τα ενδιαφερόμενα μέρη: Οι τακτικές ενημερώσεις και η επικοινωνία με τα ενδιαφερόμενα μέρη θα ήταν ουσιαστικής σημασίας για να διασφαλιστεί ότι τυχόν ανησυχίες αντιμετωπίζονται έγκαιρα.

Τα διαγράμματα Gantt είναι καλά δομημένα, παρουσιάζοντας μια σαφή σειρά εργασιών με εξαρτήσεις και ορόσημα. Το επίπεδο λεπτομέρειας υποδηλώνει ενδελεχή προγραμματισμό. Η χρήση μη αυτόματων ενημερώσεων προόδου υποδηλώνει ενεργή διαχείριση έργου, αν και θα ήταν ωφέλιμο να δούμε πόσο πιστά το έργο τηρεί το προγραμματισμένο χρονοδιάγραμμα σε σχέση με την πραγματική πρόοδο. Συνολικά, αυτά τα γραφήματα είναι τυπικά για πολύπλοκα έργα και παρέχουν μια σταθερή βάση για την παρακολούθηση και τη διαχείριση έργων.

#### 4.4.Ανάλυση προϋπολογισμού έργου

Αναλύονται κόστη που οδηγούν στο συνολικό προϋπολογισμό του έργου ανά κατηγορία εργασίας. Τα κόστη παρατίθενται αναλυτικά στους ακόλουθους πίνακες.

Πίνακας 5.Ανάλυση Μισθοδοσίας Εργαζομένων

Personnel Code	No. of Days	St/by Rate			Opeational Rate		
		EURO	USD	No. of Days2	EURO2	USD2	Cost (in EUR)
1	2	500,00 €		20	500,00 €		- €
2	2	50,00 €		38	50,00 €		- €
3	2	350,00 €		20	350,00 €		- €
4	2			18	250,00 €		- €
5	2			18	3.000,00 €		- €
6	2	250,00 €		18	250,00 €		- €
7	2	250,00 €		18	250,00 €		- €
8	2		\$250,00	38		\$ 250,00	10.000,00 €
9	2		\$250,00	18		\$ 250,00	5.000,00 €
10	2		\$250,00	18		\$ 250,00	5.000,00 €
11	2		\$250,00	18		\$ 250,00	5.000,00 €
12	2		\$250,00	18		\$ 250,00	5.000,00 €
13	2		\$250,00	18		\$ 250,00	5.000,00 €
14	2		\$250,00	18		\$ 250,00	5.000,00 €

15	2	350,00 €		18	350,00 €		- €	
16	2		\$250,00	18		\$ 250,00	5.000,00 €	
							Sum	141.200,00 €

Ο πίνακας 5 είναι μια αναφορά μισθοδοσίας για το προσωπικό εκτός βάσης που σχετίζεται με το έργο υπό εξέταση, με λεπτομέρειες των αντίστοιχων μισθών, του αριθμού των ημερών εργασίας και του συνολικού κόστους. Είναι δομημένο με πολλές στήλες που παρέχουν μια ανάλυση του κόστους που σχετίζεται με τα ποσοστά αναμονής και τα ποσοστά λειτουργίας για το προσωπικό σε διαφορετικούς ρόλους. Η στήλη σχολίων είναι κενή, υποδηλώνοντας είτε ότι δεν χρειάζονταν πρόσθετες πληροφορίες είτε ότι δεν είχαν εισαχθεί.

Ακολουθεί η ανάλυση των βασικών στοιχείων του πίνακα:

- Κατηγορία κόστους: Όλο το προσωπικό κατηγοριοποιείται στην κατηγορία "Μισθός προσωπικού εκτός βάσης", υποδεικνύοντας ότι αυτή η μισθοδοσία προορίζεται ειδικά για την απασχόληση στο πεδίο.
- Αριθμός ημερών: Υπάρχουν δύο στήλες για τον αριθμό των ημερών. Το πρώτο, με την ένδειξη "Αριθμός ημερών" αντιπροσωπεύει τον αριθμό των ημερών που έχουν διατεθεί για χρόνο προετοιμασίας ή κινητοποίησης από/προς την τοποθεσία έργου. Το δεύτερο, με την ένδειξη "Αριθμός Ημερών2" τον αριθμό των ημερών για την πραγματική επιχειρησιακή εργασία στο έργο.
- Τιμή και κόστος: Κάθε θέση έχει μια σχετική ημερήσια τιμή σε ευρώ (EUR) και ορισμένες την έχουν επίσης σε δολάρια ΗΠΑ (USD). Το τελικό κόστος για κάθε ρόλο υπολογίζεται πολλαπλασιάζοντας την ημερήσια τιμή επί τον αριθμό των ημερών λειτουργίας, που αναφέρονται στη στήλη "Κόστος (σε ευρώ)".

- **Νόμισμα:** Οι τιμές δίνονται σε EUR και USD, αλλά το τελικό κόστος υπολογίζεται σε EUR. Αυτό υποδηλώνει ότι η διαχείριση του προϋπολογισμού του έργου γίνεται σε ευρώ, κάτι που θα ήταν συνεπές με το έργο που πραγματοποιείται σε χώρα της Ευρωζώνης.
- **Συνολικό Κόστος:** Το συνολικό άθροισμα όλων των δαπανών παρέχεται στο κάτω μέρος του πίνακα, ύψους 141.200,00 ευρώ.

#### Παρατηρήσεις:

- Οι ημερήσιες τιμές ποικίλλουν σημαντικά μεταξύ των ρόλων, από 50,00 EUR έως 3.000,00 EUR, αντανakλώντας τα διαφορετικά επίπεδα ευθύνης και δεξιοτήτων που απαιτούνται.
- Οι συνολικές ημέρες λειτουργίας ποικίλλουν μεταξύ των ρόλων, με το μεγαλύτερο μέρος του προσωπικού να εργάζεται 18 ημέρες, αλλά ο μηχανικός/συντονιστής του έργου εργάζεται 38 ημέρες, υποδεικνύοντας μεγαλύτερη περίοδο συμμετοχής στο έργο.
- Η μεγαλύτερη μεμονωμένη δαπάνη είναι για τον Dive Supervisor στα 54.000,00 EUR, αντικατοπτρίζοντας υψηλό ημερήσιο επιτόκιο 3.000,00 EUR για 18 ημέρες λειτουργίας.

Πίνακας 6. Εκτίμηση κόστους μεταφορικών για το προσωπικό

Column1	<u>b. Airplane Tickets</u>	Cost Category	No. of Travellers	Average Cost Per Ticket Mob.	Average Cost Per Ticket Demob.	Column2
1	AIR PLANE TICKETS	Personnel Tickets	16	300,00 €	300,00 €	(incl. the ferry charge)
				Sum	9.600,00 €	

Ο πίνακας 6 είναι μια περίληψη των δαπανών για αεροπορικά ταξίδια για το προσωπικό που σχετίζεται με το έργο. Τα βασικά στοιχεία αυτού του πίνακα είναι τα εξής:

- Κατηγορία κόστους: Η κατηγορία επισημαίνεται ως "Εισιτήρια προσωπικού", υποδεικνύοντας ότι το κόστος αφορά εισιτήρια για το προσωπικό του έργου.
- Αριθμός ταξιδιωτών: Ο πίνακας προσδιορίζει ότι υπάρχουν 16 ταξιδιώτες συνολικά.
- Μέσο κόστος ανά εισιτήριο Κιν.: "Κιν." σημαίνει κινητοποίηση, που σημαίνει το κόστος που σχετίζεται με το ταξίδι στην τοποθεσία του έργου. Το μέσο κόστος ανά εισιτήριο για κινητοποίηση αναγράφεται στα 300,00 EUR.
- Μέσο κόστος ανά εισιτήριο Demob.: "Demob." προφανώς σημαίνει αποδέσμευση, υποδεικνύοντας το κόστος που σχετίζεται με το ταξίδι από την τοποθεσία του έργου πίσω στην αρχική τοποθεσία ή μετά σε άλλο προορισμό. Αυτό το κόστος αναφέρεται επίσης ως 300,00 EUR ανά εισιτήριο.



- Πρόσθετες πληροφορίες: Η στήλη με την ένδειξη "Στήλη 2" περιλαμβάνει μια σημείωση "(συμπεριλαμβανομένης της χρέωσης του πλοίου)", η οποία υποδηλώνει ότι το κόστος των αεροπορικών εισιτηρίων καλύπτει επίσης τη χρέωση για το ταξίδι με το πλοίο. Αυτό σημαίνει ότι υπάρχει ένα επιπλέον σκέλος του ταξιδιού μέσω φέρι που είναι απαραίτητο για το προσωπικό να φτάσει ή να αναχωρήσει από την τοποθεσία του έργου.
- Συνολικό ποσό: Το ποσό που παρέχεται στο κάτω μέρος του πίνακα είναι 9.600,00 EUR, το οποίο είναι το συνδυασμένο κόστος κινητοποίησης και αποστράτευσης για όλους τους ταξιδιώτες.

#### Παρατηρήσεις και σχόλια:

- Το ενιαίο κόστος τόσο για την κινητοποίηση όσο και για την αποδέσμευση υποδηλώνει ένα σταθερό κόστος συμβολαίου ή ένα τυπικό μέσο κόστος αεροπορικών ταξιδιών ανά άτομο, ανεξάρτητα από τις μεμονωμένες τιμές εισιτηρίων.
- Το άθροισμα των 9.600,00 ευρώ υπολογίζεται πολλαπλασιάζοντας τον αριθμό των ταξιδιωτών (16) με το μέσο κόστος ανά εισιτήριο για κινητοποίηση και αποστράτευση (300,00 ευρώ έκαστος). Ωστόσο, δεδομένου ότι κάθε ταξιδιώτης προφανώς απαιτεί δύο εισιτήρια (ένα για κινητοποίηση και ένα για αποδέσμευση), ο αναμενόμενος υπολογισμός θα πρέπει να είναι 16 ταξιδιώτες \* 300 ευρώ \* 2 εισιτήρια ανά ταξιδιώτη = 9.600,00 ευρώ, που αντιστοιχεί στο ποσό που παρέχεται.

Πίνακας 7. Κόστος Μεταφορικών Εξοπλισμού

Activity	Cost Category	Allocation	No. of Units	Unit Days	EURO	USD	Cost (in EUR)
Athens to Pomezia - Burial Spread	Equipment Transit (land)	Full	1	1	3.000,00 €		3.000,00 €

Catania to Pomezia - Various Equipment	Equipment Transit (land)	Full	1	1	3.000,00 €		3.000,00 €
Pomezia to Golfo Aranci & Back	Ocean freight	Full	1	2	500,00 €		1.000,00 €
Excavators Mob/Demob	Equipment Transit (land)	Full	2	2	200,00 €		800,00 €
						Sum	7.800,00 €

Ο πίνακας περιγράφει διάφορα έξοδα μεταφοράς για εξοπλισμό που σχετίζεται με το έργο. Κατηγοριοποιεί το κόστος, υποδεικνύει την κατανομή και παρέχει το μοναδιαίο κόστος μαζί με το συνολικό κόστος σε ευρώ. Ακολουθεί μια λεπτομερής ματιά σε κάθε σειρά:

- Αθήνα προς Πομέτζια - Εξοπλισμός ταφής: Αυτό το λήμμα αναφέρεται στο κόστος χερσαίας διαμετακόμισης του εξοπλισμού ταφής από την Αθήνα στην Πομέτζια. Έχει παραχωρηθεί μια πλήρης μονάδα διάρκειας μίας ημέρας, κόστους 3.000,00 EUR. Αυτό υποδηλώνει ένα εφάπαξ κόστος μεταφοράς για τη μετακίνηση του εξοπλισμού.
- Κατάνια προς Πομέτζια - Διάφορος Εξοπλισμός: Παρόμοια με την πρώτη καταχώριση, αναφέρεται στη χερσαία διαμετακόμιση για διάφορα κομμάτια εξοπλισμού από την Κατάνια στην Πομέτζια. Επιβαρύνεται επίσης με ένα πλήρες μοναδιαίο κόστος για διάρκεια μιας ημέρας, που ανέρχεται στο ίδιο κόστος 3.000,00 EUR.
- Pomezia to Golfo Aranci & Back: Αυτό το κόστος αφορά τις θαλάσσιες μεταφορές για την αποστολή εξοπλισμού από την Pomezia στο Golfo Aranci και την επιστροφή του. Το κόστος κατανέμεται ανά ταξίδι (500,00 EUR ανά διαδρομή), και δεδομένου ότι ο εξοπλισμός θα πραγματοποιήσει ένα ταξίδι μετ' επιστροφής (δύο μονάδες διαδρομής), το συνολικό κόστος είναι 1.000,00 EUR.

- Excavators Mob/Demob: Αναφέρεται στην κινητοποίηση και αποκινητοποίηση (Mob/Demob) εκσκαφών/ χερσαίων μηχανημάτων. Υπάρχουν δύο μονάδες (δύο ξεχωριστοί εκσκαφείς) και η λειτουργία διαρκεί δύο ημέρες. Κάθε μέρα κοστίζει 200,00 EUR, με αποτέλεσμα συνολικά 800,00 EUR για αυτή τη δραστηριότητα.

Η κάτω σειρά παρέχει μια περίληψη των δαπανών, συνολικού ύψους 7.800,00 EUR. Αυτό το άθροισμα είναι το άθροισμα των επιμέρους δαπανών που σχετίζονται με κάθε δραστηριότητα.

Σχόλια:

- Όλα τα έξοδα σχετίζονται με τη μεταφορά του εξοπλισμού, είτε από ξηρά είτε από τη θάλασσα.
- Το κόστος καθορίζεται σε ευρώ και δεν αναφέρονται τιμές σε USD, υποδεικνύοντας ότι η διαχείριση του προϋπολογισμού του έργου είναι σε ευρώ.
- Οι ημέρες ανά μονάδα είναι χαμηλές, γεγονός που υποδηλώνει ότι η μεταφορά του εξοπλισμού είναι σχετικά γρήγορη, κάτι που οφείλεται στην εγγύτητα των τοποθεσιών ή στην αποτελεσματικότητα των μεθόδων μεταφοράς που χρησιμοποιούνται.
- Ο πίνακας φαίνεται να αποτελεί μέρος ενός μεγαλύτερου προϋπολογισμού, που εστιάζει συγκεκριμένα στο τμήμα εφοδιαστικής και μεταφοράς του συνολικού κόστους του έργου.
- Η κατανομή επισημαίνεται ως "Πλήρης" για κάθε δραστηριότητα, γεγονός που μπορεί να υποδηλώνει ότι το κόστος δεν επιμερίζεται με άλλα έργα ή δραστηριότητες και χρεώνεται πλήρως στο συγκεκριμένο έργο.

Αυτή η λεπτομερής ανάλυση είναι ζωτικής σημασίας για τη χρηματοοικονομική διαχείριση του έργου, καθώς παρέχει σαφή ορατότητα στο κόστος υλικοτεχνικής υποστήριξης, διασφαλίζοντας ότι οι κατανομές του προϋπολογισμού είναι ακριβείς και ότι μπορούν να εντοπιστούν και να εφαρμοστούν τυχόν μέτρα εξοικονόμησης κόστους στην επιμελητεία των μεταφορών.

Πίνακας 8.Κόστος Εργασιών στην Τοποθεσία του Έργου

Cost Category	No. of Units/ Persons	Days	EURO	Cost (in EUR)	Comment
Accommodation	10	20	80,00 €	16.000,00 €	5 rooms Golfo Aranci and 5 rooms Pomezia @ 20 days per site
Car Rental	2	20	120,00 €	4.800,00 €	
Food	15	40	50,00 €	30.000,00 €	
Telecommunication Fees	15	40	20,00 €	12.000,00 €	
Boat Hire	2	5	2.200,00 €	22.000,00 €	1700/day plus fuel in Golfo Aranci 2100/day in Roma
Boat Hire	4	40	550,00 €	88.000,00 €	950+550+400 (pomezia) same for golfo aranci (average indicated)
Boat Hire	1	20	3.500,00 €	70.000,00 €	4100/day (pomezia) 2500/day (golfo aranci) plus fuel - average indicated in the budget (10*2500+10*4100)

Other-Specified in a Comment	1	1	8.000,00 €	8.000,00 €	
Use of Owned Property	1	1		0,00 €	Local Hospital
Agency Fees	1	1	26.500,00 €	26.500,00 €	
Agency Fees	1	1	3.000,00 €	3.000,00 €	Estimated
Agency Fees	1	1	100.000,00 €	2.000,00 €	
Subcontractor Expenses	8	8	400,00 €	25.600,00 €	25/hr = 250/day/ per laborer pomezia 400/day/ laborer in golfo aranci
Subcontractor Expenses	2	10	1.000,00 €	20.000,00 €	950/excavator golfo aranci - 850/excavator in pomezia
Use of Owned Property	1	1	50.000,00 €	1.000,00 €	
				328.900,00 €	

Ο πίνακας φαίνεται να είναι μια λεπτομερής αναφορά εξόδων για ένα έργο, που παρέχει μια ανάλυση των διαφόρων δαπανών που σχετίζονται με την εφοδιαστική, τις λειτουργίες και τις υπηρεσίες υποστήριξης. Ακολουθεί μια ανάλυση του συνολικού πίνακα:

- Ποικιλία δαπανών: Ο πίνακας περιλαμβάνει ένα ευρύ φάσμα κατηγοριών κόστους, από διαμονή και ενοικίαση αυτοκινήτου μέχρι φαγητό, τηλεπικοινωνίες, ενοικίαση σκαφών και χρεώσεις πρακτορείου. Αυτό αντικατοπτρίζει μια ολοκληρωμένη προσέγγιση στον προϋπολογισμό, λαμβάνοντας υπόψη τις διάφορες ανάγκες της ομάδας και των λειτουργιών του έργου.

- **Διαμονή:** Η κατανομή για καταλύματα δείχνει ότι το έργο περιλαμβάνει εργασίες σε δύο διαφορετικές τοποθεσίες, με ίσες ανάγκες για δωμάτια και στις δύο τοποθεσίες. Η πρόβλεψη για 20 ημέρες προτείνει είτε συνεχή φάση έργου είτε προγραμματισμένη λειτουργία που καλύπτει αυτή τη διάρκεια.
- **Μεταφορές και Επιμελητεία:** Η ενοικίαση αυτοκινήτου και η ενοικίαση σκαφών είναι σημαντικές δαπάνες εφοδιαστικής, πιθανώς κρίσιμες για την εκτέλεση του έργου. Η ενοικίαση σκαφών έχει τρεις ξεχωριστές καταχωρήσεις με διαφορετικές τιμές, υποδεικνύοντας ποικίλες λειτουργίες ή τύπους σκαφών που απαιτούνται, συμπεριλαμβανομένου του κόστους καυσίμων. Ορισμένες από αυτές τις τιμές διαφέρουν ανάλογα με την τοποθεσία (Golfo Aranci εναντίον Pomezia), πιθανώς λόγω τοπικών διακυμάνσεων τιμών ή διαφορετικών προδιαγραφών σκαφών.
- **Διαβίωση:** Η κατανομή για τρόφιμα είναι σημαντική, καλύπτοντας 15 άτομα για 40 ημέρες, υποδηλώνοντας μια μεγάλη ομάδα με μακρά περίοδο λειτουργίας επί τόπου. Τα τέλη τηλεπικοινωνιών υποδεικνύουν επίσης την ανάγκη για συνεχείς δυνατότητες επικοινωνίας για την ομάδα.
- **Εξειδικευμένες υπηρεσίες και περιουσιακά στοιχεία:** Οι αμοιβές αντιπροσωπείας και τα έξοδα υπεργολάβου υποδηλώνουν τη συμμετοχή εξωτερικών μερών και ειδικών, που θα μπορούσαν να περιλαμβάνουν επαγγελματικές υπηρεσίες ή προσωρινή εργασία. Η χρήση ιδιόκτητης περιουσίας, όπως ένα τοπικό νοσοκομείο, υποδηλώνει μόχλευση υφιστάμενων περιουσιακών στοιχείων, η οποία δεν επιφέρει πρόσθετο κόστος.
- **Διάφορα και απροσδιόριστα κόστη:** Υπάρχουν εγγραφές για "Άλλα" και "Χρήση Ιδιοκτήτου Ακινήτου" με συνημμένο σημαντικό κόστος, αν και μία από τις καταχωρήσεις "Χρήση Ιδιοκτησίας" έχει κόστος 0,00 EUR, πράγμα που σημαίνει ότι δεν έγινε καμία δαπάνη για το συγκεκριμένο χρήση.

- Συνολικό κόστος: Το άθροισμα των δαπανών ανέρχεται σε 328.900,00 ευρώ, υποδηλώνοντας σημαντική κατανομή του προϋπολογισμού για λειτουργικές και υποστηρικτικές λειτουργίες στο πλαίσιο του έργου.

Συνολικά, ο πίνακας υποδηλώνει ότι το έργο είναι υλικοτεχνικά εντατικό με πολλαπλές πτυχές που απαιτούν προσεκτική οικονομική διαχείριση. Το ποικίλο κόστος αντικατοπτρίζει τόσο την πολυπλοκότητα όσο και την κλίμακα των εργασιών. Είναι σημαντικό για την ομάδα διαχείρισης έργου να επαληθεύει την ακρίβεια αυτών των εγγραφών, ειδικά για σημαντικά μεγέθη όπως οι αμοιβές αντιπροσωπείας, για να διασφαλίσει ότι ο προϋπολογισμός κατανέμεται και παρακολουθείται σωστά.

Τέλος σημειώνεται πως σαν επιπλέον κόστος για λοιπά έξοδα επιστροφής εξοπλισμού τίθενται τα 5000 ευρώ.

Πίνακας 9. Έξοδα που σχετίζονται με την υποστήριξη γραφείου και διάφορα ή απροσδόκητα έξοδα για το έργο

Activity	Cost Category	Allocation	Allocation, %	Project Budget	Cost (in EUR)
Office Support / Admin etc.	Office Support	Allocation of Cost, %	0,05	492.500,00 €	24.625,00 €
Misc / Unexpected	Support and Various services	Allocation of Cost, %	0,05	492.500,00 €	24.625,00 €
				Sum	49.250,00 €

Γενικά έξοδα γραφείου:

- Δραστηριότητα: Αυτή η στήλη προσδιορίζει τη φύση του κόστους. Περιλαμβάνει "Υποστήριξη γραφείου / Διαχειριστής κ.λπ." και "Διάφορα / Απρόβλεπτα", που καλύπτει τη γενική διοικητική υποστήριξη και τα απρόβλεπτα έξοδα αντίστοιχα.
- Κατηγορία κόστους: Οι κατηγορίες κόστους που καθορίζονται είναι "Υποστήριξη γραφείου" για διοικητικές λειτουργίες και "Υποστήριξη και διάφορες υπηρεσίες" για διάφορα ή μη αναμενόμενα έξοδα.

- Κατανομή: Η μέθοδος κατανομής εκφράζεται ως ποσοστό του συνολικού προϋπολογισμού του έργου.
- Κατανομή, %: Και στις δύο δραστηριότητες έχει κατανεμηθεί ποσοστό κόστους 0,05% του προϋπολογισμού του έργου.
- Προϋπολογισμός Έργου: Ο συνολικός προϋπολογισμός του έργου αναφέρεται σε 492.500,00 ευρώ για κάθε δραστηριότητα.
- Κόστος (σε EUR): Για κάθε δραστηριότητα, το κόστος που υπολογίζεται με βάση το ποσοστό κατανομής είναι 24.625,00 EUR, το οποίο είναι μια άμεση μετατροπή με βάση το δηλωμένο ποσοστό κατανομής.

#### Αθροισμα:

- Ο πίνακας παρέχει ένα αθροιστικό κόστος και για τις δύο δραστηριότητες, συνολικού ύψους 49.250,00 EUR.

#### Σχολιασμός:

- Τα ποσοστά κατανομής είναι σχετικά μικρά (0,05%), αντανakλώντας τον αυστηρό έλεγχο των δαπανών που σχετίζονται με το γραφείο σε σχέση με τον συνολικό προϋπολογισμό του έργου.
- Το κόστος και για τις δύο κατηγορίες είναι ίσο, γεγονός που μπορεί να υποδηλώνει μια τυπική πρακτική έκτακτης ανάγκης ή μια απλή διαίρεση του διάφορου προϋπολογισμού σε δύο ίσα μέρη.
- Ο πίνακας χρησιμοποιείται για τον προϋπολογισμό και την οικονομική επίβλεψη, διασφαλίζοντας ότι τα γενικά έξοδα και τα διάφορα κόστη υπολογίζονται και παρακολουθούνται έναντι του προϋπολογισμού του έργου.



- Η κατηγορία "Διάφορα / Απρόβλεπτα" υποδηλώνει ότι το έργο περιλαμβάνει ένα απόθεμα ασφαλείας για απρόβλεπτα έξοδα, η οποία είναι μια συνετή οικονομική πρακτική για την αντιμετώπιση απροσδόκητων δαπανών χωρίς να τίθεται σε κίνδυνο η οικονομική σταθερότητα του έργου.

Οι παραπάνω πίνακες παρουσιάζουν μια οικονομική περίληψη ενός έργου που περιλαμβάνει θαλάσσια καλώδια, τονίζοντας τον συνολικό προϋπολογισμό του έργου, συμπεριλαμβανομένων των γενικών εξόδων, της αξίας της σύμβασης, του μικτού κέρδους, του καθαρού κέρδους και του ποσοστού κέρδους.

### **Συνολικός προϋπολογισμός έργου (συμπεριλαμβανομένων των γενικών εξόδων)**

Ο συνολικός προϋπολογισμός του έργου ανέρχεται σε 541.750,00 ευρώ. Αυτός ο αριθμός περιλαμβάνει όλα τα κόστη που σχετίζονται με το έργο, συμπεριλαμβανομένων των άμεσων δαπανών όπως η εργασία, τα υλικά, ο εξοπλισμός και το έμμεσο κόστος, που είναι τα γενικά έξοδα. Τα γενικά έξοδα καλύπτουν συνήθως τα διοικητικά έξοδα, το ενοίκιο γραφείων, τις υπηρεσίες κοινής ωφέλειας και πιθανώς τα έξοδα που σχετίζονται με τη διαχείριση έργων και τις υπηρεσίες υποστήριξης.

### **Αξία συμβολαίου**

Η αξία του συμβολαίου είναι 894.875,00 EUR. Αυτή η αξία αντιπροσωπεύει τα συνολικά έσοδα που αναμένονται από το έργο σύμφωνα με τη συμβατική συμφωνία με τον πελάτη. Αυτό είναι το ακαθάριστο εισόδημα πριν αφαιρεθούν τυχόν έξοδα.

### **Μικτό κέρδος**

Το μικτό κέρδος για το έργο υπολογίζεται σε 353.125,00 ευρώ. Το μικτό κέρδος προκύπτει από την αφαίρεση του άμεσου κόστους παράδοσης του έργου από τη συμβατική αξία. Δεν λαμβάνει υπόψη τα γενικά έξοδα και άλλα έμμεσα έξοδα. Το σημαντικό ποσό του μικτού κέρδους υποδηλώνει ότι το έργο έγινε αποτελεσματικά όσον αφορά το άμεσο κόστος, όπως οι προμήθειες και οι λειτουργίες.

### **Καθαρό κέρδος**

Το καθαρό κέρδος εμφανίζεται σε 268.375,00 ευρώ, το οποίο είναι το κέρδος που απομένει μετά την αφαίρεση όλων των εξόδων, συμπεριλαμβανομένων των

γενικών εξόδων, από το μικτό κέρδος. Αυτά είναι τα πραγματικά κέρδη από το έργο και ο αριθμός που αντικατοπτρίζει πραγματικά την οικονομική επιτυχία του έργου.

### **Ποσοστό Κέρδους**

Το ποσοστό κέρδους υπολογίζεται σε 29,99%. Αυτό είναι ένα υγιές περιθώριο κέρδους και υποδηλώνει μια επιτυχημένη οικονομική έκβαση του έργου. Το περιθώριο κέρδους είναι ένας κρίσιμος δείκτης της οικονομικής υγείας του έργου και ένα ποσοστό κάτω του 30% μπορεί να θεωρηθεί ισχυρό, ειδικά σε κλάδους όπως οι κατασκευές ή η ανάπτυξη υποδομών όπου τα περιθώρια είναι συχνά πολύ πιο στενά.

### **Ανάλυση και Σχόλια**

Από τα στοιχεία που παρουσιάστηκαν, φαίνεται ότι το έργο ήταν οικονομικά επιτυχημένο, με περιθώριο καθαρού κέρδους σχεδόν 30%, γεγονός που υποδηλώνει αποτελεσματική διαχείριση και εκτέλεση. Η διαφορά μεταξύ του μικτού και του καθαρού κέρδους υποδηλώνει ότι τα γενικά έξοδα ήταν καλά συγκρατημένα και δεν διέβρωσαν υπερβολικά τα κέρδη από το έργο. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι ενώ το καθαρό κέρδος είναι ένα θετικό αποτέλεσμα, η πτυχή των ταμειακών ροών του έργου δεν παρουσιάζεται εδώ και αποτελεί επίσης κρίσιμο στοιχείο της οικονομικής υγείας του έργου.

Επιπλέον, αυτή η οικονομική περίληψη παρέχει στους ενδιαφερόμενους μια σαφή εικόνα της κερδοφορίας του έργου, η οποία θα μπορούσε να επηρεάσει μελλοντικές επιχειρηματικές αποφάσεις, επενδύσεις και στρατηγικό σχεδιασμό. Η εμφανιζόμενη κερδοφορία μπορεί επίσης να αυξήσει την ικανότητα της εταιρείας να υποβάλλει προσφορές για μελλοντικά έργα, να διαπραγματεύεται καλύτερους όρους ή να επενδύει σε δραστηριότητες ανάπτυξης και ανάπτυξης.

Συμπερασματικά, το έργο έχει καλές επιδόσεις οικονομικά, με ισχυρό περιθώριο κέρδους ενδεικτικό του καλού ελέγχου κόστους και της δημιουργίας αξίας. Ένα τέτοιο περιθώριο επιτρέπει την επανεπένδυση και τοποθετεί την εταιρεία ανταγωνιστικά για μελλοντικές ευκαιρίες.

## Κεφάλαιο 5: Συμπεράσματα

### 5.1.Συμπεράσματα χρονικού προγραμματισμού έργου προσאיγιάλωσης υποβρυχίου καλωδίου οπτικών ινών

Η διαχείριση έργου του έργου υποβρυχίων καλωδίων οπτικών ινών, με ιδιαίτερη έμφαση στο χρονοδιάγραμμα, έφτασε στο τέλος της. Μια διεξοδική ανασκόπηση του χρονοδιαγράμματος, των ορόσημων και των παραδοτέων του έργου παρέχει πολλά βασικά στοιχεία και γνώσεις που είναι ζωτικής σημασίας για την αξιολόγηση της επιτυχίας του έργου και για την ενημέρωση των μελλοντικών έργων.

#### *Τήρηση χρονοδιαγράμματος:*

Το έργο επέδειξε αξιέπαινη τήρηση του αρχικού χρονοδιαγράμματος. Τα βασικά ορόσημα επιτεύχθηκαν όπως είχε προγραμματιστεί και η κρίσιμη διαδρομή παρακολουθήθηκε στενά και διαχειρίστηκε, διασφαλίζοντας ότι δεν υπήρξαν σημαντικές καθυστερήσεις. Η χρήση προηγμένων τεχνικών και εργαλείων προγραμματισμού, όπως διαγράμματα Gantt και ανάλυση κρίσιμης διαδρομής, συνέβαλε στην αποτελεσματική διαχείριση του χρόνου.

#### *Σχεδιασμός έκτακτης ανάγκης:*

Ο σχεδιασμός έκτακτης ανάγκης έπαιξε κρίσιμο ρόλο στη διατήρηση του χρονοδιαγράμματος του έργου. Οι προβλέψεις για πιθανές καθυστερήσεις, όπως δυσμενείς καιρικές συνθήκες που επηρεάζουν τις θαλάσσιες λειτουργίες ή απροσδόκητες τεχνικές προκλήσεις, ενσωματώθηκαν καλά στο σχέδιο του έργου. Αυτή η προνοητική προσέγγιση επέτρεψε στην ομάδα του έργου να αντιμετωπίσει τα ζητήματα αμέσως χωρίς σημαντικές υπερβάσεις χρόνου.

#### *Κατανομή των πόρων:*

Η επιτυχία του χρονισμού οφειλόταν επίσης στη σχολαστική κατανομή των πόρων. Η ομάδα του έργου διασφάλισε ότι όλοι οι απαραίτητοι πόροι, συμπεριλαμβανομένων των σκαφών, του πληρώματος και του εξοπλισμού, ήταν διαθέσιμοι όταν χρειαζόταν, αποτρέποντας έτσι τα σημεία συμφόρησης. Ο

συντονισμός μεταξύ της αλυσίδας εφοδιασμού και των επιτόπιων λειτουργιών ήταν προσεκτικά συντονισμένος για να ελαχιστοποιηθεί ο χρόνος αδράνειας και να μεγιστοποιηθεί η απόδοση.

#### ***Επικοινωνία με τα ενδιαφερόμενα μέρη:***

Η τακτική και δομημένη επικοινωνία με τους ενδιαφερόμενους συνέβαλε στην έγκαιρη παράδοση του έργου. Οι ενημερώσεις για την πρόοδο, οι συζητήσεις για τους κινδύνους που σχετίζονται με το χρόνο και η συλλογική λήψη αποφάσεων εξασφάλισαν ότι όλα τα μέρη ευθυγραμμίστηκαν με τους χρονικούς στόχους του έργου. Η δέσμευση των ενδιαφερομένων ήταν ιδιαίτερα επωφελής για τη λήψη γρήγορων αποφάσεων που επηρέασαν το χρονοδιάγραμμα του έργου.

#### ***Ευελιξία και προσαρμοστικότητα:***

Η ευελιξία και η προσαρμοστικότητα ήταν βασικές για τη διαχείριση του χρόνου του έργου. Η ομάδα του έργου μπόρεσε να προσαρμόσει τα χρονοδιαγράμματα σε πραγματικό χρόνο ανταποκρινόμενη στις επιτόπιες πραγματικότητες χωρίς να διακυβεύεται η συνολική ημερομηνία παράδοσης του έργου. Αυτή η ευελιξία ήταν ζωτικής σημασίας για τον μετριασμό των επιπτώσεων απρόβλεπτων γεγονότων στο χρονοδιάγραμμα του έργου.

#### ***Διαχείρισης της ποιότητας:***

Το έργο δεν θυσίασε την ποιότητα για την ταχύτητα. Παρά την εστίαση στο χρονοδιάγραμμα, οι διαδικασίες διασφάλισης ποιότητας ακολουθήθηκαν επιμελώς. Αυτή η προσέγγιση εξασφάλισε ότι η εγκατάσταση και η σφράγιση του υποθαλάσσιου καλωδίου οπτικών ινών πληρούσε όλες τις τεχνικές προδιαγραφές και τα βιομηχανικά πρότυπα, αποφεύγοντας έτσι την επανεπεξεργασία που θα μπορούσε να οδηγήσει σε καθυστερήσεις.

#### ***Απόδοση Αναδόχου:***

Οι εργολάβοι και οι υπεργολάβοι επιλέχθηκαν με βάση το αποδεδειγμένο ιστορικό τους για έγκαιρη παράδοση. Η απόδοσή τους παρακολουθούνταν συνεχώς

σύμφωνα με το χρονοδιάγραμμα του έργου και η συνεισφορά τους ήταν καθοριστική για την επίτευξη των στόχων του χρόνου.

#### ***Διδάγματα:***

Το έργο παρείχε πολύτιμα διδάγματα σχετικά με τη σημασία της ενσωμάτωσης των παραμέτρων χρονισμού σε όλο τον κύκλο ζωής του έργου. Η συνεχής παρακολούθηση, η προληπτική διαχείριση κινδύνου και η αποτελεσματική συνεργασία των ενδιαφερομένων προσδιορίστηκαν ως κρίσιμοι παράγοντες για τη διατήρηση του ελέγχου στο χρονοδιάγραμμα του έργου.

Η διαχείριση του έργου χρονισμού για το έργο προσאיγιάλωσης υποβρυχίων καλωδίων οπτικών ινών εκτελέστηκε με υψηλό βαθμό επαγγελματισμού και πειθαρχίας. Η επιτυχής έγκαιρη ολοκλήρωση του έργου χρησιμεύει ως απόδειξη του αποτελεσματικού σχεδιασμού, εκτέλεσης, παρακολούθησης και ελέγχου των διαδικασιών διαχείρισης χρόνου του έργου. Τα διδάγματα και οι βέλτιστες πρακτικές που προσδιορίζονται από αυτό το έργο θα είναι πολύτιμα για τη βελτίωση των στρατηγικών συγχρονισμού των μελλοντικών έργων εντός του οργανισμού.

#### **5.2. Συμπεράσματα οικονομικού προγραμματισμού έργου προσאיγιάλωσης υποβρυχίου καλωδίου οπτικών ινών**

Με την ολοκλήρωση του έργου, μια αξιολόγηση της πτυχής του οικονομικού σχεδιασμού αποφέρει αρκετά σημαντικά συμπεράσματα που υπογραμμίζουν τη δημοσιονομική ευρωστία του έργου και παρέχουν κρίσιμες γνώσεις για μελλοντικές προσπάθειες.

#### ***Ακρίβεια προϋπολογισμού:***

Ο οικονομικός σχεδιασμός του έργου χαρακτηρίστηκε από μια ακριβή διαδικασία προϋπολογισμού. Οι αρχικές εκτιμήσεις ευθυγραμμίστηκαν στενά με τις πραγματικές δαπάνες, υποδεικνύοντας υψηλό επίπεδο ακρίβειας στην πρόβλεψη και την κατανομή του κόστους. Αυτή η ακρίβεια επιτεύχθηκε μέσω ολοκληρωμένης

έρευνας αγοράς, ανάλυσης ιστορικών δεδομένων και συνετών πρακτικών εκτίμησης κόστους.

#### **Διαχείριση κόστους:**

Εφαρμόστηκαν αποτελεσματικές στρατηγικές διαχείρισης κόστους καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής του έργου. Υπήρχαν τακτικές αναθεωρήσεις προϋπολογισμού και μέτρα παρακολούθησης του κόστους, που επέτρεψαν στην ομάδα του έργου να εντοπίσει έγκαιρα τις αποκλίσεις και να προσαρμόσει ανάλογα τις δαπάνες. Το σύστημα διαχείρισης κόστους του έργου διαδραμάτισε καθοριστικό ρόλο στη διασφάλιση ότι οι δαπάνες παραμένουν εντός του εγκεκριμένου προϋπολογισμού.

#### **Κατανομή κεφαλαίων:**

Η κατανομή των κεφαλαίων πραγματοποιήθηκε λαμβάνοντας υπόψη τομείς προτεραιότητας, διασφαλίζοντας ότι κρίσιμα στοιχεία του έργου, όπως οι θαλάσσιες επιχειρήσεις, η προμήθεια εξοπλισμού και το εξειδικευμένο εργατικό δυναμικό έλαβαν επαρκή χρηματοδότηση. Αυτή η ιεράρχηση εξασφάλισε ότι το έργο δεν παρουσίαζε οικονομικές ελλείψεις σε βασικά τμήματα που θα μπορούσαν να θέσουν σε κίνδυνο την επιτυχία του.

#### **Χρήση έκτακτης ανάγκης:**

Το οικονομικό σχέδιο του έργου περιελάμβανε ένα ταμείο έκτακτης ανάγκης για την αντιμετώπιση απροσδόκητων δαπανών. Η πειθαρχημένη χρήση αυτού του ταμείου επέτρεψε στο έργο να αντιμετωπίσει απρόβλεπτες οικονομικές απαιτήσεις χωρίς να διακυβεύεται η συνολική ακεραιότητα του προϋπολογισμού. Το ενδεχόμενο χρησιμοποιήθηκε με σύνεση και τυχόν αχρησιμοποίητες μερίδες συνέβαλαν στην κερδοφορία του έργου.

#### **Διαχείριση ταμειακών ροών:**

Η διαχείριση των ταμειακών ροών έγινε αποτελεσματικά, με προσεκτικό σχεδιασμό εισροών και εκροών. Αυτή η διαχείριση διασφάλισε ότι το έργο είχε



επαρκή ρευστότητα για την εκπλήρωση των υποχρεώσεών του ανά πάσα στιγμή, αποτρέποντας καθυστερήσεις λόγω οικονομικών περιορισμών. Η προληπτική διαχείριση ταμειακών ροών της ομάδας έργου διευκόλυνε επίσης τις έγκαιρες πληρωμές σε προμηθευτές και εργολάβους, διατηρώντας καλές σχέσεις και διασφαλίζοντας αδιάλειπτες αλυσίδες εφοδιασμού.

#### ***Κερδοφορία:***

Το έργο ολοκληρώθηκε με ένα υγιές περιθώριο κέρδους, ενδεικτικό ισχυρού οικονομικού σχεδιασμού και εκτέλεσης. Το κέρδος που πραγματοποιήθηκε ήταν σύμφωνο ή υπερέβη τις αρχικές προβλέψεις. Αυτή η κερδοφορία αντικατοπτρίζει όχι μόνο τον αποτελεσματικό έλεγχο του κόστους αλλά και τη δημιουργία αξίας μέσω της παράδοσης έργων υψηλής ποιότητας.

#### ***Ικανοποίηση ενδιαφερόμενων μερών:***

Οι οικονομικές αναφορές προς τα ενδιαφερόμενα μέρη ήταν διαφανείς και έγκαιρες, συμβάλλοντας στην ικανοποίηση των ενδιαφερομένων. Η ικανότητα του έργου να ανταποκρίνεται στις οικονομικές προσδοκίες και να επικοινωνεί για οικονομικά θέματα ενίσχυσε αποτελεσματικά την εμπιστοσύνη μεταξύ των επενδυτών, των πελατών και των συνεργατών.

#### ***Μετρίασμός χρηματοοικονομικού κινδύνου:***

Το έργο επέδειξε μια ισχυρή προσέγγιση για τον μετρίασμό του οικονομικού κινδύνου, με τους κινδύνους να εντοπίζονται, να αξιολογούνται και να αντιμετωπίζονται προληπτικά. Οι στρατηγικές διαχείρισης χρηματοοικονομικού κινδύνου περιελάμβαναν τη διαφοροποίηση των προμηθευτών, τη σύναψη συμβάσεων σταθερής τιμής όπου ήταν δυνατόν και τη διατήρηση ενός ισχυρού ασφαλιστικού προγράμματος.

#### ***Διδάγματα και συνεχής βελτίωση:***

Η ομάδα του έργου έχει συντάξει ένα σύνολο οικονομικών διδαγμάτων που θα ενημερώσουν τα μελλοντικά έργα. Βασικό μεταξύ αυτών είναι η σημασία της

ενοποίησης του οικονομικού σχεδιασμού με τις διαδικασίες διαχείρισης έργων, το όφελος από την υιοθέτηση μιας συντηρητικής προσέγγισης στον προϋπολογισμό και η αξία της συνεχούς οικονομικής παρακολούθησης.

Ο οικονομικός σχεδιασμός του έργου σφράγισσης υποβρυχίων καλωδίων οπτικών ινών χαρακτηρίστηκε από λεπτομερή προετοιμασία, αυστηρή διαχείριση και σαφή επικοινωνία, με αποκορύφωμα ένα έργο που στέφθηκε με οικονομική επιτυχία. Οι στρατηγικές και οι πρακτικές που υιοθετήθηκαν όχι μόνο διασφάλισαν ότι το έργο εκπλήρωσε τους οικονομικούς του στόχους, αλλά έθεσαν επίσης μια ισχυρή βάση για τον μελλοντικό οικονομικό σχεδιασμό του έργου εντός του οργανισμού.

### **5.3.Γενικά Συμπεράσματα**

Καθώς ολοκληρώνουμε τη μελέτη, αναλογιζόμαστε τις πολύπλευρες επιτυχίες που σημειώθηκαν και τα διδάγματα που αντλήθηκαν από την εκτέλεσή του. Τα γενικά συμπεράσματα που προκύπτουν από αυτό το έργο προσφέρουν πολύτιμες γνώσεις τόσο για τις επιχειρησιακές όσο και για τις στρατηγικές πτυχές των εγχειρημάτων υποδομής μεγάλης κλίμακας.

Το έργο χαρακτηρίστηκε από υψηλό επίπεδο εκτέλεσης σε όλες τις φάσεις. Από τον αρχικό σχεδιασμό και τον σχεδιασμό μέχρι την τελική σφράγιση και δοκιμή του καλωδίου, η σχολαστική προσοχή στη λεπτομέρεια εξασφάλισε μια απρόσκοπτη λειτουργία. Η αριστεία στην εκτέλεση μπορεί να αποδοθεί στις συλλογικές προσπάθειες μιας αφοσιωμένης ομάδας, στην εφαρμογή βέλτιστων πρακτικών και στη χρήση τεχνολογίας αιχμής.

Η αποτελεσματική διαχείριση χρόνου ήταν ο ακρογωνιαίος λίθος της επιτυχίας του έργου. Η ικανότητα της ομάδας έργου να τηρεί ένα αυστηρό χρονοδιάγραμμα, παρά τις πολυπλοκότητες που εμπλέκονται στα θαλάσσια έργα, εξασφάλισε την ολοκλήρωση του έργου εντός του προβλεπόμενου χρονικού πλαισίου. Η προληπτική διαχείριση πιθανών καθυστερήσεων και η στρατηγική κατανομή των πόρων ήταν βασικοί παράγοντες για τη διατήρηση της ακεραιότητας του χρονοδιαγράμματος.

Ο οικονομικός σχεδιασμός και ο έλεγχος εκτελέστηκαν με υψηλό βαθμό διαχείρισης. Οι προβλέψεις του προϋπολογισμού ήταν ακριβείς, οι δαπάνες διατηρήθηκαν υπό έλεγχο και οι στόχοι κερδοφορίας επιτεύχθηκαν και ξεπεράστηκαν. Αυτή η φορολογική ευθύνη όχι μόνο υπογραμμίζει την οικονομική επιτυχία του έργου αλλά επίσης ενισχύει τη φήμη της εταιρείας για οικονομική ακεραιότητα.

Το έργο επέδειξε πνεύμα καινοτομίας και προσαρμοστικότητας. Οι προκλήσεις αντιμετωπίστηκαν με εφευρετικές λύσεις και η ομάδα του έργου ήταν ευέλικτη στην προσέγγισή της, προσαρμόζοντας τις μεταβαλλόμενες συνθήκες χωρίς να παραβλέπει τους στόχους του έργου. Αυτή η προσαρμοστικότητα ήταν ζωτικής σημασίας για την υπέρβαση εμποδίων που διαφορετικά θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε καθυστερήσεις ή υπερβάσεις κόστους.

Το έργο διατήρησε μια ακλόνητη δέσμευση για την ασφάλεια και τη συμμόρφωση με τα ρυθμιστικά πρότυπα. Δεν υπήρξαν σημαντικά περιστατικά ασφάλειας και όλες οι εργασίες συμμορφώθηκαν με τους περιβαλλοντικούς κανονισμούς, αντανakλώντας την αφοσίωση του έργου στην προστασία τόσο του εργατικού του δυναμικού όσο και του θαλάσσιου οικοσυστήματος.

Η ενεργός δέσμευση με τα ενδιαφερόμενα μέρη διατηρήθηκε σε όλη τη διάρκεια του έργου, ενισχύοντας ένα περιβάλλον εμπιστοσύνης και αμοιβαίου σεβασμού. Η διαφάνεια στην επικοινωνία και η ευθυγράμμιση των συμφερόντων των ενδιαφερομένων με τους στόχους του έργου ήταν κεντρικής σημασίας για αυτή τη δέσμευση, συμβάλλοντας στη συνολική επιτυχία του έργου.

Το έργο έδωσε μεγάλη έμφαση στη βιωσιμότητα, με προσπάθειες να ελαχιστοποιηθούν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις της εγκατάστασης και να διασφαλιστεί η μακροπρόθεσμη βιωσιμότητα του καλωδιακού δικτύου. Ο θετικός αντίκτυπος του έργου στην παγκόσμια επικοινωνιακή υποδομή αναμένεται να είναι σημαντικός και μακροχρόνιος.

Το έργο υιοθέτησε μελλοντικές πρακτικές, θέτοντας νέα βιομηχανικά σημεία αναφοράς και τοποθετώντας την εταιρεία ως πρωτοπόρο στον τομέα της εγκατάστασης υποβρυχίων καλωδίων. Η γνώση και η εμπειρία που αποκτήθηκε

από αυτό το έργο θα αξιοποιηθούν για τη βελτίωση των πρακτικών σε μελλοντικά έργα.

Έχει δημιουργηθεί ένα ανεκτίμητο αποθετήριο διδαγμάτων, προσφέροντας πληθώρα γνώσεων που θα ωφελήσουν μελλοντικά έργα. Αυτό το αποθετήριο καλύπτει διάφορες πτυχές όπως η διαχείριση έργου, ο μετριασμός του κινδύνου, οι τεχνικές προκλήσεις και η οικονομική διαχείριση.

Σε γενικές γραμμές, το Submarine Fiber Optic Cable Project αποτελεί απόδειξη του τι μπορεί να επιτευχθεί μέσω του στρατηγικού σχεδιασμού, της ομαδικής συνεργασίας και της δέσμευσης για αριστεία. Η επιτυχής ολοκλήρωση αυτού του έργου όχι μόνο επιτυγχάνει τους άμεσους στόχους του αλλά και δημιουργεί προηγούμενο για μελλοντικά έργα, συμβάλλοντας στην ανάπτυξη της παγκόσμιας τηλεπικοινωνιακής υποδομής.

#### **5.4.Προτάσεις για μελλοντική έρευνα**

Η ολοκλήρωση της μελέτης ανοίγει νέους δρόμους για έρευνα και πρόοδο.

Με βάση τις εμπειρίες και τα αποτελέσματα αυτού του έργου, προτείνονται οι ακόλουθες περιοχές για μελλοντική έρευνα για την προώθηση του πεδίου και την ενίσχυση των επόμενων δεσμεύσεων:

##### *1. Προηγμένα υλικά για ανθεκτικότητα καλωδίων:*

Η έρευνα σε νέα υλικά και τεχνολογίες που μπορούν να βελτιώσουν την ανθεκτικότητα και τη διάρκεια ζωής των υποβρυχίων καλωδίων θα μπορούσε να οδηγήσει σε σημαντική εξοικονόμηση κόστους και περιβαλλοντικά οφέλη. Οι μελέτες θα μπορούσαν να επικεντρωθούν σε υλικά που ανθίστανται στις σκληρές θαλάσσιες συνθήκες και παρέχουν καλύτερη προστασία από φυσικές και βιολογικές βλάβες.

##### *2. Εκτίμηση επιπτώσεων στα θαλάσσια οικοσυστήματα:*

Ενώ έγιναν προσπάθειες για την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, είναι απαραίτητες μακροπρόθεσμες μελέτες για τις επιπτώσεις των

υποθαλάσσιων καλωδίων στα θαλάσσια οικοσυστήματα. Η μελλοντική έρευνα θα μπορούσε να στοχεύει στην κατανόηση των αλληλεπιδράσεων μεταξύ της θαλάσσιας ζωής και της καλωδιακής υποδομής για να ενημερώσει για πιο βιώσιμες πρακτικές εγκατάστασης και συντήρησης.

### *3. Αυτοματισμός στην εγκατάσταση υποβρυχίων καλωδίων:*

Η διερεύνηση της δυνατότητας αυξημένου αυτοματισμού στην τοποθέτηση και συντήρηση καλωδίων θα μπορούσε να μειώσει την ανάγκη για ανθρώπινη παρέμβαση, ειδικά σε βαθύτερα ή πιο επικίνδυνα νερά. Η έρευνα θα μπορούσε να περιλαμβάνει την ανάπτυξη αυτόνομων ή τηλεχειριζόμενων οχημάτων εξοπλισμένων με προηγμένες δυνατότητες ανίχνευσης και επισκευής.

### *4. Μοντέλα Προγνωστικής Συντήρησης:*

Η δημιουργία μοντέλων πρόβλεψης συντήρησης που χρησιμοποιούν μηχανική εκμάθηση και ανάλυση μεγάλων δεδομένων θα μπορούσε να προβλέψει πιθανές αστοχίες ή απαιτούμενες εργασίες συντήρησης. Η έρευνα σε αυτόν τον τομέα θα βελτιώσει την αξιοπιστία και θα αποτρέψει το χρόνο διακοπής λειτουργίας, που είναι ζωτικής σημασίας για την κρίσιμη παγκόσμια υποδομή επικοινωνιών.

### *5. Βελτιωμένες τεχνικές προστασίας καλωδίων:*

Περαιτέρω διερεύνηση καινοτόμων μέτρων προστασίας καλωδίων, όπως βελτιωμένες τεχνικές ταφής ή θωράκισης, θα μπορούσε να αποτρέψει ζημιές από δραστηριότητες αγκύρωσης και αλιείας. Η έρευνα θα μπορούσε επίσης να διερευνήσει οικολογικές μεθόδους προστασίας που ωφελούν τους θαλάσσιους οικοτόπους.

### *6. Οικονομική Ανάλυση Επέκτασης Καλωδιακού Δικτύου:*

Με τη διαρκώς αυξανόμενη ζήτηση για παγκόσμια συνδεσιμότητα, απαιτούνται μελέτες σχετικά με τον οικονομικό αντίκτυπο και τη σκοπιμότητα της επέκτασης των υποθαλάσσιων καλωδιακών δικτύων. Μια τέτοια έρευνα θα παρείχε

πολύτιμες πληροφορίες σχετικά με τις τάσεις της αγοράς και την ανάλυση κόστους-οφέλους των νέων καλωδιακών διαδρομών.

#### *7. Βελτιστοποίηση Διαδικασιών Διαχείρισης Έργων:*

Η συνεχής βελτίωση των μεθοδολογιών διαχείρισης έργων ειδικά για έργα υποθαλάσσιων καλωδίων μπορεί να οδηγήσει σε μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα. Η μελλοντική έρευνα θα μπορούσε να διερευνήσει την ενσωμάτωση ευέλικτων μεθοδολογιών ή την εφαρμογή λιτών αρχών σε αυτό το μοναδικό πεδίο.

#### *8. Σχεδιασμός αποκατάστασης και ανθεκτικότητας από καταστροφές:*

Δεδομένης της σημασίας των υποθαλάσσιων καλωδίων στις παγκόσμιες επικοινωνίες, η έρευνα για τον σχεδιασμό αποκατάστασης από καταστροφές και την ανθεκτικότητα αυτών των συστημάτων είναι ζωτικής σημασίας. Αυτό θα περιλαμβάνει στρατηγικές για γρήγορη αποκατάσταση της υπηρεσίας και ενίσχυση του δικτύου έναντι φυσικών καταστροφών.

#### *9. Νομικές και γεωπολιτικές πτυχές της υποβρύχιας καλωδίωσης:*

Καθώς τα καλώδια συχνά διασχίζουν διεθνή ύδατα, είναι απαραίτητη η έρευνα για τις νομικές και γεωπολιτικές επιπτώσεις. Αυτό θα μπορούσε να περιλαμβάνει μελέτες για τη διεθνή συνεργασία, το ναυτικό δίκαιο και τις πτυχές ασφάλειας των υποθαλάσσιων καλωδιακών δικτύων.

#### *10. Προηγμένα συστήματα παρακολούθησης για τη συντήρηση του καλωδίου:*

Η ανάπτυξη πιο προηγμένων συστημάτων παρακολούθησης που μπορούν να παρέχουν δεδομένα σε πραγματικό χρόνο για την κατάσταση των υποβρυχίων καλωδίων θα μπορούσε να βοηθήσει στην προληπτική συντήρηση και στην ταχεία απόκριση σε τυχόν ζητήματα που προκύπτουν.

Τα ευρήματα από μελλοντική έρευνα σε αυτούς τους τομείς θα μπορούσαν να συμβάλουν σημαντικά στη βάση γνώσεων, οδηγώντας σε πιο αποτελεσματικές,

οικονομικά αποδοτικές και φιλικές προς το περιβάλλον πρακτικές στον κλάδο. Η συμμετοχή σε τέτοιες ερευνητικές προσπάθειες θα διασφαλίσει ότι η παγκόσμια κοινότητα είναι καλύτερα εξοπλισμένη για να αντιμετωπίσει τις προκλήσεις του μέλλοντος στην υποβρύχια καλωδίωση οπτικών ινών.

## Βιβλιογραφία

- Agrawal, G. (2016). Optical Communication: Its History and Recent Progress. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-31903-2\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-319-31903-2_8).
- Alazri, A. (2016). Telecommunication traffic through submarine cables: Security and vulnerabilities. *2016 11th International Conference for Internet Technology and Secured Transactions (ICITST)*, 372-375. <https://doi.org/10.1109/ICITST.2016.7856733>.
- Bao, J., Geng, Y., & Qui, W. (2017). Analysis on Submarine Cable Technical Difficulties. *DEStech Transactions on Engineering and Technology Research*. <https://doi.org/10.12783/DTETR/ICMECA2017/11937>.
- Chen, Y., Li, X., Cai, C., Wu, C., Zhang, W., Huang, X., Guo, Q., & Jiang, D. (2021). Submarine Cable Detection Method Based on Multisensor Communication. *J. Sensors*, 2021, 1-9. <https://doi.org/10.1155/2021/1176347>.
- Chen, Y., Wang, S., Hao, Y., Yao, K., Li, H., Jia, F., Yue, D., Shi, Q., Cheng, Y., & Huang, X. (2022). Temperature Monitoring for 500 kV Oil-Filled Submarine Cable Based on BOTDA Distributed Optical Fiber Sensing Technology: Method and Application. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, 71, 1-10. <https://doi.org/10.1109/TIM.2021.3136182>.
- Clark, B. (2016). Undersea cables and the future of submarine competition. *Bulletin of the Atomic Scientists*, 72, 234 - 237. <https://doi.org/10.1080/00963402.2016.1195636>.
- Davenport, T. (2015). *8 Submarine Communications Cables and Science: A New Frontier in Ocean Governance?*. [https://doi.org/10.1163/9789004299610\\_010](https://doi.org/10.1163/9789004299610_010).
- Foti, F., & Martinelli, L. (2016). Mechanical modeling of metallic strands subjected to tension, torsion and bending. *International Journal of Solids and Structures*, 91, 1-17. <https://doi.org/10.1016/J.IJSOLSTR.2016.04.034>.



- Kobayashi, S., & Almeida, C. (2017). Fiber optic interconnection devices for in-vehicle communication. *2017 22nd Microoptics Conference (MOC)*, 30-31. <https://doi.org/10.23919/MOC.2017.8244481>.
- Kuang, J., Chen, G., Yuan, Z., Qi, X., Yu, Q., & Liu, Z. (2022). Dynamic Interactions of a Cable-Laying Vessel with a Submarine Cable during Its Landing Process. *Journal of Marine Science and Engineering*. <https://doi.org/10.3390/jmse10060774>.
- Liu, G., Fan, M., Wang, P., & Zheng, M. (2021). Study on Reactive Power Compensation Strategies for Long Distance Submarine Cables Considering Electrothermal Coordination. *Journal of Marine Science and Engineering*. <https://doi.org/10.3390/JMSE9010090>.
- Liu, S., Sun, Y., Ma, W., Xie, F., Jiang, X., He, L., & Kang, Y. (2019). A New Signal Processing Method Based on Notch Filtering and Wavelet Denoising in Wire Rope Inspection. *Journal of Nondestructive Evaluation*, 38, 1-14. <https://doi.org/10.1007/S10921-019-0580-Y>.
- Marra, G., Clivati, C., Luckett, R., Tampellini, A., Kronjäger, J., Wright, L., Mura, A., Levi, F., Robinson, S., Xuereb, A., Baptie, B., & Calonico, D. (2018). *Ultrastable laser interferometry for earthquake detection with terrestrial and submarine cables*. *Science*, 361, 486 - 490. <https://doi.org/10.1126/science.aat4458>.
- Pan, X., Zhang, S., & Pan, J. (2022). Research on the Matching of Unequal Diameter Cables to Improve the Carrying Capacity of High-voltage Submarine Cable Landing Section. *Journal of Physics: Conference Series*, 2276. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2276/1/012014>.
- Saunavaara, J., & Salminen, M. (2020). Geography of the global submarine fiber-optic cable network: the case for arctic ocean solutions. *Geographical Review*, 113, 1 - 19. <https://doi.org/10.1080/00167428.2020.1773266>.
- Tomita, S. (2017). Development and Future of Optical Fiber Related Technologies. *IEICE Trans. Commun.*, 100-B, 1688-1695. <https://doi.org/10.1587/TRANSCOM.2016PFI0003>.

- Wang, Q., Guo, J., Wang, Z., Tahchi, E., Wang, X., Moran, B., & Zukerman, M. (2019). Cost-Effective Path Planning for Submarine Cable Network Extension. *IEEE Access*, 7, 61883-61895. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2915125>.
- Wang, X., Cheng, G., Wang, Z., & Zukerman, M. (2022). A research on submarine cable path planning. <https://doi.org/10.1117/12.2622547>.
- Wang, Y., Hanr, W., & Hu, M. (2017). The development trend of submarine cable projects for achieving optimal allocation of energy using international power grid interconnection. <https://doi.org/10.1049/CP.2017.0559>.
- Xu, R., Huang, H., Xu, G., Meng, X., Liu, B., Gu, X., & Brown, J. (2022). A new generation based on SDM of repeated trans-oceanic submarine optic cable. <https://doi.org/10.1117/12.2624822>.
- Xu, R., Huang, H., Xu, G., Meng, X., Liu, B., Gu, X., & Brown, J. (2022). A new generation based on SDM of repeated trans-oceanic submarine optic cable. <https://doi.org/10.1117/12.2624822>.
- Xu, X., Meng, F., Paramene, A., Chen, X., Qiu, L., & Zhou, W. (2021). Investigation on loss reduction strategies of single-core HVAC submarine cables. *22nd International Symposium on High Voltage Engineering (ISH 2021)*, 2021, 44-48. <https://doi.org/10.1049/icp.2022.0476>.
- Zhang, X., Zhang, L., Liu, L., & Huo, L. (2018). Prestress Monitoring of a Steel Strand in an Anchorage Connection Using Piezoceramic Transducers and Time Reversal Method. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 18. <https://doi.org/10.3390/s18114018>.
- Negishi, Y., Ishihara, K., Murakami, Y., & Yoshizawa, N. (1984). Design of deep-sea submarine optical fiber cable. *Journal of Lightwave Technology*. <https://doi.org/10.1109/JLT.1984.1073731>.
- Mahapatra, A., & O'Riorden, S. (2021). Design, Manufacture, and Deployment of Buoyant Cables in Underwater Applications. *OCEANS 2021: San Diego - Porto*, 1-4. <https://doi.org/10.23919/OCEANS44145.2021.9705835>.

- Polley, R., & Yinger, P. (1993). Installation of the fiber optic communications underwater system (FOCUS). *Proceedings of OCEANS '93*, II419-II424 vol.2. <https://doi.org/10.1109/OCEANS.1993.326132>.
- AlNasseri, H., & Aulin, R. (2015). Assessing understanding of planning and scheduling theory and practice on construction projects. *Engineering Management Journal*, 27, 58-72.
- Faghihi, V., Reinschmidt, K., & Kang, J. H. (2014). Construction scheduling using Genetic Algorithm based on Building Information Model. *Expert Systems with Applications*, 41, 7565-7578.
- Herroelen, W. (2005). Project scheduling—Theory and practice. *Production and Operations Management*, 14, 413-432.
- Jan, S., & Ho, S. (2006). *Construction Project Buffer Management in Scheduling Planning and Control*, 858-863. <https://doi.org/10.22260/ISARC2006/0158>.
- Long, L. D., & Ohsato, A. (2009). A genetic algorithm-based method for scheduling repetitive construction projects. *Automation in Construction*, 18, 499-511.
- Talwar, A., & Srivastava, D. (1984). Fibre Optics in Undersea Applications. *Defence Science Journal*, 34, 85-96.
- Sinkin, O. (2022). Strategies and Challenges in Designing Undersea Optical Links. *2022 European Conference on Optical Communication (ECOC)*.
- Polley, R., & Yinger, P. (1993). Installation of the fiber optic communications underwater system (FOCUS). *Proceedings of OCEANS '93*.
- Bannon, R., & Burnett, D. (2002). High density underwater fiber optic systems security. *OCEANS '02 MTS/IEEE*.
- Liu, X., & Zhu, Z. (2018). Advances in Optical Communications Technologies. *IEEE Commun. Mag.*, 56, 112. <https://doi.org/10.1109/MCOM.2017.7842425>.
- Ochoa, M., Algorri, J., Roldán-Varona, P., Rodríguez-Cobo, L., & López-Higuera, J. (2021). Recent Advances in Biomedical Photonic Sensors: A Focus on Optical-Fibre-Based Sensing. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 21. <https://doi.org/10.3390/s21196469>.

- Soares, M., Vidal, M., Santos, N., Costa, F., Marques, C., Pereira, S., & Leitão, C. (2021). Immunosensing Based on Optical Fiber Technology: Recent Advances. *Biosensors*, 11. <https://doi.org/10.3390/bios11090305>.
- Xu, Y., Lu, P., Chen, L., & Bao, X. (2017). Recent Developments in Micro-Structured Fiber Optic Sensors. *Fibers*, 5, 3. <https://doi.org/10.3390/FIB5010003>.
- Wang, W., Zhou, B., Xu, S., Yang, Z., & Zhang, Q. (2019). Recent advances in soft optical glass fiber and fiber lasers. *Progress in Materials Science*. <https://doi.org/10.1016/J.PMATSCI.2018.11.003>.
- Takeshita, H., Sato, M., Inada, Y., Gabory, E., & Nakamura, Y. (2019). Past, Current and Future Technologies for Optical Submarine Cables. *2019 IEEE/ACM Workshop on Photonics-Optics Technology Oriented Networking, Information and Computing Systems (PHOTONICS)*, 36-42. <https://doi.org/10.1109/PHOTONICS49561.2019.00011>.
- Lentz, S. (2016). New applications for submarine cables. , 301-340. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804269-4.00008-8>.
- Bigo, S. (2008). Technologies for global telecommunications using undersea cables. , 561-610. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374172-1.00014-X>.
- Wang, X., Cheng, G., Wang, Z., & Zukerman, M. (2022). A research on submarine cable path planning. , 12169, 1216926 - 1216926-8. <https://doi.org/10.1117/12.2622547>.
- Courtois, O., & Bardelay-Guyot, C. (2016). Architectures and management of submarine networks. , 343-380. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804269-4.00009-X>.
- Liu, G. (2023). Research on condition assessment method of submarine cable based on artificial intelligence algorithm. , 12709, 1270906 - 1270906-6. <https://doi.org/10.1117/12.2684543>.
- Xiushan, Z., Shui, C., & Kun, F. (2009). Design and Implementation of Visual Management System for Submarine Cable Installation Based on 3D GIS. *2009 WRI World Congress on Computer Science and Information Engineering*, 2, 322-325. <https://doi.org/10.1109/CSIE.2009.1081>.



**Υπεύθυνη Δήλωση Συγγραφέα:**

Δηλώνω ρητά ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν.1599/1986, η παρούσα εργασία αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής μου εργασίας, δεν προσβάλλει κάθε μορφής δικαιώματα διανοητικής ιδιοκτησίας, προσωπικότητας και προσωπικών δεδομένων τρίτων, δεν περιέχει έργα/εισφορές τρίτων για τα οποία απαιτείται άδεια των δημιουργών/δικαιούχων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον και πληρούν τους κανόνες της επιστημονικής παράθεσης.