



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ
ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ
ΑΝΑΔΕΙΞΗ ΙΣΤΟΡΙΚΩΝ ΜΝΗΜΕΙΩΝ ΚΑΙ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΩΝ
ΤΡΟΦΟΔΟΤΗΣΗΣ ΑΠΟ ΑΥΤΟΝΟΜΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ Ι. ΔΟΥΣΚΑ

Επιβλέπων: Χάρης Δούκας

Αν. Καθηγητής, Σχολή ΗΜΜΥ, Ε.Μ.Π

Αθήνα, Μάρτιος 2020



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ
ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ
ΑΝΑΔΕΙΞΗ ΙΣΤΟΡΙΚΩΝ ΜΝΗΜΕΙΩΝ ΚΑΙ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΩΝ
ΤΡΟΦΟΔΟΤΗΣΗΣ ΑΠΟ ΑΥΤΟΝΟΜΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ Ι. ΔΟΥΣΚΑ

Επιβλέπων: Χάρης Δούκας

Αν. Καθηγητής, Σχολή ΗΜΜΥ, Ε.Μ.Π

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 11^η Μαρτίου 2020.

.....
Χάρης Δούκας
Αν. Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....
Ιωάννης Ψαρράς
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....
Δημήτρης Ασκούνης
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Μάρτιος 2020

.....
Παναγιώτα Ι. Δούσκα

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών Ε.Μ.Π.

Copyright © Παναγιώτα Ι. Δούσκα, 2020
Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσης εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Copyright © Παναγιώτα Ι. Δούσκα, 2020

*Στους γονείς μου,
Γιάννη και Ερμίνα*

*...Μόνος σου θα πας πιο γρήγορα, μαζί θα πάμε
πιο μακριά...*

Περίληψη

Ο σκοπός της παρούσης διπλωματικής εργασίας είναι η μελέτη φωτισμού της νήσου Σφακτηρίας και η τροφοδοσία της εγκατάστασης φωτισμού μέσω αυτόνομης φωτοβολταϊκής εγκατάστασης, καθώς δεν ανήκει στο διασυνδεδεμένο δίκτυο της Δ.Ε.Η. Η Σφακτηρία είναι βραχονησίδα της Μεσσηνίας, στο νότιο Ιόνιο πέλαγος, και συγκεκριμένα κοντά στην Πύλο. Για τη φωτοτεχνική μελέτη χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα φωτομετρίας RELUXDesktop 2018. Το παραπάνω λογισμικό είναι κατάλληλο για μελέτες φωτισμού εξωτερικών χώρων.

Για τη μελέτη φωτισμού των μνημείων και των ιστορικού ενδιαφέροντος κτισμάτων της Σφακτηρίας, όπως και κάθε μνημείου ή ιστορικού κτηρίου, λαμβάνονται υπ' όψιν βασικές αρχές και κανόνες φωτισμού. Αρχικά γίνεται αναγνώριση του χώρου, συλλέγονται όλα τα υπάρχοντα σχέδια από τα οποία προκύπτουν οι διαστάσεις του μνημείου και μελετώνται τα αρχιτεκτονικά στοιχεία του, με σκοπό να γίνει ο σωστός σχεδιασμός φωτισμού. Έπειτα σχεδιάζεται το τρισδιάστατο μοντέλο του κάθε μνημείου στο πρόγραμμα φωτομετρίας και επιλέγονται τα φωτιστικά σώματα και οι φωτεινές πηγές, ανάλογα με το επιδιωκόμενο αποτέλεσμα φωτισμού. Καθοριστικοί παράγοντες για την επιλογή των παραπάνω είναι το σχήμα και τα υλικά του μνημείου, η τεχνική ανάδειξης που έχει επιλεγεί και τα στοιχεία που πρέπει να τονιστούν ιδιαίτερα.

Μετά την επιλογή των φωτιστικών σωμάτων πραγματοποιείται η προσομοίωση φωτισμού στο RELUX, η οποία δε δίνει μόνο την δυνατότητα μιας εποπτικής εικόνας του προς μελέτη αντικείμενου, αλλά υπολογίζει και τα επιπέδα φωτισμού. Στη συνέχεια, οι ενεργειακές απαιτήσεις για την αυτόνομη λειτουργία της εγκατάστασης φωτισμού οδηγούν στην επιλογή κατάλληλης χωρητικότητας φωτοβολταϊκών σωμάτων. Με τον τρόπο αυτό, επιτυγχάνεται μία ολοκληρωμένη μελέτη φωτισμού που έχει ως στόχο την ανάδειξη του ιστορικού ενδιαφέροντος της νήσου, καθώς και τη βιωσιμότητα ενός τέτοιου έργου.

Λέξεις - Κλειδιά

Σφακτηρία, Αρχιτεκτονικός Φωτισμός, Τεχνολογία LED, Φωτισμός Ανάδειξης Μνημείων, Τεχνικές Φωτισμού, Προσομοίωση Φωτισμού, Relux, Προσομοίωση Φωτοβολταϊκής Εγκατάστασης, Αποθήκευση Ενέργειας, Συσσωρευτές

Abstract

The purpose of this thesis is to study the illumination of the island of Sfakteria and to supply the illumination facility through an autonomous photovoltaic installation as it does not belong to the electricity grid. Sfakteria is a rocky island of Messinia in the southern Ionian Sea and specifically near Pylos. The RELUXDesktop 2018 photometry software was used for the phototechnical study. The above software is suitable for outdoor lighting studies.

For the lighting of the monuments and historically interesting buildings of Sfakteria, as in any monument or historical building, basic principles and rules of illumination are taken into account. Initially, the site is identified, all existing designs, from which the dimensions of each monument are derived, and its architectural elements are studied, in order to properly design the lighting. Then, the three-dimensional model of each monument is drawn in the photometry program and the light fixtures and light sources are selected according to the desired illumination effect. Determinants of the selection of the above are the shape and materials of the monument, the highlighting technique selected and the elements that should be emphasized.

Lighting is then simulated in RELUX, which not only enables a supervisory image of the object to be studied, but also calculates the lighting levels. Subsequently, the energy requirements for the autonomous operation of the lighting system leads to the selection of appropriate photovoltaic capacity. Thus, a comprehensive illumination study is achieved that aims to highlight the island's historical interest as well as the viability of such project.

Key - Words

Sfakteria, Architectural Lighting, LED Technology, Monument Lighting, Lighting Techniques, Lighting Simulation, Relux, Photovoltaic Installation Simulation, Energy Storage, Batteries

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να εκφράσω τις εγκάρδιες ευχαριστίες μου στους καθηγητές μου Χάρη Δούκα, Αναπληρωτή Καθηγητή Ε.Μ.Π και τον Ιωάννη Ψαρρά, Καθηγητή Ε.Μ.Π, για την εμπιστοσύνη που μου έδειξαν καθ' όλη τη διάρκεια της παρούσης διπλωματικής εργασίας καθώς και για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγησή τους. Θα ήθελα να ευχαριστήσω την Ελευθερία Τουλουπάκη, Αρχιτέκτονα Μηχανικό, για τη συνεργασία και τη συνεισφορά της. Θα ήθελα να ευχαριστήσω ακόμα τον Γιώργο Βασιλείου, υποψήφιο Διδάκτορα και τον Λάμπρο Δούλο, Διδάκτορα του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου για την πολύτιμη καθοδήγηση και συμβουλές τους σε σημαντικά σημεία της εργασίας μου.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους φίλους και συμφοιτητές μου για τα όμορφα και αξέχαστα φοιτητικά χρόνια που περάσαμε μαζί. Ευχαριστώ ιδιαίτερα την Αθηνά, την Κωνσταντίνα, τη Χρύσα, τη Μαρία, τον Παναγιώτη, τον Πέτρο, τον Κώστα, τον Γιάννη και τον Κωστάκη για τις ξεχωριστές στιγμές που ζήσαμε, που παλέψαμε και που μάθαμε να αντιμετωπίζουμε την κάθε δυσκολία.

Κλείνοντας δεν θα μπορούσα να παραλείψω τις ευχαριστίες στην οικογένειά μου για την ηθική και ψυχολογική υποστήριξή της κατά τη διάρκεια όλων των σπουδών μου. Ευχαριστώ τους γονείς μου, Γιάννη και Ερμίνια, για την αγάπη τους, την υπομονή τους και τη συμπαράστασή τους σε κάθε στάδιο της ζωής μου.

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	7
Abstract	9
Ευχαριστίες.....	11
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Εισαγωγή.....	17
1.1 Αντικείμενο και Σκοπός	17
1.2 Δομή	17
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Τύποι και Τεχνικές Φωτισμού Μνημείων και Ιστορικών Κτηρίων	19
2.1 Τύποι Φωτισμού.....	19
2.2 Τεχνικές Φωτισμού για την Ανάδειξη Εξωτερικών Επιφανειών και Στοιχείων	20
2.2.1 Φωτισμός από Πάνω προς τα Κάτω (Down Lighting)	20
2.2.2 Φωτισμός από Κάτω προς τα Πάνω (Up Lighting)	21
2.2.3 Φωτισμός Υφής (Grazing).....	22
2.2.4 Φωτισμός Ανάδειξης Επιφάνειας (Wall Washing).....	23
2.2.5 Φωτισμός Τονισμού (Accent Lighting)	23
2.2.6 Φωτισμός Περιγράμματος (Silhouetting)	24
2.2.7 Φωτισμός Εστίασης (Spotlighting)	25
2.2.8 Διάχυτος Φωτισμός (Floodlighting)	26
2.3 Τα Μνημεία και τα Ιστορικά Κτήρια ως Βασικά Στοιχεία Στρατηγικού Σχέδιου Ανάπτυξης Φωτισμού (Lighting Master Plan)	26
2.4 Τεχνητός και Αρχιτεκτονικός Φωτισμός για την Ανάδειξη Ιστορικών Κτηρίων και Μνημείων.....	29
2.5 Βασικές Αρχές και Κανόνες για τον Σχεδιασμό Φωτισμού Μνημείων και Ιστορικών Κτηρίων	31
2.6 Γενικές Κατευθύνσεις για τον Φωτισμό Μνημείων και Ιστορικών Κτηρίων	37
2.6.1 Σχεδιάζοντας τον Φωτισμό Ανάλογα με το Σχήμα και το Ύψος.....	37
2.6.2 Φωτίζοντας ένα Μνημείο Ορατό από Μία ή πιο Πολλές Κατευθύνσεις.....	39
2.6.3 Τρόποι Ανάδειξης Ιστορικού Κτηρίου ή Μνημείου	41
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Η Νήσος Σφακτηρία	43
3.1 Εισαγωγή	43
3.1.1 Τοπογραφικά.....	43
3.1.2 Ιστορικά	43
3.1.3 Στόχοι και Αρχές της Επέμβασης.....	44
3.2 Ναός Αναλήψεως (Παναγούλα)	45
3.2.1 Τοπογραφικά.....	45
3.2.2 Ιστορικά	45
3.2.3 Περιγραφή και Φωτογραφική Τεκμηρίωση.....	45

3.2.4 Περιγραφή της Προαπαιτούμενης Επέμβασης	50
3.3 Μνημεία	51
3.3.1 Μνημείο Ρώσων στη Σφακτηρία (1872)	51
3.3.2 Μνημείο Γάλλων στη Νησίδα Πύλο (Φανάρι ή Τσιχλί-Μπαμπά) (1890)	54
3.3.3 Μνημείο Σανταρόζα στη Σφακτηρία (1926).....	55
3.3.4 Μνημείο Άγγλων στη Νησίδα Χελωνήσι (Μαραθονήσι) (1927).....	57
3.3.5 Μνημείο Ελλήνων (Σαχίνη, Αναγνωσταρά, Τσαμαδού) στη Σφακτηρία (1959).....	58
3.3.6 Τάφος-Μνημείο Αλέξη Mallet (1833)	60
3.3.7 Τάφος Παύλου Βοναπάρτη	61
3.3.8 Περιγραφή της Προαπαιτούμενης Επέμβασης	61
3.4 Φάρος στη Νησίδα Πύλο.....	64
3.4.1 Ανάλυση και Φωτογραφική Τεκμηρίωση	64
3.4.2 Περιγραφή της Προαπαιτούμενης Επέμβασης	71
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Εγκατάσταση Φωτισμού.....	73
4.1 Κριτήρια Επιλογής Φωτιστικών Σωμάτων.....	73
4.1.1 Βαθμός Προστασίας (IP).....	73
4.1.2 Θερμοκρασία Χρώματος	74
4.1.3 Τεχνικά Χαρακτηριστικά Φωτιστικών Σωμάτων	74
4.2 Εγκατάσταση Φωτισμού και Προσομοίωση με το Πρόγραμμα Relux.....	76
4.2.1 Μνημείο Ρώσων στη Σφακτηρία (1872)	76
4.2.2 Μνημείο Γάλλων στη Νησίδα Πύλο (Φανάρι ή Τσιχλί-Μπαμπά) (1890)	78
4.2.3 Μνημείο Σανταρόζα στη Σφακτηρία (1926).....	81
4.2.4 Μνημείο Άγγλων στη Νησίδα Χελωνήσι (Μαραθονήσι) (1927).....	83
4.2.5 Μνημείο Ελλήνων (Σαχίνη, Αναγνωσταρά, Τσαμαδού) στη Σφακτηρία (1959).....	86
4.2.6 Ναός Αναλήψεως (Παναγούλα).....	88
4.2.7 Φάρος στη Νησίδα Πύλο.....	90
4.3 Ανάλυση Κόστους Εγκατάστασης Φωτισμού.....	92
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Φωτοβολταϊκή Εγκατάσταση	99
5.1 Εισαγωγή	99
5.2 Τεχνικά Χαρακτηριστικά και Προδιαγραφές	100
5.2.1 Συντελεστής Χρησιμοποίησης (Capacity Factor) και Διάρκεια Εκφόρτισης.....	100
5.2.2 Κόστος Εγκατάστασης, Συντήρησης και Λειτουργίας Φωτοβολταϊκών Πλαισίων	101
5.2.3 Κόστος Εγκατάστασης, Συντήρησης και Λειτουργίας Συσσωρευτών	101
5.3 Φωτοβολταϊκή Εγκατάσταση ανά Μνημείο	103
5.3.1 Μνημείο Ρώσων στη Σφακτηρία (1872)	103
5.3.2 Μνημείο Γάλλων στη Νησίδα Πύλο (Φανάρι ή Τσιχλί-Μπαμπά) (1890)	104

5.3.3 Μνημείο Σανταρόζα στη Σφακτηρία (1926).....	106
5.3.4 Μνημείο Άγγλων στη Νησίδα Χελωνήσι (Μαραθονήσι) (1927).....	108
5.3.5 Μνημείο Ελλήνων (Σαχίνη, Αναγνωσταρά, Τσαμαδού) στη Σφακτηρία (1959).....	110
5.3.6 Ναός Αναλήψεως (Παναγούλα).....	111
5.3.7 Φάρος στη Νησίδα Πύλο.....	113
5.4 Συνολική Ανάλυση Κόστους Φωτισμού, Φωτοβολταϊκών Πλαισίων και Συσσωρευτών	115
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: Συμπεράσματα και Προοπτικές.....	117
6.1 Συμπεράσματα	117
6.2 Προοπτικές	117
Βιβλιογραφία.....	119

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Εισαγωγή

1.1 Αντικείμενο και Σκοπός

Ο φωτισμός ιστορικών κτηρίων και μνημείων αποτελεί ιδιαίτερη πρόκληση για τους σχεδιαστές φωτισμού. Η ποικιλομορφία των κτηρίων και γενικότερα των μνημείων, η χρήση τους και οι διαφορετικοί παράγοντες για τη συντήρησή τους απαιτούν συγκεκριμένες και συχνά μοναδικές προτάσεις.

Σκοπός της παρούσης διπλωματικής είναι η ανάδειξη ιστορικών περιοχών μέσω καινοτόμων τεχνικών φωτισμού και η τροφοδοσία τους από ένα ενεργειακά αυτόνομο σύστημα.

Πιο συγκεκριμένα, αντικείμενο της διπλωματικής είναι η μελέτη και προσομοίωση φωτισμού των πέντε μνημείων, του Φάρου και του Ναΐσκου που βρίσκονται στην βραχονησίδα Σφακτηρία. Στη συνέχεια, μελετάται η κάλυψη των ενεργειακών αναγκών φωτισμού της Νήσου μέσω αυτόνομης φωτοβολταϊκής εγκατάστασης.

Ο φωτισμός θα αναδείξει τη μεγαλοπρέπεια των μνημείων και των ιστορικών κτισμάτων και θα δώσει το έναυσμα σε κατοίκους και επισκέπτες της περιοχής να αναζητήσουν και να γνωρίσουν την ιστορία και φυσική ομορφιά της Σφακτηρίας αλλά και της ευρύτερης περιοχής. Τα φωτισμένα μνημεία της Νήσου θα έλκουν τα βλέμματα του κοινού, ενώ ο αυτόνομα τροφοδοτούμενος φωτισμός θα βοηθήσει στην ασφαλή περιπλάνηση αλλά και στην ανάδειξη των μνημείων κατά τη διάρκεια της νύχτας. Ο δήμος Πύλου θα μπορεί να οργανώνει εκδηλώσεις στο χώρο αναβαθμίζοντας πολιτιστικά, πνευματικά αλλά και οικονομικά την περιοχή.

1.2 Δομή

Αναλυτικά, στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στους τύπους και τα είδη φωτισμού που υπάρχουν και επιλέγονται ανάλογα με το αντικείμενο ή το χώρο που πρόκειται να φωτιστεί, καθώς και στις τεχνικές φωτισμού για την ανάδειξη ιστορικών κτηρίων και μνημείων. Παρουσιάζονται οι γενικές αρχές και οι κατευθύνσεις που πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψιν στο σχεδιασμό φωτισμού κάθε μνημείου και ιστορικού κτηρίου. Δεν υπάρχει μόνο μία λύση για τον τρόπο που θα φωτιστεί ένα μνημείο, υπάρχουν όμως κάποιοι βασικοί κανόνες που πρέπει να ακολουθούνται από τους μελετητές φωτισμού. Η ανάδειξη των ιστορικών κτηρίων και των μνημείων θα πρέπει να γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε να μην αλλοιώνεται η ημερήσια εικόνα τους και να εμπνέει σεβασμό σε όλους τους παρατηρητές.

Στο τρίτο κεφάλαιο, αφού έχουν αναλυθεί οι έννοιες που αφορούν στο φως και στο φωτισμό των μνημείων, γίνεται η παρουσίαση των πέντε μνημείων, του Φάρου και του Ναΐσκου που βρίσκονται στη Νήσο και περιγράφονται τα τοπογραφικά και αρχιτεκτονικά τους χαρακτηριστικά και το ιστορικό τους περίγραμμα. Η γνώση του χώρου και της ιστορίας του συμβάλλουν στο σωστό σχεδιασμό του φωτισμού και στην απόδοση του πιο κατάλληλου αποτελέσματος.

Στο τέταρτο κεφάλαιο αναλύεται η προσομοίωση της εγκατάστασης φωτισμού των μνημείων και κτισμάτων ιστορικού ενδιαφέροντος της Νήσου μέσω του προγράμματος φωτομετρίας Relux.

Επιλέγονται τα κατάλληλα φωτιστικά, με τα κατάλληλα χαρακτηριστικά και τοποθετούνται στις κατάλληλες θέσεις ώστε να προκύψουν τα επιθυμητά αποτελέσματα. Στο κεφάλαιο αυτό, παρουσιάζεται και η ανάλυση κόστους της εγκατάστασης φωτισμού της Σφακτηρίας.

Στο πέμπτο κεφάλαιο πραγματοποιείται η προσομοίωση της αυτόνομης φωτοβολταϊκής εγκατάστασης σύμφωνα με τις ενεργειακές ανάγκες που προέκυψαν. Παρουσιάζεται επίσης, η ανάλυση κόστους της εγκατάστασης φωτοβολταϊκών της Σφακτηρίας, που θα συμβάλει στην πλήρη ενεργειακή ανεξαρτησία της Νήσου και στην απόδοση ενός πιο ολοκληρωμένου αποτελέσματος.

Τέλος, αναφέρονται τα γενικά συμπεράσματα στα οποία μας οδήγησε η μεθοδολογική προσέγγιση και οι προοπτικές για αντίστοιχες μελέτες και εφαρμογές στο μέλλον.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Τύποι και Τεχνικές Φωτισμού Μνημείων και Ιστορικών Κτηρίων

2.1 Τύποι Φωτισμού

Ένα σημαντικό βήμα για τη σχεδίαση κάθε μελέτης φωτισμού είναι η επιλογή του τύπου φωτισμού, ανάλογα με τη λειτουργία, τη χρήση, τη μορφολογία και τα υλικά του προς μελέτη χώρου. Η διαφορετικότητα του τρόπου εκπομπής του φωτός από το εκάστοτε φωτιστικό μέσο δημιουργεί και προτείνει διαφορετικούς τρόπους σύλληψης του χώρου και της φιλοσοφίας φωτισμού. Η διαφορετικότητα αυτή θα μπορούσε να χαρακτηριστεί σαν τύπος φωτισμού [Κλωνιζάκης, 2012].

- Γενικός Φωτισμός: Είναι ο βασικός φωτισμός του χώρου που πρέπει να εξασφαλίζει επάρκεια και οπτική άνεση. Πρέπει να είναι διάχυτος, ομοιόμορφος και ισοκατανεμημένος [Μαθιός, 1997].
- Ατμοσφαιρικός Φωτισμός: Είναι ο απαλός, χαμηλός, ζεστός φωτισμός για δημιουργία «ατμόσφαιρας». Χαρακτηριστικό του είναι η έλλειψη έντονων σκιάσεων και αντιθέσεων [Κλωνιζάκης, 2012].
- Άμεσος Φωτισμός: Ο άμεσος φωτισμός διαχωρίζεται σε κατευθυνόμενο και συγκεντρωτικό ανάλογα με το εύρος του φωτεινού κώνου. Χαρακτηριστικό του η ύπαρξη έντονων σκιάσεων και δραματικού αποτελέσματος. Χρησιμοποιείται όταν θέλουμε να ξεχωρίσουμε κάποια αντικείμενα ή σημεία [Κλωνιζάκης, 2012].
- Έμμεσος Φωτισμός: Χαρακτηρίζεται από την ανάκλαση του φωτός σε μία επιφάνεια (ανακλαστήρας) προς μία επιθυμητή κατεύθυνση. Σημαντικό στοιχείο οι ανακλαστικές ιδιότητες του ανακλαστήρα [Κλωνιζάκης, 2012].
- Θεατρικός Φωτισμός: Είναι ο έντονα κατευθυνόμενος φωτισμός για να τονίσουμε κάποιο σημείο ή να δημιουργήσουμε εφέ [Μαθιός, 1997].
- Διακοσμητικός Φωτισμός: Είναι ο φωτισμός από φωτιστικά με έντονο διακοσμητικό χαρακτήρα που δημιουργούν φωτοσκιάσεις [Μαθιός, 1997].
- Αρχιτεκτονικός Φωτισμός: Είναι το ενιαίο, ολικό και αρμονικά ενσωματωμένο στο κτήριο τεχνικό σύστημα, που με τη χρήση φυσικών ή/και τεχνητών πηγών, παρέχει φως σχεδιασμένο, ώστε να εξυπηρετεί τους χρήστες και την αρχιτεκτονική αφήγηση [Χριστοφίδης, 2014].
- Φωτισμός Ασφαλείας: Είναι ο φωτισμός εκτάκτου ανάγκης που λειτουργεί, όταν κοπεί το ηλεκτρικό ρεύμα, ο φωτισμός σκαλοπατιών σκοτεινών αιθουσών κινηματοθεάτρων, ο προειδοποιητικός φωτισμός για κάποιο κίνδυνο [Μαθιός, 1997].

- Φωτισμός Σήμανσης-Περιστασιακός: Αποτελεί τον τύπο φωτισμού ο οποίος σηματοδοτεί είτε επισημαίνει μορφολογικά στοιχεία, καταστάσεις και περιστάσεις [Κλωνιζάκης, 2012].

2.2 Τεχνικές Φωτισμού για την Ανάδειξη Εξωτερικών Επιφανειών και Στοιχείων

Η ανάδειξη των εξωτερικών επιφανειών, των προσόψεων των ιστορικών κτηρίων αλλά και γενικότερα των μνημείων, μπορεί να πραγματοποιηθεί με την επιλογή της κατάλληλης τεχνικής φωτισμού. Υπάρχει εύρος διαφορετικών τεχνικών που μπορούν να δημιουργήσουν μια ποικιλία από φωτιστικά εφέ ανάλογα με τη δέσμη εκπομπής του φωτός και τη θέση των πηγών φωτισμού. Παρακάτω περιγράφονται αναλυτικά αυτές οι τεχνικές φωτισμού.

2.2.1 Φωτισμός από Πάνω προς τα Κάτω (Down Lighting)

Το φωτιστικό σώμα στέλνει τη δέσμη φωτός προς το έδαφος και είναι τοποθετημένο στο ψηλότερο σημείο της πρόσοψης του κτηρίου που φωτίζει. Το φαινόμενο αυτό μιμείται το φως του φεγγαριού και παράγει μία χαλαρή και γοητευτική λάμψη, εάν η ένταση φωτισμού είναι χαμηλή. Ο φωτισμός από πάνω προς τα κάτω δημιουργεί αντίθεση με τη γειτονική περιοχή, διαγράφοντας τη δέσμη φωτισμού στην πρόσοψη, και μπορεί να προσφέρει ένα γενικότερο φωτισμό στον περιβάλλοντα χώρο [Δούλος & Μπουρούσης, 2013].



Εικόνα 1: Φωτισμός από πάνω προς τα κάτω, Ιδιωτική οικία στο Βέλγιο
(Πηγή: *The Lighting Bible 9 – Deltalight*, <https://www.deltalight.com/en/publications>)

2.2.2 Φωτισμός από Κάτω προς τα Πάνω (Up Lighting)

Το οπτικό εφέ που δημιουργεί η πηγή ουσιαστικά αντιστρέφει το φως της ημέρας. Το φωτιστικό στέλνει τη φωτεινή δέσμη προς τα πάνω και είναι τοποθετημένο στο χαμηλότερο σημείο της πρόσοψης του κτηρίου που φωτίζει. Η φωτεινή δέσμη πρέπει να στοχεύει προς την πρόσοψη, ώστε να τονιστεί μόνο αυτή και να αποφευχθεί η θάμβωση των περαστικών. Πολλές φορές, για τη μείωση της θάμβωσης, χρησιμοποιούνται ειδικές εσωτερικές ή εξωτερικές αντιθαμβωτικές περσίδες. Ο φωτισμός προς τα πάνω δημιουργεί ένα δραματικό ύφος και προσδίδει θεατρικότητα στη συνολική εικόνα του χώρου. Μάλιστα ο συνδυασμός ζεστών και ψυχρών χρωμάτων δημιουργεί μια ενδιαφέρουσα αντίθεση [Δούλος & Μπουρούσης, 2013].



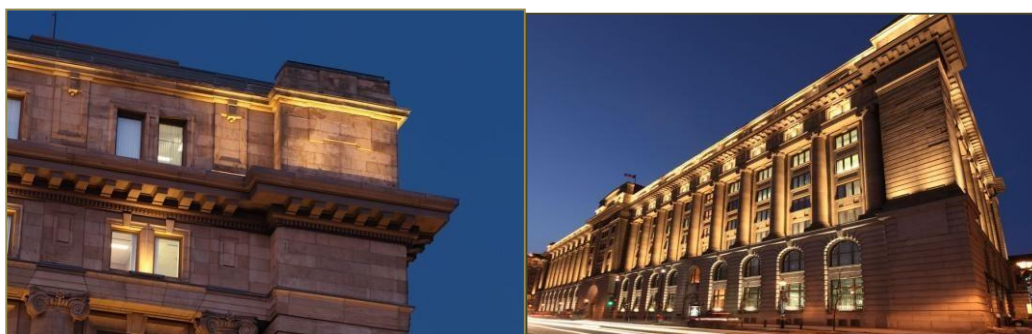
Εικόνα 2: Φωτισμός από κάτω προς τα πάνω (up lighting), White House
(Πηγή: <http://www.architectmagazine.com>)



Εικόνα 3: Φωτισμός από κάτω προς τα πάνω (up lighting), Montreal Clock Tower Pier
(Πηγή: Project of lumenpulse, <http://www.lumenpulse.com>)

2.2.3 Φωτισμός Υφής (Grazing)

Πρόκειται για κατευθυντικό φως σε οξεία γωνία από μία θέση κοντά σε μία φωτιζόμενη επιφάνεια, που δίνει έμφαση στην υφή των επιφανειών και προσθέτει μία τρίτη διάσταση στην πρόσοψη. Ο φωτισμός «γδέρνει» την επιφάνεια, τονίζοντας την τραχύτητα και δημιουργώντας δυνατές σκιές. Αυτή η τεχνική μπορεί να έχει ένα εντυπωσιακό αποτέλεσμα, όταν χρησιμοποιείται στην πέτρα, το στόκο ή στο επίχρισμα των τοίχων, αναδεικνύοντας το υλικό κατασκευής κάθε φορά αλλά και την αισθητική αξία του χρώματός του. Ο φωτισμός υφής συνδυάζεται συχνά με την τεχνική φωτισμού από κάτω προς τα πάνω [Δούλος & Μπουρούσης, 2013; Lumenpulse, 2014].



Εικόνα 4: Φωτισμός υφής (grazing), Customs House, Montreal
(Πηγή: Project of lumenpulse, <http://www.lumenpulse.com>)



Εικόνα 5: Φωτισμός υφής (grazing), Golden Temple - Amritsar, Punjab, India
(Πηγή: www.ledlinearusa.com)

2.2.4 Φωτισμός Ανάδειξης Επιφάνειας (Wall Washing)

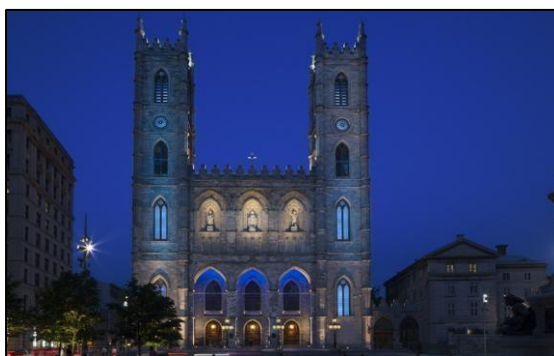
Σκοπός της τεχνικής ανάδειξης επιφάνειας είναι να τονιστεί μία κάθετη, λεία επιφάνεια, χωρίς ανάγλυφο, κρύβοντας τις ατέλειές της, αλλά αναδεικνύοντας το χρώμα της. Ο φωτισμός είναι ομοιόμορφος και ισοκατανέμεται στην επιφάνεια χωρίς να δημιουργούνται σκιές. Με τη συγκεκριμένη τεχνική, το φως ανακλάται από την επιφάνεια φωτίζοντας έμμεσα και τον περιβάλλοντα χώρο. Χρησιμοποιούνται συνήθως αδιαφανείς λαμπτήρες με κατάλληλους ανακλαστήρες για την καλύτερη διάχυση του φωτισμού [Δούλος & Μπουρούσης, 2013].



Εικόνα 6: Φωτισμός ανάδειξης επιφάνειας (wall washing), Buenos Aires, Argentine
(Πηγή: *External lighting systems, iGuzzini*, <https://www.iguzzini.com/projects/project-gallery/>)

2.2.5 Φωτισμός Τονισμού (Accent Lighting)

Πρόκειται για κατευθυνόμενο φωτισμό που επιτυγχάνεται με φωτιστικά στενής δέσμης, ώστε να εντοπιστεί ο φωτισμός σε ένα στοιχείο ή σε μία περιοχή μιας επιφάνειας, προκειμένου να τονίσει συγκεκριμένα χαρακτηριστικά, όπως το ρολόι ενός καμπαναριού σε σχέση με την υπόλοιπη εκκλησία, κολόνες και αρχιτεκτονικά στοιχεία. Θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στη θέση τοποθέτησης του φωτιστικού, στη στόχευση, στην επιλογή της δέσμης και στην ισχύ του λαμπτήρα, ώστε να αποφευχθεί ο υπερβολικός φωτισμός και η θάμβωση [Δούλος & Μπουρούσης, 2013; Lumenpulse, 2014].



Εικόνα 7: Φωτισμός τονισμού (accent lighting), Notre-Dame Basilica of Montreal
(Πηγή: *Project of lumenpulse*, <http://www.lumenpulse.com>)



Εικόνα 8: Φωτισμός τονισμού (accent lighting), Liberty Mutual Building
(Πηγή: Project of lumenpulse, <http://www.lumenpulse.com>)



Εικόνα 9: Φωτιστικό για φωτισμό τονισμού, Focal floodlight
(Πηγή: <http://www.minel-schreder.rs/en/products>)

2.2.6 Φωτισμός Περιγράμματος (Silhouetting)

Σκοπός του φωτισμού περιγράμματος είναι να δημιουργήσει ένα εντυπωσιακό κέντρο προσοχής. Πραγματοποιείται λοιπόν για να δοθεί έμφαση στο σχήμα ενός αρχιτεκτονικού χαρακτηριστικού, στις λεπτομέρειες του περιγράμματός του και στα πλαίσια των παραθύρων του. Συνήθως, χρησιμοποιούνται φωτιστικά διάχυσης με ευρεία δέσμη που βρίσκονται πίσω από το δομικό στοιχείο που πρέπει να τονιστεί και ως αποτέλεσμα δημιουργείται ένα σκούρο περίγραμμα χωρίς να είναι ορατό το χρώμα και η υφή του [Δούλος & Μπουρούσης, 2013].



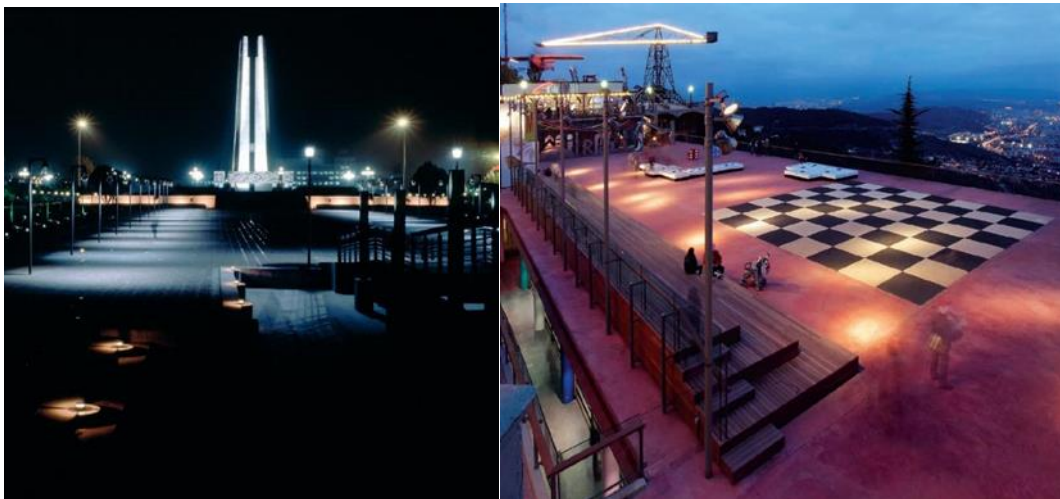
Εικόνα 10: Φωτισμός περιγράμματος (silhouetting) London, United Kingdom: Garden of the Victoria & Albert Museum
(Πηγή: External lighting systems, iGuzzini, <https://www.iguzzini.com/projects/project-gallery/>)



Εικόνα 11: Φωτισμός περιγράμματος (silhouetting), Casino de Montreal
(Πηγή: Project of lumenpulse, <http://www.lumenpulse.com>)

2.2.7 Φωτισμός Εστίασης (Spotlighting)

Πολλές φορές και για διάφορους λόγους το φωτιστικό σώμα τοποθετείται σε απομακρυσμένα σημεία από το δομικό στοιχείο. Επομένως, ο φωτισμός εστίασης χρησιμοποιείται για να εξισορροπήσει την επίδραση της απόστασης από το δομικό στοιχείο ή να επιτευχθεί ένα οπτικό εφέ, όπως στενοί κύκλοι φωτισμού γύρω από μία επιφάνεια χώρου. Γι' αυτόν το λόγο, στο φωτισμό εστίασης χρησιμοποιούνται πάντα στενές και έντονες δέσμες φωτισμού. Η διαφοροποίηση του φωτισμού εστίασης με το φωτισμό τονισμού είναι μικρή. Ο φωτισμός τονισμού έχει σκοπό να τονίσει κάποιο συγκεκριμένο δομικό στοιχείο [Δούλος & Μπουρούσης, 2013].



Εικόνα 12: Φωτισμός εστίασης (spotlighting) σε δομικά στοιχεία
Αριστερά: Tang Shan City – China: Tang Shan Earthquake Monument
Δεξιά: Barcelona – Spain: Tibidabo Park
(Πηγή: External lighting systems, iGuzzini, <https://www.iguzzini.com/projects/project-gallery/>)

2.2.8 Διάχυτος Φωτισμός (Floodlighting)

Ο διάχυτος φωτισμός χρησιμοποιείται συνήθως για φωτισμό του όγκου των κτηρίων. Ο σκοπός του είναι να δημιουργεί το ίδιο φωτιστικό αποτέλεσμα τη νύχτα, όπως ο φυσικός φωτισμός με την ομοιόμορφη διάχυσή του κατά τη διάρκεια της ημέρας. Για να υπάρχει ομοιόμορφη διάχυση φωτισμού, συνήθως τα κτήρια φωτίζονται από μακριά. Σε αυτές τις περιπτώσεις, η κατεύθυνση του φωτισμού είναι οριζόντια λόγω της μακρινής τοποθέτησης των φωτιστικών σωμάτων ακόμα και όταν αυτά είναι τοποθετημένα σε ψηλούς στύλους. Ως αποτέλεσμα, η οριζόντια κατεύθυνσή του δημιουργεί προβλήματα θάμβωσης στο γειτονικό περιβάλλον, οπότε απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή στην τοποθέτηση των φωτιστικών. Στις υπόλοιπες περιπτώσεις η θάμβωση είναι μικρή ή αμελητέα. Επίσης χρησιμοποιείται και ως φωτισμός ασφαλείας αφού με τη διάχυση του φωτισμού φωτίζεται η μεγαλύτερη δυνατή επιφάνεια [Δούλος & Μπουρούσης, 2013; Lumenpulse, 2014].



Εικόνα 13: Διάχυτος φωτισμός (floodlighting) The red roof church, Montreal
(Πηγή: Project of lumenpulse, <http://www.lumenpulse.com>)

2.3 Τα Μνημεία και τα Ιστορικά Κτήρια ως Βασικά Στοιχεία Στρατηγικού Σχέδιου Ανάπτυξης Φωτισμού (Lighting Master Plan)

Το ύφος ενός τοπίου και η αίσθηση που προκαλεί στον παρατηρητή, μεταβάλλεται κατά τη διάρκεια της ημέρας καθώς επηρεάζεται από τον φυσικό φωτισμό. Το τοπίο όμως είναι το ίδιο και δεν αλλάζει. Αυτό που αλλάζει είναι ο φυσικός φωτισμός και ως αποτέλεσμα επηρεάζει την όψη του τοπίου και την αίσθηση που μας αφήνει. Με τον ίδιο τρόπο επηρεάζει και ο τεχνητός φωτισμός έναν εσωτερικό ή εξωτερικό χώρο. Μπορεί να υποβαθμίσει ή να αναδείξει το περιβάλλον, να αλλοιώσει ή να τονίσει τα χρώματα και τις υφές, να εξαφανίσει ή να τονίσει σημαντικές λεπτομέρειες, να μας επηρεάσει θετικά ή αρνητικά [Παναγοπούλου, 2015].

Τα ιστορικά μνημεία και κτήρια κάθε τόπου είναι τα καλύτερα παραδείγματα της δημιουργικής ευφυΐας του ανθρώπου, καθώς αποτελούν τη μαρτυρία μιας πολιτισμικής παράδοσης που ζει ακόμα ή έχει εξαφανισθεί. Επομένως, η ανάδειξη της αρχιτεκτονικής δημιουργίας και της πολιτιστικής κληρονομιάς μέσα στη διάρκεια της ημέρας, και ιδιαίτερα τις νυχτερινές ώρες, θεωρείται πλέον κομμάτι του πολιτισμού της πόλης και της κοινωνίας. Ο τεχνητός φωτισμός τους μπορεί να τα υποβαθμίσει ή να τα αναδείξει δημιουργώντας σημείο αναφοράς για προσανατολισμό, να επηρεάσει αρνητικά την εικόνα της πόλης ή να ενισχύσει την ταυτότητά της.

Πριν από τη δεκαετία του 1980 η έννοια της μελέτης αστικού φωτισμού ήταν ανύπαρκτη. Σήμερα έχει αλλάξει η προσέγγιση του φωτισμού και εκπονούνται Στρατηγικά Σχέδια Ανάπτυξης Φωτισμού (Lighting Development Master Plans) [Spentza, 2014]. Η σύγχρονη προσέγγιση είναι να φωτιστεί η πόλη με διαφορετικές φωτοτεχνικές τυπολογίες και διατάξεις έχοντας σαν αντικείμενο

φωτισμού τα συστήματα από τα οποία συντίθεται το αστικό περιβάλλον, όπως είναι τα συμπλέγματα των διαδρομών, των περιοχών στάσης των πεζών και των περιοχών κατοικίας. Πλέον, μελετάται όχι μόνο η αποσπασματική ανάδειξη ενός επιλεγμένου αριθμού σημαντικών όψεων, αλλά και η ενσωμάτωση των ιστορικών κτηρίων σε ένα συνολικό σύστημα αστικού φωτισμού. Επιδιώκεται η συνολική ανάγνωση της πόλης, σε αντιδιαστολή με την έως τώρα αποσπασματική ανάγνωση του αστικού περιβάλλοντος [Licht.de, 2014; Steinberg Architects, 2011].

Η πόλη διαθέτει πέντε βασικές ενότητες χώρων οι οποίες αποτελούν και τα βασικά στοιχεία που φωτίζονται και διαμορφώνουν το ιδανικό σύνολο για την επιτυχία ενός master plan ανάπτυξης φωτισμού [Χριστοφιλάκη, 2010]. Αυτές είναι οι παρακάτω:

- Οι πορείες και διαδρομές (δρόμοι, μονοπάτια, πεζόδρομοι) – προσβάσεις μιας πόλης
- Τα φυσικά και τεχνητά όρια των περιοχών μιας πόλης (ένας ποταμός, μία γέφυρα)
- Οι περιοχές πρασίνου (πάρκα, κήποι)
- Τα κομβικά στοιχεία (πλατείες, σταυροδρόμια)
- Τα ορόσημα (δημόσια κτήρια, εκκλησίες, μνημεία, ιστορικά κτήρια)



(α) Λεωφόροι στη Σαγκάη



(β) Dom Luís Bridge, Porto, Portugal



(γ) Αγία Σοφία – Κωνσταντινούπολη, Τουρκία



(δ) Κολοσσαίο, Ρώμη

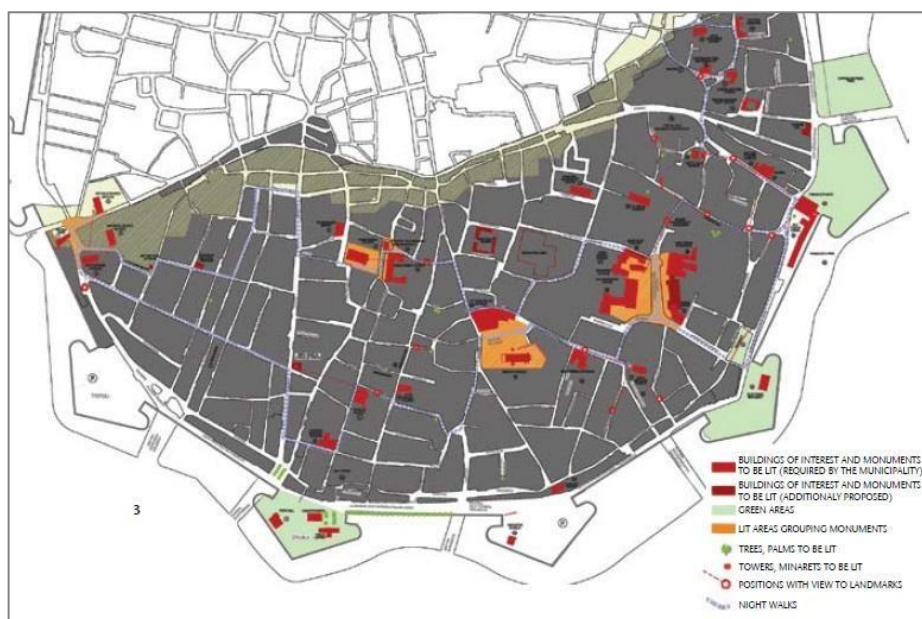
Εικόνα 14: Παραδείγματα βασικών στοιχείων ενός Lighting master plan

(Πηγή: (α)<http://www.youmagazine.gr>, (β)<https://www.flickr.com>, (γ), (δ) <http://perierga.gr>)

Κύριος σκοπός του σχεδίου αυτού είναι να προσανατολίζονται και να καθοδηγούνται οι άνθρωποι μες στην πόλη. Παρατηρώντας το φωτισμό της περιοχής καταλαβαίνουν πώς είναι σχεδιασμένη η πόλη, πού είναι τα πάρκα, οι κήποι και το υδάτινο στοιχείο, αν υπάρχει ιστορικό, παραδοσιακό κέντρο αλλά και ποιες διαδρομές πρέπει να επιλέξουν, ώστε να φτάσουν εκεί. Στην ουσία ο

φωτισμός λειτουργεί ως μέσο δημιουργίας διαδρομών μες στον πολεοδομικό ιστό, τονίζοντας ανάλογα τα κτήρια και τις αξίες τους. Δεν έχει σαν αντικείμενο μελέτης απλά τον αρχιτεκτονικό φωτισμό, το φως σαν τέχνη και τη μελέτη τοποθέτησης των φωτιστικών, αλλά συνδυάζει το δημόσιο φωτισμό με τον ιδιωτικό φωτισμό κατοικιών και εμπορικών καταστημάτων με βιτρίνες ή φωτεινές ταμπέλες. Όλα τα παραπάνω, προσπαθεί να τα ενσωματώσει σε ένα νυχτερινό πλάνο. Αυτό δίνει έμφαση στον χαρακτήρα της πόλης, αναβαθμίζει τα αστικά κέντρα, προσθέτοντάς τους ζωντάνια και ποιότητα ζωής [Sprentza, 2014].

Τα μνημεία και τα ιστορικά κτήρια αποτελούν τα βασικότερα στοιχεία του lighting master plan. Όχι μόνο δεν μπορούν να απουσιάζουν από το γενικό σχέδιο φωτισμού αλλά αποτελούν κομβικά σημεία στο σχέδιο της πόλης καθώς αυτά αναδεικνύουν την ιδιαιτερότητα του κάθε τόπου και αποτελούν το σημείο αναφοράς του. Μέσω αυτών, σχηματίζεται μία συνολική εικόνα που αντικατοπτρίζει τον πολιτισμό της τοπικής και ευρύτερης κοινότητας.



Εικόνα 15: Lighting Master plan της Λευκωσίας. Η επιλογή των σημείων έμφασης φωτισμού διέπεται από τους όρους συνοχής του νυχτερινού αστικού τοπίου και των κύριων διαδρομών.
(Πηγή: <http://www.stilvi.gr/wp-content/uploads/2013/02/energy-efficient-urban-lighting.pdf>)



Εικόνα 16: Ben Franklin Lighting Master Plan

(Πηγή: <http://thelightingpractice.com>)

2.4 Τεχνητός και Αρχιτεκτονικός Φωτισμός για την Ανάδειξη Ιστορικών Κτηρίων και Μνημείων

Βασικός στόχος, σχεδιάζοντας το φωτισμό ενός μνημείου, είναι η μετάφραση του αρχιτεκτονικού νοήματός του. Η σωστή χρήση του φωτισμού προϋποθέτει τη μελέτη και κατανόηση του ίδιου του μνημείου και των αξιών που αντιπροσωπεύει. Για αυτόν το λόγο, ο σχεδιασμός του φωτισμού είναι εργασία που απαιτεί τη συνεργασία κυρίως μεταξύ του αρχιτέκτονα και του σχεδιαστή φωτισμού. Ο αρχιτέκτονας, ως γνώστης του πολεοδομικού σχεδιασμού ενός χώρου, καθορίζει τα στοιχεία του κτηρίου που πρέπει να αναδειχθούν. Ο σχεδιαστής φωτισμού, λαμβάνοντας τα δεδομένα από τον αρχιτέκτονα, θα πρέπει κατά το βέλτιστο τρόπο να αποδώσει τις αξίες του κτηρίου ή του συνόλου κτηρίων, εφαρμόζοντας τις κατάλληλες τεχνικές και μεθόδους και επιλέγοντας τον ανάλογο εξοπλισμό [Κοντορούπης et al., 1998].

Στην πραγματικότητα, με τον τεχνητό και αρχιτεκτονικό φωτισμό ξανασχεδιάζεται η όψη του μνημείου ή του ιστορικού κτηρίου, τονίζονται ορισμένα στοιχεία τους, ενώ ταυτόχρονα αποκρύπτονται άλλα [Κοντορήγας, 2011]. Κατά αυτό τον τρόπο, αναδεικνύεται η αρχιτεκτονική τους ταυτότητα, ο χαρακτήρας τους και υπογραμμίζεται η αξία των αρχιτεκτονημάτων σε σχέση με τον περίγυρό τους. Επιπλέον, ο αρχιτεκτονικός φωτισμός συμβάλλει γενικότερα στην αναβάθμιση της ποιότητας ζωής των κατοίκων της περιοχής και ενισχύει το αίσθημα της ασφάλειας κατά τη διάρκεια της νύχτας [Γερασίμου-Δούφου, 2011]. Ο σχεδιαστής φωτισμού προσπαθεί να συνθέσει μία οπτική, εικονική, τρισδιάστατη πραγματικότητα που ταυτόχρονα εξυπηρετεί τις χρηστικές ανάγκες, αλλά εκφράζει και μεταδίδει το συναίσθημα του μνημείου και του δημιουργού του [Χριστοφίδης, 2014]. Ο σχεδιασμός του φωτισμού πρέπει να αντιστοιχίζεται με το είδος του ιστορικού κτηρίου και του μνημείου και δεν είναι απαραίτητα ομοιογενής και ομοιόμορφος σε κάθε περίπτωση [Κοντορούπης et al., 1998].

Ο τεχνητός φωτισμός που χρησιμοποιείται τις νυχτερινές ώρες δεν μπορεί να αντικαταστήσει το φως του ήλιου. Πρόκειται για δύο διαφορετικές καταστάσεις με ξεχωριστό τρόπο αντίληψης. Πρέπει να χρησιμοποιηθούν αρκετές φωτεινές πηγές που να αναδεικνύουν το εκάστοτε μνημείο, χωρίς να προσπαθούν να μιμηθούν την αίσθηση του φυσικού φωτός. Πρέπει η νυχτερινή εικόνα του μνημείου να προσδίδει μια άλλη αίσθηση και να συμπληρώνει την ημερήσια εικόνα του.

Η οπτική ένταξη του μνημείου ή του ιστορικού κτηρίου στο περιβάλλον του, είναι εξίσου σημαντική με την ίδια την ένταξή του στον πολεοδομικό ιστό. Με τη φωταγώγηση ενός επιλεγμένου κτηρίου δεν επιδιώκεται η απόλυτη διαγραφή των υπόλοιπων οικοδομημάτων που το περιβάλλουν, ούτε η μείωση της αντίληψης του περιβάλλοντος χώρου, αλλά η συνέχεια και η ομοιομορφία στον αστικό ιστό. Αυτό που παρατηρείται συχνά είναι η προσοχή του κοινού στα φωτισμένα κτήρια τα οποία ενδεχομένως να περνούσαν απαρατήρητα κατά τις πρωινές ώρες. Ο λόγος που συμβαίνει αυτό το φαινόμενο είναι ότι η εικόνα του κτηρίου, όπως αυτό εμφανίζεται κατά τις πρωινές ώρες, συχνά δε συμβαδίζει με τη νέα εικόνα που δημιουργείται το βράδυ. Το πώς αντιλαμβάνεται ο θεατής τη νυχτερινή εικόνα του κτηρίου, εξαρτάται κατά πολύ από το συσχετισμό της ημερήσιας και νυχτερινής εικόνας που θα έχει κάνει ο σχεδιαστής φωτισμού, καθώς και το συσχετισμό του κτηρίου με τον περιβάλλοντα χώρο του [Κοντορούπης et al., 1998].

Μία πρόκληση είναι να φωτιστεί το μνημείο, λαμβάνοντας υπ' όψιν ότι το ανθρώπινο μάτι λειτουργεί διαφορετικά στις συνθήκες χαμηλού φωτισμού και στις συνθήκες υψηλού φωτισμού. Τα συναισθήματα που δημιουργούνται για το μνημείο είναι πολύ διαφορετικά με τον τεχνητό φωτισμό σε σχέση με το φυσικό φως του ήλιου [Κοντορήγας, 2006]. Καθώς ο φωτισμός είναι

ορατός τη νύχτα, μπορεί εύκολα να προκαλέσει δυσαρέσκεια και αποστροφή για το μνημείο, σε περίπτωση που είναι κακός ο σχεδιασμός του.

Τέλος, πρέπει να τονιστεί ότι είναι ιδιαίτερα δύσκολο να καθοριστεί ο τρόπος με τον οποίο ένα μνημείο θα φωτιστεί, αφού στόχος ενός τέτοιου έργου είναι η ανάδειξή του, γεγονός που αποδεικνύει ότι δεν υπάρχουν συγκεκριμένες προδιαγραφές, και μια απλή τεχνική προσέγγιση μπορεί να οδηγήσει σε μη επιθυμητό αποτέλεσμα. Το φως είναι ένα εργαλείο με το οποίο μπορεί να τροποποιήσει κανείς το χώρο και να κάνει αισθητή τη λειτουργικότητα και τη μεγαλοπρέπεια του μνημείου [Κοντορήγας, 2006].



Εικόνα 17: Fontana di Trevi, Rome

(Πηγή: <http://forum.uaar.it>)



Εικόνα 18: Καρυάτιδες στο Ερέχθειο της Ακρόπολης

(Πηγή: <http://costaskapos.blogspot.gr>)

2.5 Βασικές Αρχές και Κανόνες για τον Σχεδιασμό Φωτισμού Μνημείων και Ιστορικών Κτηρίων

Σε αυτήν την ενότητα θα παρουσιαστούν οι βασικές αρχές και κανόνες που πρέπει να διέπουν τη διαδικασία σχεδιασμού του φωτισμού μνημείων και των ιστορικών κτηρίων, ώστε το τελικό αποτέλεσμα να είναι το επιδιωκόμενο. Το θέμα της αισθητικής του φωτισμού των ιστορικών κτηρίων τίθεται για πρώτη φορά το 1996 από τον Καθηγητή του ΕΜΠ κ. Διονύση Ζήβα. Στο Διεθνές Συμπόσιο Φωτισμού το 2006 στην Αθήνα και το 2007 στην Κωνσταντινούπολη τέθηκε εκ νέου το θέμα του φωτισμού των μνημείων και των ιστορικών κτηρίων [Ηλιάδης, 2009]. Στα επιστημονικά συνέδρια έχουν παρουσιαστεί εργασίες, όπου εξετάζεται ο φωτισμός κτηρίων μόνο ως θέμα εφαρμογής και όχι ως θέμα αρχών. Τα δημιουργήματα χαρακτηρίζονται από την τρισδιάστατη φύση τους. Για να τονιστεί η τρίτη διάσταση, το βάθος δηλαδή των αντικειμένων αυτών, το μάτι του παρατηρητή πρέπει να ξεχωρίζει τις αντιθέσεις ανάμεσα σε φωτεινές και σκοτεινές ζώνες στο γειτονικό περιβάλλον, αλλά και στο ανάγλυφο των ιδίων. Παρακάτω αναλύονται οι βασικές αρχές που πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψιν κατά τη διαδικασία σχεδιασμού του φωτισμού μνημείων και των ιστορικών κτηρίων.

- Διεύθυνση Οράσεως και η Μέση Απόσταση από Παρατηρητή: Η επιθεώρηση του κτηρίου ή εξωτερικού χώρου κατά τη διάρκεια της ημέρας θα επιτρέψει τον προσδιορισμό του κύριου σημείου θέασής του. Ένας πετυχημένος σχεδιασμός φωτισμού πρέπει να δίνει όμοια βαρύτητα σε κάθε σημείο θέασης. Υπό ιδανικές συνθήκες, διαφορετικές εικόνες του ίδιου κτηρίου θα πρέπει να αποκαλύπτονται από κάθε οπτική γωνία, δεδομένου ότι ο θεατής συνήθως δεν είναι στατικός, αλλά κινείται ελεύθερα στο χώρο. Η απόσταση των σημείων θέασης από το κτήριο είναι επίσης σημαντική για την επιλογή των λεπτομερειών της όψης που επιθυμείται να αναδειχθούν. Τα αποτελέσματα του φωτισμού στα κύρια σημεία θέασης θα πρέπει να είναι βέλτιστα και να αποφεύγεται, σε κάθε περίπτωση, η πρόκληση ενοχλητικών θαμβώσεων. Η σχετική σημασία του κάθε σημείου θέασης θα πρέπει επίσης να λαμβάνεται υπ' όψιν, καθώς αυτό θα επιτρέψει διαφορετικούς βαθμούς τονισμού να δημιουργηθούν στο σχεδιασμό του φωτισμού [Κοντορήγας, 2009].
- Το Περιβάλλον: Το περιβάλλον είναι καθοριστικό στοιχείο για την ένταση φωτισμού και τη μέση λαμπρότητα του κτηρίου, ώστε να πραγματοποιείται ικανοποιητική αντίθεση μεταξύ κτηρίου και περιβάλλοντος. Σε σκοτεινό περιβάλλον αρκεί μια μικρή ένταση φωτισμού για να τονιστεί το κτήριο, ενώ σε φωτεινό περιβάλλον απαιτείται μεγαλύτερη ένταση φωτισμού. Ο περιβάλλον φωτισμός ακόμα μπορεί να έχει μεγάλη επιρροή στο φωτισμό του μνημείου. Συνεπώς, ο φωτιστής θα πρέπει να το λάβει υπ' όψιν του και, αν είναι δυνατόν, να απομακρύνει ή να αντικαταστήσει τους υπάρχοντες ιστούς οδοφωτισμού, ώστε να ελαχιστοποιήσει την οριζόντια ακτινοβολία τους προς το μνημείο [Καραδήμας, 2019].
- Ανακλαστικότητα Υλικών Όψης: Το φως που προσπίπτει σε μια όψη ανακλάται ανάλογα με την υφή, το χρώμα και την ανακλαστικότητα των υλικών της. Οι παράγοντες αυτοί έχουν μεγάλη σημασία στην επιλογή της έντασης των φωτεινών πηγών με τις οποίες θα φωτιστεί η όψη. Υπάρχουν ειδικοί πίνακες με συντελεστές οι οποίοι δείχνουν πόσο μεταβάλλεται η ένταση του φωτός που προσπίπτει σε μια επιφάνεια, ανάλογα με το χρώμα και την υφή της. Τα ανακλαστικά και ανοιχτόχρωμα υλικά φωτίζονται με φως χαμηλότερης έντασης [Κοντορούπης et al., 1998].

- Προτεινόμενη Ένταση Φωτισμού: Η μέση προτεινόμενη ένταση φωτισμού για διάφορες επιφάνειες δίνεται στον παρακάτω πίνακα. Θεωρείται ότι οι επιφάνειες που θα φωτιστούν είναι ματ και ότι χρησιμοποιείται «λευκή» πηγή φωτός. Στον πίνακα η “Υψηλή ένταση φωτισμού” (μετρημένη σε lux) αναφέρεται σε καλά φωτισμένα κέντρα πόλεων ενώ η “Χαμηλή ένταση φωτισμού” αναφέρεται σε κτίσματα στην εξοχή όπου γενικά υπάρχει ελάχιστος φωτισμός. Ο συντελεστής ανάκλασης μιας επιφάνειας επηρεάζεται από την καθαρότητά της. Στον πίνακα, ο όρος “καθαρή” αναφέρεται σε νέα κτίσματα, ο όρος “σχετικά καθαρή” σε κτίσματα στην εξοχή, ενώ ο όρος “αρκετά ακάθαρτη” σε κτίσματα παλιά ή σε κτίσματα βιομηχανικών περιοχών. Φυσικά, ο επιτυχημένος φωτισμός βασίζεται σε πολύ περισσότερους παράγοντες από ότι στην επίτευξη των αναφερόμενων lux.

Πίνακας 1: Προτεινόμενη ένταση φωτισμού ανάλογα με το υλικό της επιφάνειας και την κατάστασή της

Συντελεστής Ανάκλασης	Υλικό	Κατάσταση Επιφάνειας	Χαμηλή E(lux)	Μέση E (lux)	Υψηλή E (lux)
0.8	Λευκό Τούβλο	Καθαρή	15	25	40
		Σχετικά καθαρή	20	35	60
		Σχετικά ακάθαρτη	45	75	120
0.6	Ανοιχτόχρωμη Πέτρα	Καθαρή	20	35	60
		Σχετικά καθαρή	35	55	90
		Σχετικά ακάθαρτη	65	110	180
0.4	Μπετό	Καθαρή	30	50	80
		Σχετικά καθαρή	45	75	120
		Σχετικά ακάθαρτη	90	150	240
0.35	Μέτρια Σκούρα Πέτρα	Καθαρή	35	55	90
		Σχετικά καθαρή	50	90	140
		Σχετικά ακάθαρτη	100	180	240
0.3	Σκούρα Πέτρα	Καθαρή	40	60	100
		Σχετικά καθαρή	55	90	150
		Σχετικά ακάθαρτη	110	180	300
0.25	Κίτρινο Τούβλο	Καθαρή	45	75	120
		Σχετικά καθαρή	65	110	180
		Σχετικά ακάθαρτη	130	220	360
0.2	Κόκκινο ή Μπλε Τούβλο	Καθαρή	55	90	150
		Σχετικά καθαρή	80	140	230
		Σχετικά ακάθαρτη	160	280	450

(Πηγή: Κανακάκη et al., 2006)

- Λαμπρότητα: Η οπτική εντύπωση καθορίζεται από την αντίθεση λαμπρότητας μεταξύ του κτηρίου και του περιβάλλοντος χώρου ή μεταξύ δύο φωτιζόμενων περιοχών του ίδιου κτηρίου. Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται για κάθε περιοχή οι τιμές μέσης λαμπρότητας για φωτισμό ανάδειξης όψεων κτηρίων. Πρέπει να λαμβάνονται ακόμα υπ’ όψιν οι παρακάτω Διεθνείς Κανονισμοί: Commission Internationale de l’ Eclairage, TC CIE 33/1977 “Depreciation of installation and their maintenance”, Commission Internationale de l’ Eclairage, TC CIE 94/1993 “Guide for Flood lighting”, Commission Internationale de l’ Eclairage, TC CIE 95/1992 “Contrast and Visibility” [Ηλιάδης, 2009].

Πίνακας 2: Μέση τιμή λαμπρότητας για φωτισμό ανάδειξης όψεων κτηρίων ανάλογα με την περιοχή στην οποία βρίσκεται το κτήριο

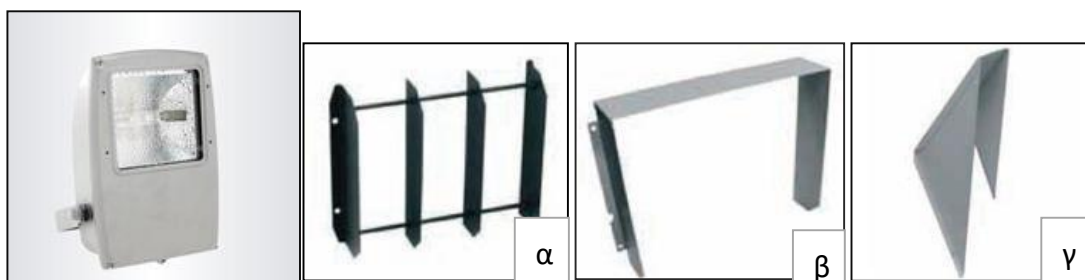
Μέση Τιμή Λαμπρότητας για Φωτισμό Ανάδειξης Όψεων Κτηρίων Ανάλογα με την Περιοχή στην Οποία Βρίσκεται το Κτήριο	
Περιοχή	Μέση Τιμή Λαμπρότητας (cd/m ²)
Σκοτεινή περιοχή	1
Περιαστική περιοχή	2
Αστική περιοχή, λίγο φωτισμένη	4
Περιοχή μέτρια φωτισμένη	6
Περιοχή πολύ φωτισμένη	12

(Πηγή: www.ktirio.gr)

- Τοποθέτηση Φωτιστικών: Η τοποθέτηση των φωτιστικών δεν θα πρέπει να επηρεάζει το μνημείο και να προσβάλει την ακεραιότητά του. Τα στηρίγματα θα πρέπει να κατασκευάζονται από χημικά αδρανές υλικό (π.χ. ανοξείδωτο χάλυβα) προκειμένου να μη διαβρωθούν με τρόπο που θα προκαλέσει ζημιές στο μνημείο. Είναι πολύ σημαντικό επίσης, η εγκατάσταση φωτισμού να είναι πλήρως αναστρέψιμη [Κοντορήγας, 2011; Κάπος, 2008].
- Φωτισμός Αντικειμένων με Δυνατότητα Μετακίνησης: Ορισμένα αντικείμενα (π.χ. γλυπτά) μπορούν να μετακινηθούν με τη βοήθεια κάποιου υποστηρικτικού μηχανισμού, ενώ κάποια άλλα ανάλογα με την κατεύθυνση του ανέμου (π.χ. σημαία). Ο σχεδιασμός του φωτισμού πρέπει να λαμβάνει υπ' όψιν συνολικά το σχήμα και το μέγεθος του αντικειμένου καθώς και το εύρος της κίνησης [Κάπος, 2008].
- Έμφαση στον Πρωταγωνιστικό Ρόλο του Μνημείου Ενάντια στα Φωτιστικά Σώματα: Το μνημείο έχει το δικό του πρωταγωνιστικό ρόλο. Οτιδήποτε άλλο αποσπά το βλέμμα του θεατή είναι περιττό και ακατάλληλο. Το σχήμα, το χρώμα και οι φυσικές διαστάσεις των προβολέων θα πρέπει να είναι σε συμφωνία με την αρχιτεκτονική του κτηρίου και να μην αλλοιώνουν σε καμία περίπτωση την ημερήσια εικόνα του. Η μέγιστη δυνατή ενσωμάτωση του εξοπλισμού στα δομικά υλικά του κτηρίου αποτελεί πάντοτε ένα βασικό στόχο κάθε μελέτης φωτισμού, αφού το ζητούμενο είναι να είναι ορατά τα αποτελέσματα του φωτισμού και όχι οι φωτεινές πηγές. Επιβάλλεται η διακριτική εγκατάσταση των φωτιστικών, ώστε να είναι κατά το δυνατόν αφανή, καλυμμένα πίσω από βλάστηση ή ενσωματωμένα στο έδαφος. Το ίδιο πρέπει να συμβαίνει και με τα στηρίγματα και τις καλωδιώσεις, δεδομένου ότι τις περισσότερες φορές δεν είναι δυνατό να τις κρύψουμε, καθώς οι εκσκαφές απαγορεύονται [Κοντορήγας, 2011; Κάπος, 2008].
- Έμφαση στον Πρωταγωνιστικό Ρόλο του Μνημείου Ενάντια στον Φωτισμό: Το μνημείο αποτελεί το πρωτεύον στοιχείο που πρέπει να προσελκύει την προσοχή και όχι ο φωτισμός. Ο σχεδιαστής φωτισμού καλείται να παροτρύνει το θεατή να προσέξει τις λεπτομέρειες, το ανάγλυφο, τα υλικά και να συνειδητοποιήσει τη μοναδικότητα του μνημείου καθώς αυτό ξεχωρίζει μέσα στο σκοτάδι. Ο φωτισμός πρέπει να είναι διακριτικός, ώστε να αναδεικνύει και όχι να "πνίγει" το κτήριο. Φώτα που αναβοσβήνουν, εντυπωσιακές γιρλάντες φωτός ή έντονες επιγραφές από νέον πρέπει να αποφεύγονται. Ο διακριτικός φωτισμός χαμηλής έντασης είναι

καλύτερος από τη χρήση υπερβολικού αριθμού φωτεινών πηγών. Η ένταση του φωτισμού πρέπει να είναι προσαρμοσμένη στα δεδομένα του περιβάλλοντος, ώστε να προβάλλεται το ανάγλυφο του μνημείου από απόσταση [Κοντορήγας, 2011; Κάπος, 2008; Καραδήμας, 2019].

- Αποφυγή Θάμβωσης και Φωτορρύπανσης: Στο παρελθόν, οι προβολείς τοποθετούνταν σε κάποια απόσταση από το κτήριο, εξαιτίας κυρίως του μεγάλου τους μεγέθους. Τα φωτιστικά που υπάρχουν σήμερα είναι μικρού μεγέθους αλλά αποτελούν εξαιρετικά ισχυρές φωτεινές πηγές με άριστο έλεγχο της φωτεινής ροής. Το γεγονός αυτό επιτρέπει να τοποθετούνται αρκετά κοντά στην πρόσοψη του κτηρίου και έχει ως αποτέλεσμα ο φωτισμός να είναι λιγότερο επίπεδος, να ελαχιστοποιείται η πρόκληση ενοχλητικών θαμβώσεων στους περαστικούς γύρω από το κτήριο, να μην είναι απαραίτητη η τοποθέτηση φωτιστικών σε άλλες ιδιοκτησίες και να ελαχιστοποιείται η ποσότητα φωτισμού που χάνεται στην ατμόσφαιρα. Τα φωτιστικά θα πρέπει να συνοδεύονται από ειδικούς ανακλαστήρες και αντιθαμβωτικές περσίδες για την ελαχιστοποίηση της διάχυσης άμεσου φωτισμού στην ατμόσφαιρα, ώστε να μην επηρεάζουν τη λειτουργία των γειτονικών κτηρίων και να αποφευχθεί η πρόκληση άμεσης ή εξ αντανάκλασης θάμβωσης σε πεζούς και οδηγούς [Κοντορήγας, 2011].



Εικόνα 19: Προβολέας MACH 3 SYMMETRICAL/ASYMMETRICAL με τις αντίστοιχες περσίδες και τα αντιθαμβωτικά πτερύγια που συνοδεύεται.

(Πηγή: Προϊόντα Floodlight, Πετρίδης φωτισμός)

- Φωτιστικά Σώματα Μακριά ή Κοντά στην Όψη Ιστορικού Κτηρίου: Σε κτήρια με επίπεδες επιφάνειες, είναι προτιμότερο να τοποθετούνται φωτιστικά σώματα κοντά στην όψη. Ο φωτισμός της όψης ενός κτηρίου από κοντά, απαιτεί προσεκτική μελέτη ως προς τις πιθανές θέσεις στήριξης των φωτιστικών. Αντίθετα, στις όψεις με έντονες εσοχές και προεξοχές, ο φωτισμός είναι προτιμότερο να γίνεται από μεγαλύτερη απόσταση, ώστε να μη δημιουργούνται πολύ έντονες σκιές. Τα έντονα φωτισμένα σημεία στην πρόσοψη του κτηρίου που προκαλούνται από προβολείς σε κοντινή απόσταση είναι δύσκολο να ισορροπήσουν με το φωτισμό των υπόλοιπων μερών της πρόσοψης, όπου εσοχές δημιουργούν σκληρές και μη κολακευτικές σκιές. Για τον ίδιο λόγο ενδείκνυται η προσθήκη φωτιστικών σωμάτων στις εσοχές που δημιουργούνται από μεγάλους προβόλους ή άλλες προεξοχές. Αν κάποιος όγκος στην όψη είναι επιθυμητό να τονιστεί, τότε φωτίζεται ισόρροπα και από τις δυο πλευρές. Παρόλα αυτά, σε αρκετές περιπτώσεις, η θέση των φωτιστικών εμποδίζεται σημαντικά από εξωγενείς παράγοντες. Επομένως, οι διαθέσιμες θέσεις των φωτιστικών σωμάτων ορίζουν και την τελική προσέγγιση του φωτισμού [Τριπιδάκης, 2011; Δούλος & Μπουρούσης, 2013; Κοντορήγας, 2011].



Εικόνα 20: Φωτισμός αγάλματος από μακριά σε σκοτεινό υπόβαθρο, The Havana Cuba: Casa Pedroso and Parque Mace

(Πηγή: *External lighting systems, iGuzzini*, <https://www.iguzzini.com/projects/project-gallery/>)

- Τονισμός Αναγλύφου και Μεγαλοπρέπειας Μνημείου: Ο φωτισμός λειτουργεί συμπληρωματικά με τις σκιάσεις που ο ίδιος δημιουργεί. Η σκίαση είναι το ίδιο σημαντική με τη φωτισμένη επιφάνεια και για αυτόν ακριβώς το λόγο, η χρήση πολλών προβολέων ανοικτής δέσμης μέχρι σήμερα προκαλούσε μία δισδιάστατη «ανάγνωση» αντί να δίνει στο θεατή την αίσθηση του ανάγλυφου. Θα πρέπει να δοθεί όμως ιδιαίτερη προσοχή στη σκίαση, καθώς δεν πρέπει σε καμία περίπτωση να αλλοιώνεται η όψη ενός αρχαίου μνημείου. Ο τονισμός του ανάγλυφου είναι πολύ σημαντικός. Ο θεατής πρέπει να αντιλαμβάνεται τον όγκο του μνημείου και την μεγαλοπρέπεια του από απόσταση. Η επιβλητικότητα του μνημείου πρέπει να κυριαρχεί σε όλη την περιοχή [Κάπος, 2008].
- Χρήση Φακών: Σημαντικό ρόλο παίζουν και οι διάφοροι φακοί που πρέπει να χρησιμοποιηθούν. Αν δεν μας επιτρέπεται η τοποθέτηση ενός προβολέα, το ίδιο αποτέλεσμα μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση πολωτικού φίλτρου κάθετης δέσμης από κάποια απόσταση [Κάπος, 2008].
- Τονισμός Στοιχείων των Όψεων: Η ποικιλία στο φωτισμό μιας όψης αποτελεί το κλειδί του ενδιαφέροντος. Το ύψος ενός κτηρίου τονίζεται με έντονο φωτισμό χαμηλά και ασθενέστερο ψηλά. Ο τονισμός των υποστυλωμάτων δίνει την αίσθηση επιβλητικότητας και αντοχής. Ο φωτισμός που δημιουργείται με την χρήση χρωματικών ανακλαστήρων ή φίλτρων απορρόφησης χρωματικού πεδίου ή χρωματιστών λαμπτήρων αποτελεί επιπλέον εργαλείο για την ανάδειξη του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού. Μπορεί να τονίσει το χρώμα των δομικών υλικών ή να δημιουργήσει ατμόσφαιρα και κλίμα θερμότητας (κόκκινος φωτισμός υποδεικνύει θερμότητα και λευκός ή μπλε ψυχρότητα). Η χρήση του χρώματος στο φως ή διαφορετικών πηγών φωτισμού σε συνδυασμό πρέπει να γίνεται με προσοχή, διότι μπορεί να δημιουργήσει αντιαισθητικά αποτελέσματα. Το φαινόμενο αυτό οφείλεται στη διαφορά χρώματος των πηγών που εκφράζεται από το μάτι ως αντίθεση χρωμάτων. Οι μεγάλες αντιθέσεις δε γίνονται δεκτές εύκολα από το μάτι, με αποτέλεσμα τη δυσφορία του θεατή ή τη δυσκολία στην ανάγνωση του αντικειμένου [Κοντορήγας, 2011; Κάπος, 2008].

- Θερμοκρασία Χρώματος στο Σχεδιασμό: Η απόδοση των χρωμάτων του κτηρίου και ο χαρακτηρισμός μέσω του φωτός ορισμένων σημαντικών δομικών υλικών, που συνδέονται με την ιστορικότητα του οικοδομήματος, είναι πολύ σημαντικός παράγοντας στην ανάδειξή του. Ο συσχετισμός του χρώματος των δομικών υλικών του κτηρίου και του μεγέθους που χαρακτηρίζει τη θερμοκρασία χρώματος του φωτισμού, είναι στοιχείο δημιουργίας στα χέρια του σχεδιαστή φωτισμού. Τα μεγέθη που χαρακτηρίζουν το χρώμα των υλικών (απόχρωση, φωτεινότητα, κορεσμός) πρέπει να συμβαδίζουν με αυτά που χαρακτηρίζουν το φως (θερμοκρασία χρώματος και δείκτης απόδοσης χρωμάτων).

Ιδιαίτερη σημασία έχουν και οι αποχρώσεις του φωτός που πρέπει να χρησιμοποιηθούν, ώστε να αναδείξουν όσο πιο αποτελεσματικά γίνεται τα υλικά των μνημείων. Κάποια από τα υλικά είναι πιο «γήινα» (όπως παλιά μάρμαρα, ασβεστόλιθοι, πορόλιθοι, κεραμικά) και απαιτούν πιο ζεστές αποχρώσεις του λευκού (2600-3000K) τα γήινα χρώματα αναδεικνύονται περισσότερο με τη θερμή απόχρωση. Κάποια άλλα (όπως γκρίζος γρανίτης, σχιστόλιθοι και πετρώματα σε αποχρώσεις του γκρι) απαιτούν τη χρήση ελαφρώς ψυχρότερων αποχρώσεων του λευκού (5000K) [Κοντορήγας, 2011; Κάπος, 2008].

Για το φωτισμό του γειτονικού περιβάλλοντος, όταν αποτελείται από φύτευση (π.χ. θάμνοι, δέντρα, φυλλώματα κλπ.) προτείνεται μια ουδέτερη απόχρωση, ώστε να μην αλλοιώνονται τα φυσικά χαρακτηριστικά της και να μην διαταράσσεται η πανίδα [Δούλος & Μπουρούσης, 2013].



Εικόνα 21: Προσομοίωση φωτισμού ουδέτερης (αριστερά), θερμής (κέντρο) και ψυχρής (δεξιά) απόχρωσης

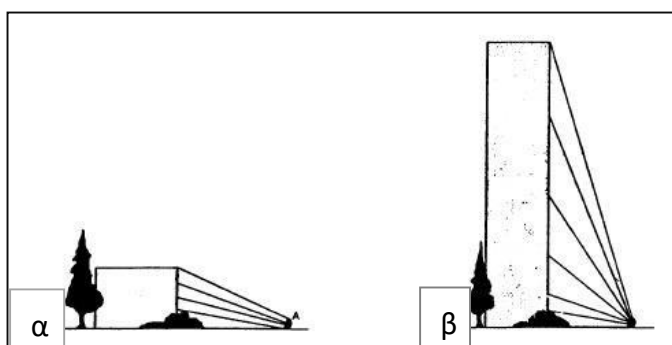
(Πηγή: *External lighting systems, iGuzzini*, <https://www.iguzzini.com/projects/project-gallery/>)

2.6 Γενικές Κατευθύνσεις για τον Φωτισμό Μνημείων και Ιστορικών Κτηρίων

Ανάλογα με την κάτοψη του κτηρίου, το σχήμα του και την ορατότητά του από το κοινό, υπάρχουν ορισμένοι βασικοί τρόποι διατάξεως των προβολέων γύρω από αυτό, που βοηθούν στον ομοιόμορφο και καλαίσθητο φωτισμό του.

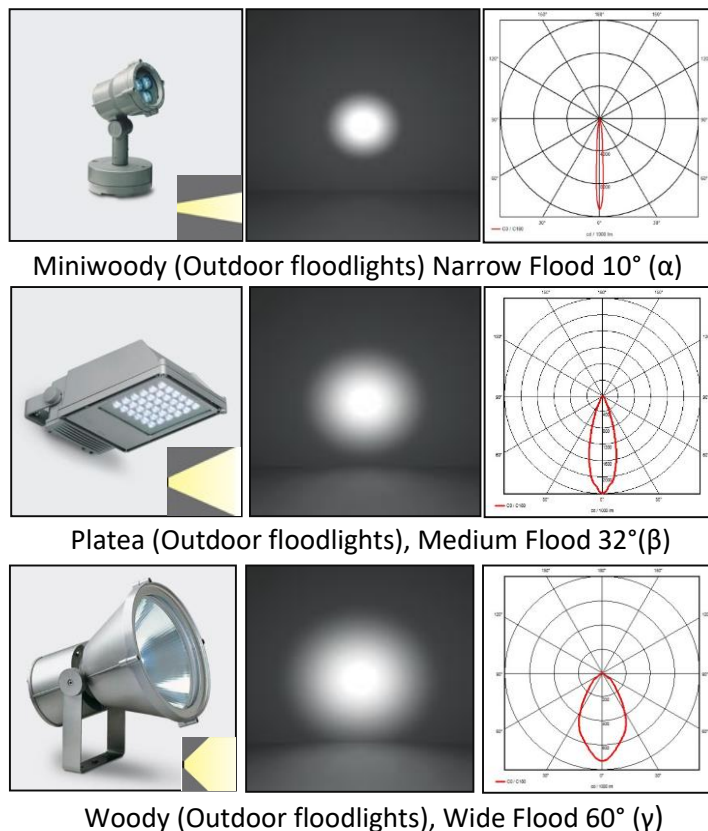
2.6.1 Σχεδιάζοντας τον Φωτισμό Ανάλογα με το Σχήμα και το Ύψος

Χαμηλά και Ψηλά Κτήρια: Το ύψος του κτηρίου και γενικότερα του μνημείου, καθορίζει το άνοιγμα της δέσμης του προβολέα. Όταν το κτήριο είναι χαμηλό, τότε είναι προτιμότερη η χρήση προβολέων ανοικτής δέσμης. Για ψηλότερα κτήρια, ένας συνδυασμός προβολέων με στενές και μεσαίες δέσμες δίνει ικανοποιητικά αποτελέσματα [Κοντορήγας, 2011; Κοντορήγας, 2009; Καραδήμας, 2019].



Εικόνα 22: Κτήριο χαμηλό(α) και ψηλό(β) που απαιτούν αντίστοιχα ανοικτή και στενή δέσμη.

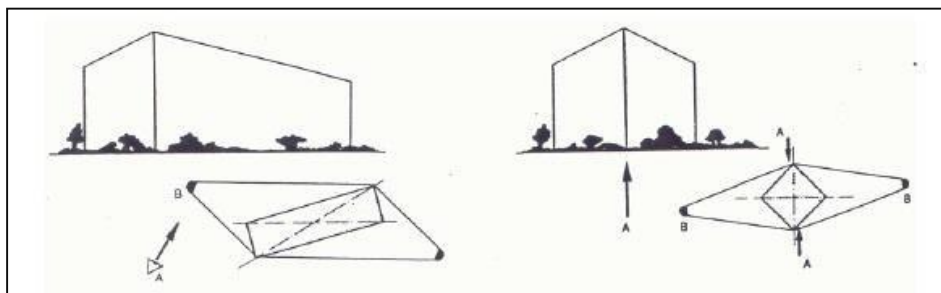
(Πηγή: courses.arch.ntua.gr)



Εικόνα 23: Φωτιστικά με στενή(α), μεσαία(β) και ανοικτή δέσμη(γ) με τα πολικά τους διαγράμματα

(Πηγή: *Products of iguzzini*, <http://products.iguzzini.com>)

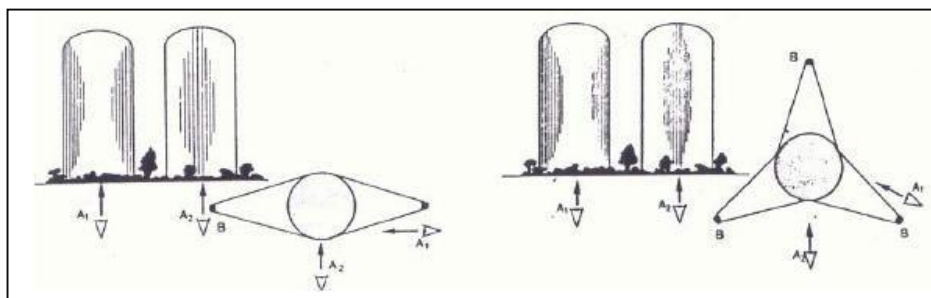
Τετράγωνη ή Ορθογώνια Κάτοψη: Όταν η κάτοψη ενός κτηρίου είναι τετράγωνη ή ορθογώνια, φωτίζεται καλύτερα με φωτιστικά ανοιχτής δέσμης, όπως και τα χαμηλά κτήρια. Η γωνία προσπτώσεως δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 90° [Κοντορήγας, 2011; Κοντορήγας, 2009; Καραδήμας, 2019].



Εικόνα 24: Κτήρια με ορθογώνια και τετράγωνη κάτοψη, (A-A Διεύθυνση παρατηρήσεως)

(Πηγή: courses.arch.ntua.gr)

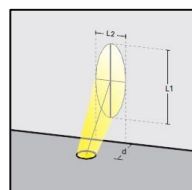
Κυκλική Κάτοψη: Όταν η κάτοψη είναι κυκλική, και για να τονισθεί η καμπυλότητα του κτηρίου, χρησιμοποιούνται φωτιστικά στενής ή μεσαίας δέσμης, όπως επίσης και τα ψηλά κτήρια σε αρκετά σημεία γύρω από το κτήριο και με κατεύθυνση φωτισμού από κάτω προς τα πάνω [Κοντορήγας, 2011; Κοντορήγας, 2009; Καραδήμας, 2019].



Εικόνα 25: Κτήρια με κυκλική κάτοψη, (A1, A2: διευθύνσεις παρατηρήσεως του κτηρίου)

(Πηγή: courses.arch.ntua.gr)

Μακρόστενο Μνημείο: Εάν το σχήμα του μνημείου είναι μακρόστενο (π.χ. κολόνες), τότε στα φωτιστικά πρέπει να εφαρμοστεί κατάλληλο οπτικό σύστημα, ώστε ο φωτισμός να περιορίζεται στο σχήμα υπό μορφή στήλης [Δούλος & Μπουρούσης, 2013].



Εικόνα 26: Φωτισμός μνημείου με κατάλληλο οπτικό σύστημα, Metaponto, Italy, Sanctuary of Hera, Palatine Tables

(Πηγή: *External lighting systems, iGuzzini*, <https://www.iguzzini.com/projects/project-gallery/>)

2.6.2 Φωτίζοντας ένα Μνημείο Ορατό από Μία ή πιο Πολλές Κατευθύνσεις

Ορατό Μνημείο από Μία Κατεύθυνση: Στην περίπτωση που ένα μνημείο είναι ορατό μόνο από μία κατεύθυνση, τότε ο φωτισμός θα πρέπει να επικεντρώνεται στην πλευρά που είναι ορατή. Το φωτιστικό πρέπει να στοχεύει από μακριά το μνημείο με ευρεία δέσμη (τεχνική ανάδειξης επιφάνειας), ώστε αυτό να φωτίζεται ολόκληρο. Έτσι, περιορίζεται η ποσότητα των φωτιστικών, αλλά δεν αναδεικνύονται τα χαρακτηριστικά του μνημείου (υφή, τρεις διαστάσεις κλπ.). Το πίσω μέρος του μνημείου δε χρειάζεται να φωτιστεί εκτός, εάν υπάρχει κάποιο δομικό στοιχείο (τοίχος). Ο φωτισμός αυτού του στοιχείου θα προσθέσει βάθος, λειτουργώντας ως φωτεινό φόντο στο αντικείμενο.

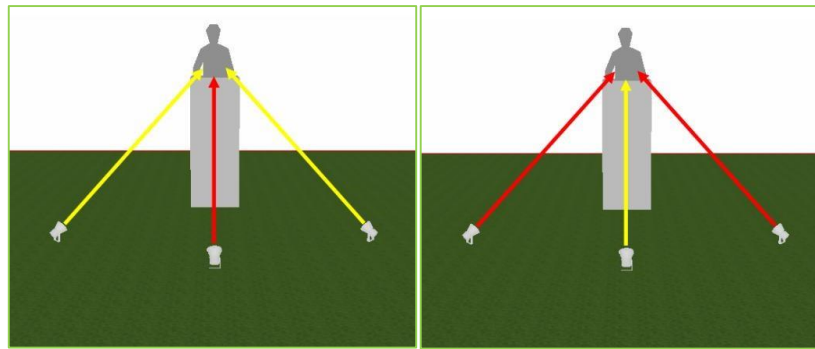


Εικόνα 27: Φωτισμός μνημείου ορατού από μία κατεύθυνση με επιπρόσθετο φωτισμό στο δομικό στοιχείο στο υπόβαθρο, Naples – Italy: Villa Oplontis
(Πηγή: *External lighting systems, iGuzzini*, <https://www.iguzzini.com/projects/project-gallery/>)

Καθώς τα φωτιστικά στοχεύουν μόνο προς το μνημείο, δεν προκαλείται θάμβωση στους παρατηρητές. Θάμβωση δημιουργείται μόνο, όταν η επισκέψιμη περιοχή βρίσκεται ανάμεσα στα φωτιστικά και το αντικείμενο. Εάν χρησιμοποιηθούν χωνευτά φωτιστικά στο έδαφος, τότε αυτά πρέπει να διαθέτουν αντιθαμβωτικά καλύμματα, όπως ήδη έχει αναφερθεί, ή οι λαμπτήρες να είναι αρκετά βαθιά στο εσωτερικό του φωτιστικού. Η απόσταση στην οποία θα τοποθετηθούν τα φωτιστικά σώματα εξαρτάται από τη δέσμη τους, αλλά και το μέγεθος του μνημείου [Δούλος & Μπουρούσης, 2013].

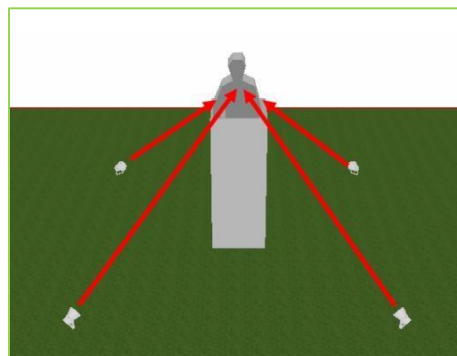
Ορατό Μνημείο από Περισσότερες Κατευθύνσεις: Όταν το μνημείο είναι ορατό από περισσότερες κατευθύνσεις, τότε ο φωτισμός πρέπει να επικεντρώνεται σε περισσότερα σημεία, για να αναδειχθούν περισσότερες πτυχές του αντικειμένου. Πρέπει να ληφθεί υπ' όψιν ότι τα άτομα κινούνται περιμετρικά και κοιτούν προς το μνημείο από πολλές θέσεις, άρα θα πρέπει όλα τα σημεία του να είναι φωτισμένα. Κατά συνέπεια, θα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στην εύρεση των θέσεων και των στοχεύσεων, για τη μείωση της θάμβωσης.

Αρχικά, πρέπει να τοποθετηθεί φωτισμός ανάδειξης μπροστά και πίσω από το μνημείο, δίνοντας έμφαση στη μορφή και στις λεπτομέρειές του, και έπειτα να τοποθετηθεί συμπληρωματικός φωτισμός στις υπόλοιπες πλευρές (δεξιά και αριστερά του μνημείου), για να μετριαστεί η αντίθεση ανάμεσα στις φωτεινές και σκοτεινές πλευρές. Με την παραπάνω τεχνική, είναι δυνατό να αναδειχθεί ολόκληρη η μορφή του μνημείου. Διαφοροποιώντας μεταξύ τους το φωτισμό ανάδειξης με το συμπληρωματικό, αλλάζουν οι πλευρές του μνημείου στις οποίες δίνεται έμφαση. Η επιλογή των πλευρών για την ανάδειξη εξαρτάται από το σχήμα, τη λεπτομέρεια, την υφή, και το χρώμα [Δούλος & Μπουρούσης, 2013].



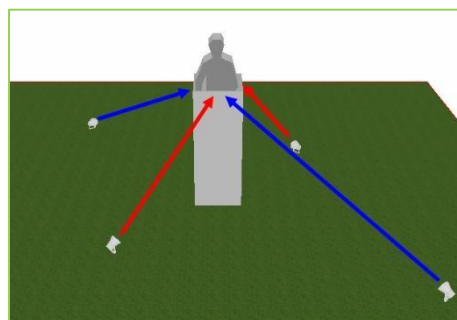
Εικόνα 28: Ανάδειξη αντικειμένου ορατού από πολλές κατευθύνσεις
 Με κόκκινο φαίνεται ο φωτισμός ανάδειξης και με κίτρινο ο συμπληρωματικός φωτισμός
 (Πηγή: Δούλος & Μπουρούσης, 2013)

Εάν χρησιμοποιηθούν φωτιστικά για φωτισμό ανάδειξης ομοιόμορφα τοποθετημένα περιμετρικά του μνημείου, θα δημιουργηθεί ένας ισορροπημένος φωτισμός. Διαφοροποιώντας όμως την ισχύ ή τη δέσμη ενός εκ των περιμετρικών φωτιστικών, μεταβάλλεται η έμφαση στην αντίστοιχη πλευρά [Δούλος & Μπουρούσης, 2013].



Εικόνα 29: Ανάδειξη αντικειμένου ορατού από πολλές κατευθύνσεις με περιμετρικό ομοιόμορφο φωτισμό
 (Πηγή: Δούλος & Μπουρούσης, 2013)

Τοποθετώντας φωτιστικά σώματα σε αντιδιαμετρικές πλευρές, είτε με μεγαλύτερη ένταση φωτισμού, είτε πιο κοντά στο αντικείμενο και με πιο στενή δέσμη (φωτισμός ανάδειξης), θα δοθεί έμφαση στο σχήμα ή στο περίγραμμα. Στις άλλες πλευρές, εάν τα φωτιστικά σώματα τοποθετηθούν πιο μακριά με μικρότερη ένταση φωτισμού, τότε θα ολοκληρωθεί η ανάδειξη του συνολικού αποτελέσματος [Δούλος & Μπουρούσης, 2013].



Εικόνα 30: Ανάδειξη αντικειμένου ορατού από πολλές κατευθύνσεις
 Με κόκκινο φαίνεται ο αντιδιαμετρικός φωτισμός ανάδειξης από κοντά και μπλε ο αντιδιαμετρικός συμπληρωματικός φωτισμός από μακριά
 (Πηγή: Δούλος & Μπουρούσης, 2013)

2.6.3 Τρόποι Ανάδειξης Ιστορικού Κτηρίου ή Μνημείου

Φωτισμός Τονισμού: Ο φωτισμός μνημείων προϋποθέτει ότι θα ενισχύει την όψη του μνημείου και δεν θα το αλλοιώνει οπτικά. Απαιτείται παραπάνω από μια πηγή φωτισμού για το φωτισμό των μνημείων. Ο φωτισμός μόνο από την μπροστινή πλευρά τους είναι απαγορευτικός, γιατί αυτό θα είχε ως αποτέλεσμα τα αντικείμενα αυτά να παρουσιάζονται επίπεδα. Για να δοθεί έμφαση στο βάθος, αυτά πρέπει να φωτίζονται από το πλάι, με συνηθέστερη την τεχνική φωτισμού του τονισμού.

Η ανάδειξη της πρόσοψης ενός κτηρίου μπορεί να πραγματοποιηθεί με φωτισμό τονισμού. Για να γίνει αυτό, μπορούν να χρησιμοποιηθούν επιτοίχια φωτιστικά ή φωτιστικά με ασύμμετρη δέσμη, τοποθετημένα χωνευτά στο έδαφος (ή και εξωτερικά στο έδαφος) κοντά στο κτήριο. Ανάλογα με την ένταση φωτισμού και τις αποστάσεις από τον τοίχο επιλέγεται και ο αντίστοιχος αριθμός των φωτιστικών σωμάτων που θα φωτίσουν μια μεγάλη ή μικρή επιφάνεια [Δούλος & Μπουρούσης, 2013].



Εικόνα 31: Φωτισμός τονισμού πρόσοψης κτηρίου με επιτοίχια φωτιστικά.

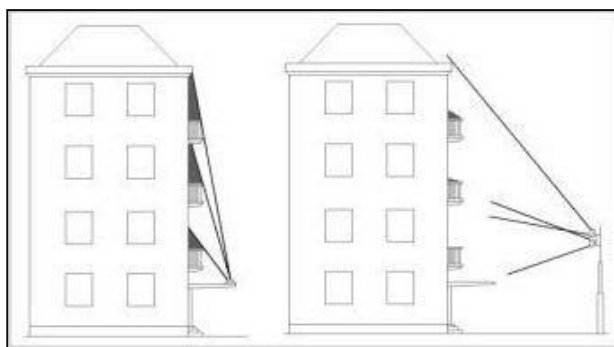
Αριστερά: Budapest – Hungary: New York Palace Budapest, Δεξιά: Baku – Azerbaijan: Square

(Πηγή: *External lighting systems, iGuzzini*, <https://www.iguzzini.com/projects/project-gallery/>)

Έλεγχος των Σκιών: (Αφορά μόνο τα ιστορικά κτήρια, όχι τα μνημεία) Αν η πρόσοψη κυριαρχείται από κατακόρυφα ή οριζόντια στοιχεία, πρέπει να επιδιωχθούν κατακόρυφες ή οριζόντιες αντίστοιχα σκιάσεις για τον τονισμό αυτών των στοιχείων. Οι κατακόρυφες σκιάσεις επιτυγχάνονται με φωτισμό από τα πλάγια, ενώ οι οριζόντιες σκιάσεις αν φωτίσουμε το κτήριο από την μπροστινή όψη. Αν οι σκιές που δημιουργούνται είναι πολύ έντονες, τότε ο φωτισμός από την αντίθετη διεύθυνση με χαμηλή ένταση, μπορεί να μειώσει την ένταση τους [Τριπιδάκης, 2011; Καραδήμας, 2019].

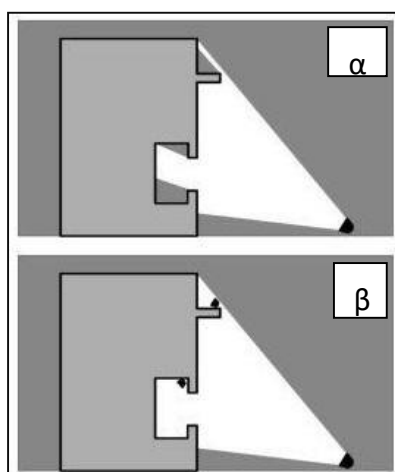
Αν το κτήριο έχει προεξέχοντα στοιχεία, δημιουργούνται πολύ έντονες σκιές πίσω από αυτά. Αυτό το αποφεύγουμε είτε με τοπικό φωτισμό της σκιαζόμενης περιοχής, δηλαδή με διακριτική και όσο το δυνατόν αφανή τοποθέτηση μικρών φωτιστικών στις εσοχές ή στις προεσοχές, είτε με τοποθέτηση των προβολέων σε σχετικά μεγάλη απόσταση από το κτήριο [Κοντορήγας, 2011].

Εάν υπάρχει κάποιο ιδιαίτερο στοιχείο της πρόσοψης που είναι επιθυμητό να αναδειχθεί, θα πρέπει να φωτιστεί και από τις δύο του πλευρές και υπό γωνία $30^\circ - 45^\circ$, ώστε οι σκιάσεις να μην είναι σκληρές [Κοντορήγας, 2009].



Εικόνα 32: Σχηματισμός σκιών σε σχέση με την απόσταση των φωτιστικών από το κτήριο και τη γωνία πρόσπτωσης των φωτεινών ακτίνων.

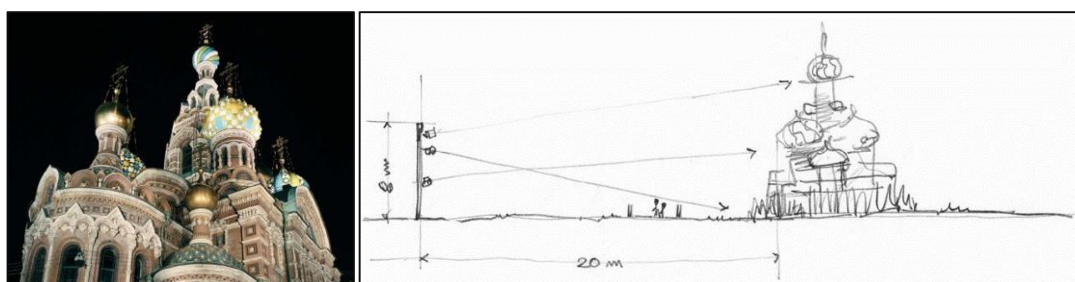
(Πηγή: Τριπιδάκης, 2011)



Εικόνα 33: Οι σκιές που προκαλούνται από τις προεξοχές μετριάζονται (α) ή εξαφανίζονται με τον τοπικό φωτισμό (β)

(Πηγή: Τριπιδάκης, 2011)

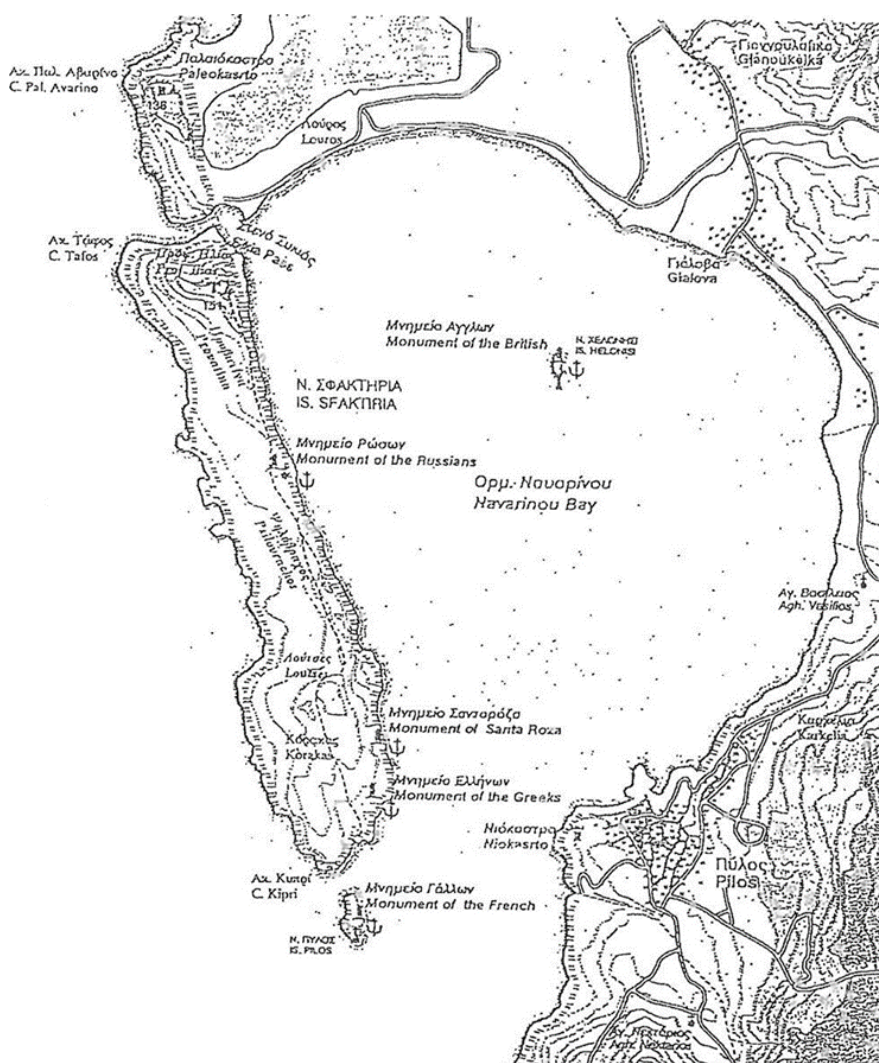
Φωτισμός Όγκου: Εάν το μέγεθος του μνημείου είναι ιδιαίτερα μεγάλο, πρέπει να φωτιστεί ολόκληρο για να γίνει κατανοητή η μεγαλοπρέπειά του. Στην περίπτωση αυτή είναι σημαντικό να χρησιμοποιηθούν περισσότερα φωτιστικά, με λαμπτήρες ευρύτερης δέσμης φωτισμού. Αυτή η τεχνική φωτισμού δίνει όγκο και κύρος στο κτήριο. Τα φωτιστικά σώματα τοποθετούνται σε απομακρυσμένες θέσεις, περιμετρικά του κτηρίου. Συνήθως τοποθετούνται σε ιστούς με σκοπό να φωτίζουν το σύνολο του κτηρίου. Ειδική μέριμνα γίνεται με την τοποθέτηση των ιστών, ώστε να μην δημιουργούνται σκιές. Λόγω της απομακρυσμένης τοποθέτησης των φωτιστικών σωμάτων, ο φωτισμός όγκου είναι κατάλληλος για κτήρια όπου δεν μπορεί να γίνει παρέμβαση με εγκατάσταση φωτιστικών σωμάτων στο κέλυφος και στις προσόψεις τους (συνήθως σε ιστορικά κτήρια) [Δούλος & Μπουρούσης, 2013].



Εικόνα 34: Φωτισμός όγκου πρόσοψης κτηρίου με απομακρυσμένα φωτιστικά τοποθετημένα σε ιστούς, St. Petersburg Russia, Cathedral of the Resurrection

(Πηγή: External lighting systems, iGuzzini, <https://www.iguzzini.com/projects/project-gallery/>)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Η Νήσος Σφακτηρία



Εικόνα 35: Χάρτης του κόλπου του Ναβαρίνου με σημειωμένα τα μνημεία των Γάλλων, Ελλήνων, Σανταρόζα, Ρώσων και Άγγλων.

3.1 Εισαγωγή

3.1.1 Τοπογραφικά

Η Σφακτηρία είναι βραχονησίδα της Μεσσηνίας στο νότιο Ιόνιο πέλαγος και συγκεκριμένα κοντά στην Πύλο, μπροστά στο φυσικό της λιμάνι, ως κυματοθραύστης. Είναι ένα μακρόστενο νησί με στρατηγική θέση σε ένα από τα μεγαλύτερα φυσικά λιμάνια της Ελλάδας και ιδιαίτερα της Πελοποννήσου.

3.1.2 Ιστορικά

Η γεωγραφική θέση της νήσου συντέλεσε στο να εξελιχθούν αρκετά ιστορικά γεγονότα στην περιοχή. Κατά τους Ομηρικούς χρόνους, οι Πύλιοι (που συμμετείχαν στον Τρωικό πόλεμο υπό τον Νέστορα) οχύρωσαν με φρούριο το βόρειο άκρο της βραχονησίδας. Κατά τους κλασικούς χρόνους,

στον έβδομο χρόνο του Πελοποννησιακού πόλεμου (424 π.Χ.) η Σφακτηρία αποτέλεσε τόπο μάχης ανάμεσα στους Σπαρτιάτες και στους Αθηναίους.

Στη Σφακτηρία έγινε μάχη κατά τη διάρκεια της επανάστασης του 1821, μεταξύ των Ελλήνων και των Φιλελλήνων από τη μία μεριά, και των Τουρκοαιγυπτίων από την άλλη, όταν στις 16 Απριλίου 1825 ο Ιμπραήμ ήρθε εναντίον του νησιού, που το υπερασπιζόταν ο Μαυροκορδάτος με τον Σαχτούρη, τον Τσαμαδό και τον Χιλίαρχο Σταύρο Σαχίνη με χίλιους άνδρες. Η μάχη έληξε με ήττα των Ελληνικών δυνάμεων. Σκοτώθηκαν ο Τσαμαδός, ο Σταύρος Σαχίνης και ο φιλέλληνας Ιταλός Σανταρόζα. Αργότερα, στη Σφακτηρία στήθηκε αναμνηστική πυραμίδα στη μνήμη του Σανταρόζα και των Ελλήνων ηρώων, καθώς και μνημεία προς τιμή των Άγγλων, Ρώσων και Γάλλων που έπεσαν στη ναυμαχία του Ναβαρίνου (8 Οκτώβρη του 1827).

3.1.3 Στόχοι και Αρχές της Επέμβασης

Η προτεινόμενη επέμβαση σχεδιάστηκε στην κατεύθυνση της διατήρησης των αυθεντικών στοιχείων των μνημείων της Νήσου και της αποκατάστασης και ανάδειξης της γεωμετρίας και της αρχικής μορφής τους. Οι σκοποί των προτεινόμενων επεμβάσεων και προσθηκών είναι η ανάδειξη και προβολή της αξίας των διατηρούμενων μνημείων, η επίλυση των λειτουργικών προβλημάτων τους και η κατά το δυνατόν καλύτερη επίλυση των οικοδομικών προβλημάτων τους, συμβάλλοντας ταυτόχρονα στη μορφολογική και αισθητική τους αναβάθμιση.

Επιδίωξη της μελέτης είναι η εφαρμογή, όπου είναι τεχνικά δυνατό και δεοντολογικά αποδεκτό, παραδοσιακών τεχνικών στην επίλυση των διαφόρων στατικών, οικοδομικών ή μορφολογικών προβλημάτων των μνημείων. Στις τεχνικές αυτές προτείνονται βελτιώσεις για την επίτευξη της οικοδομικά σωστής λύσης (τοιχοποιίες, επιχρίσματα), η χρήση διεθνώς δοκιμασμένων στη συντήρηση μνημείων, τεχνικών και μεθόδων καθώς και η ένταξη των απαραίτητων ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων. Οι επεμβάσεις θα επιδιωχθεί να είναι αναστρέψιμες και διακριτές από τα αυθεντικά μέρη του μνημείου [Πανέτσος et al., 2010].

3.2 Ναός Αναλήψεως (Παναγούλα)



Εικόνα 36: Γενική άποψη της Παναγούλας

(Πηγή: Πανέτσος *et al.*, 2010)

3.2.1 Τοπογραφικά

Η μικρή εκκλησία της Αναλήψεως, γνωστή και ως Παναγούλα, βρίσκεται στο μέσον περίπου της ανατολικής ακτής της νήσου Σφακτηρίας κοντά στο νεότερο ταφικό μνημείο των Ρώσων. Είναι χτισμένη σε μικρό πλάτωμα σε απόσταση εκατό περίπου μέτρων από την παραλία όπου υπάρχει προβλήτα από σκυρόδεμα. Η πρόσβαση επιτυγχάνεται από λιθόστρωτο δρόμο με χαμηλές βαθμίδες. Στα βόρεια της εκκλησίας υπάρχει διαμορφωμένο δεύτερο πλάτωμα με υπόσκαφη στέρνα, στην οποία συγκεντρώνονται τα όμβρια.

3.2.2 Ιστορικά

Σύμφωνα με την παράδοση, χωρίς όμως αυτή να τεκμηριώνεται από αρχαιολογικά ευρήματα, ο ναός χτίστηκε για πρώτη φορά κατά τους βυζαντινούς χρόνους, ίσως την εποχή των Κομνηνών, από κάποια μοναχή. Κατά τα γεγονότα του 1825 οι Έλληνες το χρησιμοποιούσαν ως μπαρουταποθήκη. Μετά την ήττα των Ελλήνων ο ρουμελιώτης Κιρτσιαλής κατέφυγε εκεί και μαζί με μερικούς συντρόφους του ανατινάχτηκε στον αέρα. Η εκκλησίτσα ξαναχτίστηκε μετά την απελευθέρωση [Μπάλας, 1997].

3.2.3 Περιγραφή και Φωτογραφική Τεκμηρίωση

Πρόκειται για μονόχωρο ναύδριο εξωτερικών διαστάσεων 5,46 x 10,30 μ. μαζί με την ημικυκλική αψίδα του ιερού. Στον ανατολικό τοίχο διαθέτει κόγχη πρόθεσης ενώ στο ανατολικό άκρο του βόρειου τοίχου σώζεται άλλη μία κόγχη-ερμάριο. Το εσωτερικό του ναού καλυπτόταν αρχικά από

ημικυλινδρικό θόλο, ίχνη του οποίου σώζονται στο πάνω μέρος των τοίχων στο εσωτερικό του ναυδρίου [Πανέτσος et al., 2010]. Η είσοδος στο ναό γίνεται από τη μοναδική θύρα στα δυτικά, πάνω από την οποία υπάρχει ημικυκλικό αψίδωμα, ασπρισμένο σήμερα, ώστε δε διακρίνεται τυχόν υποκείμενος τοιχογραφικός διάκοσμος. Ένα μικρό φωτιστικό άνοιγμα υπάρχει στην αψίδα του ιερού. Δύο άνισα μεταξύ τους μικρά παράθυρα σώζονται εκατέρωθεν στο μέσον των μακρών τοίχων του ναού.

Νεωτερικές προσθήκες ενός διαζώματος από οπλισμένο σκυρόδεμα κατά μήκος του γείσου των πλαγιών όψεων και ενός οριζόντιου στεγάστρου που φέρεται σε δύο υποστυλώματα στη δυτική όψη, έχουν αλλοιώσει την εκκλησία μορφολογικά, καθιστούν δύσκολη την αναπαράσταση του αρχικού γείσου και επιπλέον δημιουργούν σοβαρά δομικά προβλήματα. Ο ναός καλύπτεται με απλή δίριχτη ξύλινη στέγη με νεωτερική επικάλυψη με κυματιστά φύλλα αμιάντου. Από τους ελκυστήρες της στέγης αναρτάται παλιά ξύλινη οροφή με φαρδιές σανίδες [Πανέτσος et al., 2010].

Στο εσωτερικό, σώζεται ξύλινο τέμπλο και ξύλινη δίφυλλη ταμπλαδωτή θύρα εισόδου στη δυτική πλευρά. Η αρχική μορφή του ναού ως μονόχωρου θολοσκεπούς με ημικυκλική αψίδα παραπέμπει στους μεταβυζαντινούς χρόνους αλλά δεν μπορεί να αποκλειστεί και παλαιότερη φάση. Αξίζει να αναφερθεί ότι λιγοστά ίχνη τοιχογραφιών έχουν εντοπιστεί στην αψίδα του ιερού. Ο καθαρισμός τους στο μέλλον θα δώσει ενδεχομένως ασφαλέστερα στοιχεία για τη χρονολόγηση του. Τα επί μέρους στοιχεία του εξοπλισμού του όπως το ξύλινο τέμπλο, η ξύλινη οροφή και η ξύλινη δίφυλλη ταμπλαδωτή θύρα της δυτικής πλευράς μπορούν να χρονολογηθούν στο τέλος του 19^{ου} αιώνα. Τέλος, οι κατασκευές από οπλισμένο σκυρόδεμα ενδέχεται να έγιναν περί το 1960 [Πανέτσος et al., 2010].



Εικόνα 37: Γενική άποψη του ναού από βορειοδυτικά. Στο βάθος διακρίνεται το μαρμάρινο ταφικό μνημείο των Ρώσων του 1872 και ο νεότερος ξύλινος ναΐσκος αφιέρωμα των Ρώσων το 1997

(Πηγή: Πανέτσος et al., 2010)



Εικόνα 38: Γενική άποψη της νότιας όψης του ναού με την επικάλυψη με νεωτερικά φύλλα αμιάντου
(Πηγή: Πανέτσος *et al.*, 2010)



Εικόνα 39: Γενική άποψη του ναού από νοτιοανατολικά
(Πηγή: Πανέτσος *et al.*, 2010)



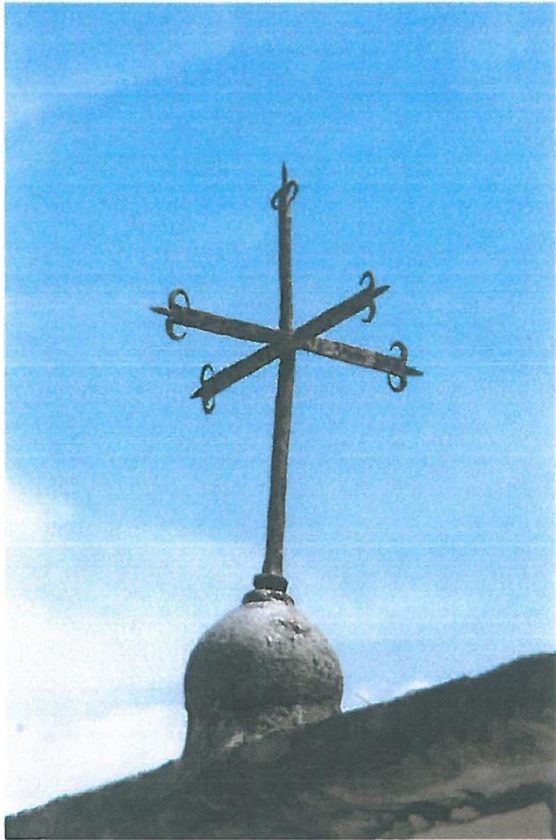
Εικόνα 40: Γενική άποψη της ανατολικής όψης του ναού.

(Πηγή: Πανέτσος *et al.*, 2010)



Εικόνα 41: Γενική άποψη της δυτικής όψης με το νεωτερικό στέγαστρο από οπλισμένο σκυρόδεμα.

(Πηγή: Πανέτσος *et al.*, 2010)



(α) Άποψη του σφυρήλατου σταυρού



(β) Άποψη της θύρας εισόδου στο ναό

Εικόνα 42: Λεπτομέρειες στο εξωτερικό του ναού

(Πηγή: Πανέτσος et al., 2010)



Εικόνα 43: Γενική άποψη του εσωτερικού του ναού και του τέμπλου

(Πηγή: Πανέτσος et al., 2010)

3.2.4 Περιγραφή της Προαπαιτούμενης Επέμβασης

Οι επιλογές της πρότασης καθορίστηκαν με στόχο την άρση των νεότερων αλλοιώσεων του μνημείου, την επισκευή του με συμβατά υλικά και τη βελτίωση της δομικής του, ώστε να διασφαλιστούν οι καλύτερες δυνατές συνθήκες διατήρησής του.

Οι κυριότερες αλλοιώσεις που έχει υποστεί το μνημείο είναι το νεότερο στέγαστρο από οπλισμένο σκυρόδεμα στη δυτική όψη και η πρόχειρη επικάλυψη της στέγης με φύλλα αμιαντοτσιμέντου. Το στέγαστρο της δυτικής όψης προκαλεί οικοδομικά προβλήματα στο Ναό με την εμφάνιση ρηγματώσεων στη δυτική όψη. Ο ξύλινος φέρων οργανισμός της στέγης ανακατασκευάστηκε εν μέρει πιθανότατα, όταν τοποθετήθηκε η πρόχειρη επικάλυψη με τα φύλλα αμιαντοτσιμέντου.

Άλλα προβλήματα και αλλοιώσεις που παρουσιάζει το μνημείο είναι τα νεότερα δάπεδα από μωσαϊκά πλακίδια και τσιμεντοκονία, η μέτρια κατάσταση διατήρησης ή η απουσία κουφωμάτων, η ανάγκη διερεύνησης των εσωτερικών επιχρισμάτων για πιθανή ύπαρξη λειψάνων τοιχογραφιών, οι τοπικές πρόχειρες επισκευές επιχρισμάτων με τσιμεντοκονία, η ανάγκη συντήρησης της παλιάς ξύλινης οροφής, το νεότερο γείσο από οπλισμένο σκυρόδεμα, τα τοπικά φαινόμενα ανερχόμενης υγρασίας, ο παρατοποθετημένος μεταλλικός σταυρός και η νεότερη υδρορροή που είναι σε κατάσταση διάλυσης.

Για την αναίρεση των πιο πάνω αλλοιώσεων προτείνεται η καθαίρεση του δυτικού στεγάστρου και η κατασκευή νέου που θα περιλαμβάνει κτιστούς πεσσούς, ξύλινους στύλους, ξύλινη μονόριχτη στέγη και επικάλυψη από ημικολυμβητά βυζαντινά κεραμίδια. Η επικάλυψη από φύλλα αμιαντοτσιμέντου θα καθαιρεθεί, θα ανακατασκευαστεί ο φέρων οργανισμός της στέγης με προσθήκη διαδοκίδωσης, νέου σανιδώματος και στεγάνωσης και θα αποκατασταθεί η επικάλυψη από ημικολυμβητά βυζαντινά κεραμίδια. Ο μεταλλικός σταυρός που σήμερα είναι παρατοποθετημένος πάνω από το νεότερο στέγαστρο θα τοποθετηθεί πάνω από το δυτικό τοίχο. Θα ανακατασκευαστούν τα εσωτερικά επιχρίσματα όπου αποδειχθεί ότι δεν φέρουν ίχνη τοιχογραφιών και θα επισκευαστούν τα εξωτερικά επιχρίσματα. Θα συντηρηθεί η ξύλινη οροφή, το τέμπλο και τα κουφώματα, και θα προστεθεί ανοξείδωτη σήτα στο παράθυρο του Ιερού Βήματος. Τα αρμολογήματα θα ανακατασκευαστούν στις επιφάνειες που θα καθαιρεθεί το επίχρισμα, ενώ με αρμολόγημα θα αποκατασταθούν και οι ρηγματώσεις των λιθοδομών. Τα νεότερα δάπεδα θα καθαιρεθούν και θα κατασκευαστούν νέα από υπόλευκες λίθινες πλάκες. Η χαμηλή βαθμίδα στο όριο του δαπέδου του Ιερού Βήματος θα διαμορφωθεί από λαξευτό λίθο. Το νεότερο γείσο από σκυρόδεμα θα καθαιρεθεί και στη θέση του θα κατασκευαστεί νέο από λαξευτό λίθο. Κατά μήκος του βόρειου και νότιου γείσου θα κατασκευαστεί νέα μεταλλική θερμογαλβανισμένη υδρορροή. Στη στάθμη του γείσου κατά μήκος της εσωτερικής παρειάς του τοίχου θα κατασκευαστεί διάζωμα οπλισμένου σκυροδέματος για τη βελτίωση της δομικής συμπεριφοράς του κτηρίου [Πανέτσος et al., 2010].

3.3 Μνημεία

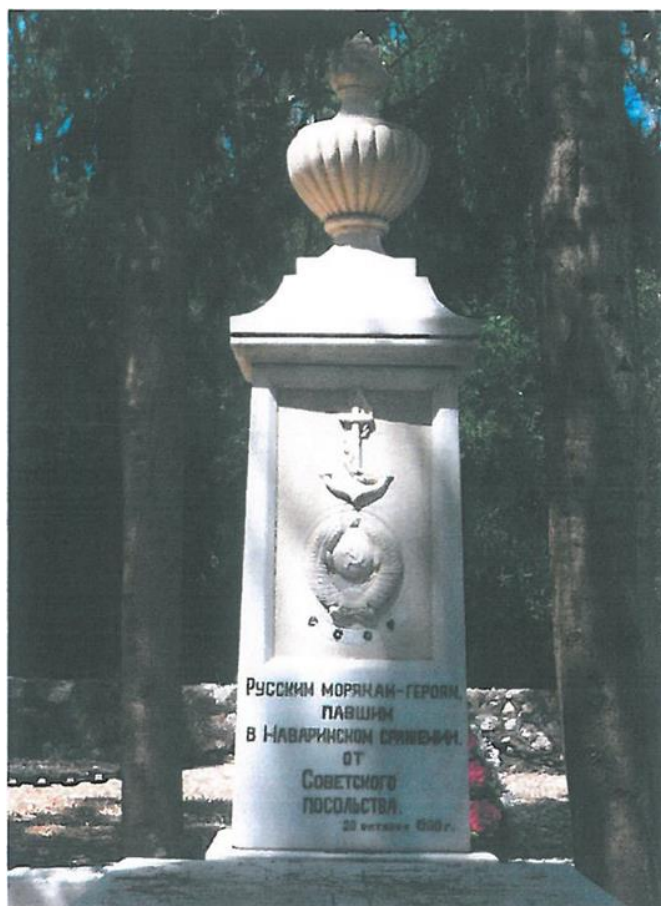
3.3.1 Μνημείο Ρώσων στη Σφακτηρία (1872)

Το μνημείο-κενοτάφιο των Ρώσων πεσόντων στη ναυμαχία του Ναβαρίνου στις 20 Οκτωβρίου 1827 βρίσκεται στο μέσον περίπου της ανατολικής ακτής της νήσου Σφακτηρίας. Είναι κατασκευασμένο σε μικρό πλάτωμα σε απόσταση εκατό περίπου μέτρων από την παραλία όπου υπάρχει μικρή νεότερη προβλήτα από σκυρόδεμα. Η πρόσβαση στο μνημείο γίνεται από λιθόστρωτο δρόμο με χαμηλές βαθμίδες. Το μνημείο των Ρώσων βρίσκεται νοτιοδυτικά της προγενέστερης εκκλησίας της Παναγούλας, η καταστροφή της οποίας συνδέεται με τα γεγονότα του 1825. Σε μικρή απόσταση προς τα δυτικά του μνημείου των Ρώσων υπάρχει νεότερο μικρό ξύλινο ναύδριο, δώρο-αφιέρωμα επίσης των Ρώσων [Μπάλτας, 1997].

Το αρχικό μνημείο των Ρώσων είναι το πιο παλιό από τα νεότερα μνημεία της Σφακτηρίας (με εξαίρεση τον τάφο του Mallet του 1833). Αποτελείται από το κεντρικό μαρμάρινο ορθογώνιο βάζο - κενοτάφιο. Το κενοτάφιο περιβάλλεται σήμερα από τρεις περιμετρικές βαθμίδες από σχιστόπλακες. Οι βαθμίδες αυτές δεν φαίνεται να ανήκουν στην αρχική φάση και δημιουργούν αντίθεση με την ακανονιστία τους. Όλα τα παραπάνω περιβάλλονται από χαμηλό κτιστό περίβολο ασβεστωμένο. Ο περίβολος είναι κτισμένος με λαξευτούς λίθους πάνω στους οποίους έχουν τοποθετηθεί χαμηλοί μεταλλικοί στύλοι με αλυσίδα ανάμεσά τους. Εντός του περιβόλου του μνημείου των Ρώσων υπάρχουν και αρκετά κυπαρίσσια [Πανέτσος et al., 2010].

Τέσσερις συνολικά επιγραφές διαφόρων εποχών από το 1872 ως το 1990 βρίσκονται πάνω και γύρω του μνημείου οι οποίες αποκαλύπτουν την ιστορία του.

- Πάνω στην κεντρική οριζόντια μαρμάρινη πλάκα του κενοταφίου υπάρχει λαξευμένη η χρονολογία 1872 και επιζωγραφισμένη ρωσική επιγραφή με τη χρονολογία 1872. Προκύπτει ότι το αρχικό μνημείο κατασκευάστηκε από το ναύαρχο Grigory I. Butakon που είχε επισκεφθεί επίσημα τότε την Πύλο καθώς και ότι το μνημείο κατασκευάστηκε με δαπάνη της τότε βασίλισσας Όλγας της Ρωσίας [Μπάλτας, 1997].
- Αξονικά στα ανατολικά του κενοταφίου και στον άξονα πάνω στην κατώτερη βαθμίδα είναι τοποθετημένη οριζόντια στο δάπεδο μία μαρμάρινη πλάκα όπου είναι χαραγμένη ελληνική επιγραφή του 1872.
- Αξονικά και προς τα δυτικά του κενοταφίου βρίσκεται μία επιμελημένη μεταγενέστερη κατακόρυφη μαρμάρινη επιτύμβια στήλη με ανθοδόχη στο πάνω μέρος της και πολύστιχη ρωσική επιγραφή της ΕΣΣΔ του 1960 στην όψη [Μπάλτας, 1997].
- Μία ακόμη κατακόρυφη μαρμάρινη στήλη με πολύστιχη ρωσική επιγραφή με τη χρονολογία 20 Οκτωβρίου 1992 βρίσκεται προς τα νότια του κενοταφίου.



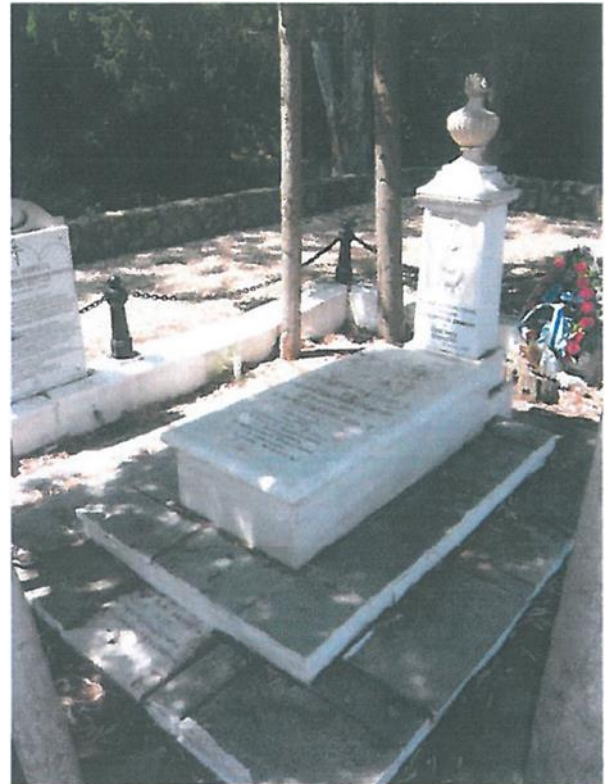
Εικόνα 44: Γενική άποψη της στήλης με τη ρωσική επιγραφή του 1960

(Πηγή: Πανέτσος *et al.*, 2010)



Εικόνα 45: Αριστερά: Γενική άποψη του μαρμαρίνου μνημείου των Ρώσων και του ξύλινου ρωσικού ναΐσκου, Δεξιά: Γενική άποψη του μνημείου των Ρώσων από ανατολικά.

(Πηγή: Πανέτσος *et al.*, 2010)



Εικόνα 46: Αριστερά: Άποψη του μνημείου των Ρώσων από ανατολικά, δεξιά: Άποψη του μνημείου των Ρώσων από βορειοανατολικά. Διακρίνονται οι κακότεχνες σχιστόπλακες των βαθμίδων
(Πηγή: Πανέτσος et al., 2010)



Εικόνα 47: Άποψη του μνημείου των Ρώσων από βόρειο-ανατολικά. Διακρίνεται ο κτιστός περίβολος με μεταλλικά κολονάκια

(Πηγή: Πανέτσος et al., 2010)

3.3.2 Μνημείο Γάλλων στη Νησίδα Πύλο (Φανάρι ή Τσιχλί-Μπαμπά) (1890)

Το μαρμάρινο μνημείο των Γάλλων πεσόντων στη ναυμαχία του Ναβαρίνου στις 20 Οκτωβρίου 1827 στήθηκε από τη γαλλική Δημοκρατία το 1890 στη νησίδα Πύλο ή Τσιχλί Μπαμπά ή Φανάρι που βρίσκεται απέναντι από το νότιο άκρο της Σφακτηρίας. Η πρόσβαση στο μνημείο των Γάλλων γίνεται από 140 περίπου σκαλοπάτια λαξευμένα στο βράχο στην ανατολική πλευρά της νησίδας που οδηγούν στην κορυφή της βραχονησίδας. Το μνημείο των Γάλλων βρίσκεται σε απόσταση περί τα 125 μέτρα από το Φάρο.

Το αναμνηστικό φωτογραφικό λεύκωμα της γαλλικής αποστολής, που αποτελείται από 11 φωτογραφικούς πίνακες, εικονογραφεί τα εγκαίνια του μνημείου στον εορτασμό της 63^{ης} επετείου της ναυμαχίας στις 20 Οκτωβρίου του 1890 (Φωτογραφικό Αρχείο ΕΛΙΑ-ΜΙΕΤ) και περιλαμβάνεται πίνακας με φωτογραφία του σχεδίου του μνημείου που υπογράφεται από τον Γάλλο Eugene Troump [Μπάλτας, 1997]. Σε δημοσίευμα των New York Times της 30^{ης} Νοεμβρίου του 1890 αναφέρεται ότι το μνημείο έγινε στην Αθήνα από πεντελικό μάρμαρο [Πανέτσος et al., 2010].



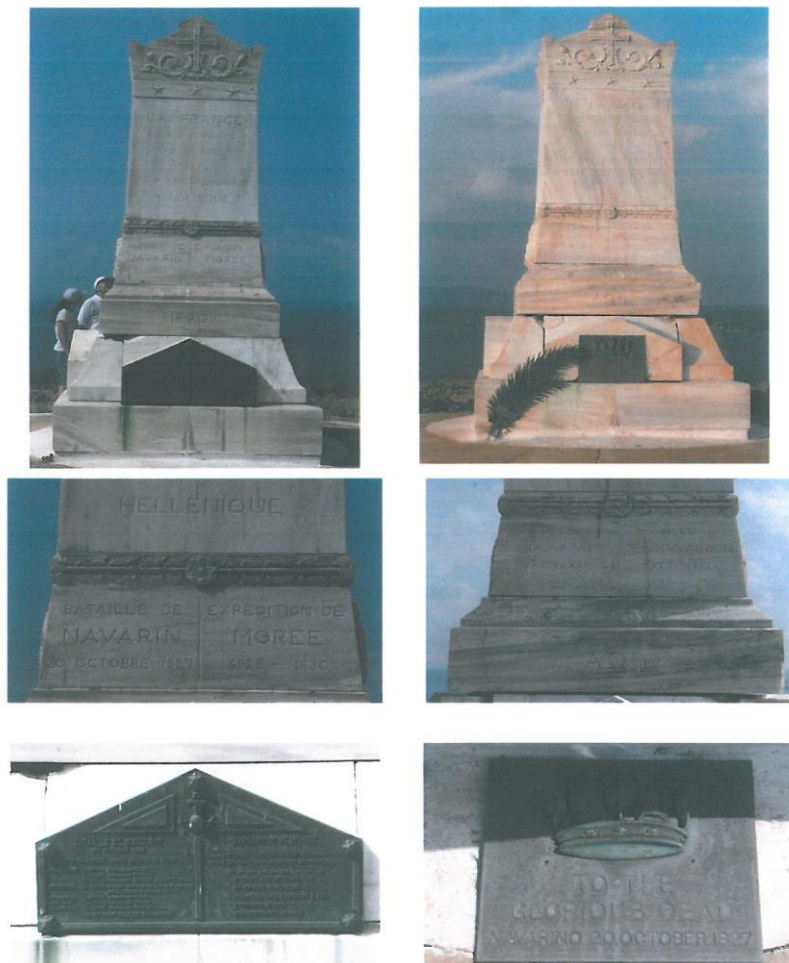
Εικόνα 48: Αριστερά, το μνημείο των Γάλλων πεσόντων κατά τα εγκαίνια του πλαισιωμένο από ομάδα Ελλήνων και Γάλλων αξιωματικών, 1890. (L036.007) και δεξιά, η επιτροπή ανέγερσης του μνημείου στα εγκαίνια στη Σφακτηρία, 1890. (L036.003.) Φωτογραφικό Αρχείο ΕΛΙΑ-ΜΙΕΤ

(Πηγή: Πανέτσος et al., 2010)

Πρόκειται για μαρμάρινη τετράπλευρη στήλη με τετράγωνη βάση διαστάσεων 1.93μ. X 1.93μ. Κατά το ύψος, που φθάνει τα 3.90μ., το μνημείο συντίθεται από διάφορες ζώνες συμπαγών μαρμάρων που σχηματίζουν κορμό με ελαφριά μείωση και στέψη. Στις προσόψεις (βορειοανατολική και νοτιοδυτική πλευρά) έχουν λαξευτεί επιγραφές ενώ στη βορειοδυτική και νοτιοανατολική πλευρά της στήλης είναι λαξευμένα ανάγλυφα στεφάνια. Η όλη στήλη περιγράφεται από δάπεδο σε σχήμα δίσκου που συντίθεται από λαξευτούς λίθους κτισμένους σε ομόκεντρους κύκλους. Κάτω από τη βάση φαίνεται ότι υπάρχει υποκείμενο κενοτάφιο, η προσπέλαση του οποίου γίνεται από τη νοτιοανατολική πλευρά.

Το μνημείο δεν είναι αυστηρά ακαδημαϊκό, παρουσιάζει απλοποιημένη μορφή με λιτούς όγκους, γεωμετρική άρθρωση των επιμέρους στοιχείων που κοσμούνται με λιτά κυμάτια, μεγάλες επιφάνειες και αφαιρετικό τελείωμα.

Στιλιστικά ακολουθεί κανόνες του ευρωπαϊκού art deco και δε συμβαδίζει με ανάλογα παραδείγματα ηρώων του τέλους του 19^{ου} αιώνα που την εποχή αυτή ακολουθούν το πνεύμα του νεοκλασικισμού όπως λ.χ. του Σανταρόζα. Υπ' αυτήν την έννοια καθίσταται μοναδικό παράδειγμα στην Ελλάδα [Πανέτσος et al., 2010].



Εικόνα 49: Αριστερά: Γενική άποψη και λεπτομέρειες των γαλλικών επιγραφών της ΒΑ όψης. Δεξιά: Γενική άποψη και λεπτομέρειες των επιγραφών (ελληνικής & αγγλικής) της ΝΔ όψης (Πηγή: Πανέτσος et al., 2010)

3.3.3 Μνημείο Σανταρόζα στη Σφακτηρία (1926)

Το μνημείο του Σανταρόζα βρίσκεται πάνω σε βράχο πολύ κοντά στην ανατολική ακτή της Σφακτηρίας μπροστά σε σπηλαιώδη σχηματισμό στη θέση όπου θεωρείται ότι βρέθηκε ο Σανταρόζα μετά το θάνατό του. Παλαιότερα δεν υπήρχε προβλήτα και το μνημείο ήταν απολύτως περίοπτο. Σήμερα έχει κατασκευαστεί μικρή προβλήτα από σκυρόδεμα που επιτρέπει την προσέγγιση στις μικρές βάρκες.

Ο κόμης Σανταρόζα (Santorre Annibale De Rossi di Pomarolo conte di Santa Rosa), λόγιος και υπουργός των στρατιωτικών στην τοπική επαναστατική κυβέρνηση του κρατιδίου του Πεδεμόντιου της Ιταλίας, αναγκασμένος να ζήσει στην εξορία, μετά την αποτυχία της επανάστασης της πατρίδας του (1821) αποφάσισε να αγωνιστεί στο πλευρό των Ελλήνων, σαν απλός στρατιώτης με το όνομα Ντερόσσι. Το Δεκέμβριο του 1824 έφτασε στο Ναύπλιο με την

απόφαση να αγωνιστεί για την Ελλάδα. Σκοτώθηκε κατά την επίθεση των Αιγυπτιακών στρατευμάτων στη Σφακτηρία στις 26 Απριλίου 1825 μαζί με τους Τσαμαδό, Σαχίνη και Αναγνωσταρά (8 Μαΐου, σύμφωνα με το νέο -Γρηγοριανό- ημερολόγιο) [Μπάλτας, 1997].

Το μαρμάρινο μνημείο στήθηκε το 1926 από το ιταλικό κράτος προς τιμήν του Σανταρόζα [Μπίρης, 2000]. Όπως προκύπτει από χαράγματα των ονομάτων των μαρμαρογλυπτών πάνω στο μνημείο, κατασκευάστηκε από τους Τηνιακούς μαρμαρογλύπτες Λάζαρο Φυτάλη και Ιωάννη Λαμπαδίτη. Δεδομένου ότι ο Λ. Φυτάλης απεβίωσε το 1909 και ο Ιωάννης Λαμπαδίτης το 1920 υποθέτουμε ότι η στήλη είχε κατασκευαστεί νωρίτερα -πριν το 1909- και στήθηκε πριν το 1912 στη θέση που είναι σήμερα [Πανέτσος et al., 2010].

Το μνημείο αποτελείται από τετράπλευρη μαρμάρινη στήλη που είναι στημένη πάνω σε βαθμιδωτό βάθρο με τρεις αναβαθμούς. Η στήλη είναι τριμερής με βάση, κορμό και στέψη. Η βάση φέρει στην πρόσοψη της λαξευμένη ελληνική επιγραφή. Στην πλαϊνή νότια όψη βρίσκεται λαξευμένη επιγραφή με τα ονόματα των δύο γλυπτών. Ο κορμός είναι ιδιαίτερα επιμελημένος με ελαφριά μείωση προς τα πάνω με ανάγλυφη ολόσωμη Νίκη και λαξευμένη τη μορφή του Σανταρόζα. Η στέψη αποτελείται από ένα είδος επικράνου διακοσμημένου με ανάγλυφες κεφαλές Νικών με φτερά. Πάνω από αυτή τη ζώνη υπάρχει επίστεψη με διπλό ακρωτήριο με μορφή ανθεμίου. Στη βάση του μνημείου υπάρχει δεύτερη ένθετη ορειχάλκινη επιγραφή του 1930 στα ιταλικά [Πανέτσος et al., 2010].

Στυλιστικά το έργο είναι αναμφίβολα υψηλής τέχνης και τεχνικής. Συνυπάρχουν σε αυτό στοιχεία από τις αρχαίες στήλες όπως το ακρωτήριο αλλά και από το νεοκλασικισμό όπως η τριμερής διάρθρωση. Το ίδιο το ανάγλυφο εμπνέεται ενδεχομένως και από τη Νίκη του Παιωνίου [Πανέτσος et al., 2010].



Εικόνα 50: Άποψη του μνημείου από ΝΑ και της κύριας όψης του μνημείου

(Πηγή: Πανέτσος et al., 2010)



Εικόνα 51: Αριστερά: Λεπτομέρεια της ιταλικής επιγραφής του 1930, Δεξιά: Λεπτομέρεια της στέψης της στήλης

(Πηγή: Πανέτσος et al., 2010)

3.3.4 Μνημείο Άγγλων στη Νησίδα Χελωνήσι (Μαραθονήσι) (1927)

Μέσα στον κόλπο, βρίσκεται η μικρή νησίδα Χελωνάκι ή Μαραθονήσι. Υπάρχει μικρή προβλήτα και η προσπέλαση είναι σχετικά εύκολη. Το μνημείο των Άγγλων πεσόντων στη ναυμαχία του Ναβαρίνου στις 20 Οκτωβρίου 1827 στήθηκε το έτος 1927 στο Χελωνήσι, αρκετά αργότερα από τα μνημεία των Ρώσων και των Γάλλων, με φροντίδα του ελληνικού κράτους. Αποτελείται από μία σχετικά απλή κεκλιμένη μαρμάρινη ενεπίγραφη πλάκα ακουμπισμένη πάνω σε κτιστό βάθρο προσαρτημένο απευθείας στο βράχο. Πάνω από τους στίχους υπάρχει λαξευμένο στεφάνι. Στο βάθρο υπάρχει ένθετη ορειχάλκινη πλάκα με αγγλική επιγραφή [Πανέτσος et al., 2010].

Από παλιές φωτογραφίες του Οκτωβρίου του 1927 από το αρχείο της ΕΡΤ προκύπτει, ότι η ανέγερση του μνημείου έγινε με την ευκαιρία του εορτασμού της εκατονταετηρίδας. Μάλιστα, κατά την κατάθεση στεφάνων, η βάση του μνημείου δεν είχε ακόμη ολοκληρωθεί. Άξιο μνείας είναι ότι δύο ορειχάλκινες επιγραφές, μία αγγλική και μία γαλλική, που σήμερα βρίσκονται στο μνημείο των Γάλλων φαίνονται στη φωτογραφία των εγκαινίων του 1927.



Εικόνα 52: Κατάθεση στεφάνων στα εγκαινία του μνημείου των Άγγλων στις 20 Οκτωβρίου 1927 πριν την ολοκλήρωση της βάσης του έργου (Αρχείο ΕΡΤ, φωτ.Πουλίδη). Διακρίνονται δεξιά δύο επιγραφές, μία αγγλική ορειχάλκινη και μία γαλλική στον ορειχάλκινο φοίνικα που βρίσκονται σήμερα στο μνημείο

(Πηγή: Πανέτσος et al., 2010)



Εικόνα 53: Γενική άποψη και λεπτομέρειες του μνημείου των Άγγλων

(Πηγή: Πανέτσος et al., 2010)

3.3.5 Μνημείο Ελλήνων (Σαχίνη, Αναγνωσταρά, Τσαμαδού) στη Σφακτηρία (1959)

Σε απόσταση περίπου 50 μέτρων από την ανατολική ακτή της Σφακτηρίας είναι στημένο το ηρώο των Ελλήνων. Η προβλήτα του βρίσκεται σχετικά μακριά. Αποτελεί το τελευταίο μνημείο που ιδρύθηκε στη Σφακτηρία το 1959 και είναι αφιερωμένο στους Έλληνες πεσόντες της μάχης της Σφακτηρίας της 26^{ης} Απριλίου 1825 και πιο ειδικά στους Α. Τσαμαδό, Χ. Αναγνωσταρά και Σ. Σαχίνη [Παπαθανασόπουλος & Παπαθανασόπουλος, 2004].

Η στήλη βρισκόταν στη σημερινή πλατεία Νέστορα μπροστά στο Δημαρχείο της πόλης της Πύλου [Μπάλτας, 1997]. Φαίνεται ότι αποτελούσε μνημείο των Πυλίων που έπεσαν κατά τους Βαλκανικούς πολέμους και τη μικρασιατική καταστροφή. Σε αυτήν γινόταν κατάθεση στεφάνων. Από παλιές φωτογραφίες του 1924, 1927 και 1935 επιβεβαιώνεται η αρχική θέση της στήλης.

Τα αποκαλυπτήρια του μνημείου έγιναν στις 20 Οκτωβρίου 1959 με την ευκαιρία της 132^{ης} επετείου της ναυμαχίας του Ναβαρίνου με πρωτοβουλία της Τουριστικής Επιτροπής Πύλου. Εκεί διαστρώθηκε επιφάνεια από τσιμεντοκονία οκταγωνικού σχήματος. Πάνω σε αυτήν κατασκευάστηκε νέο βάθρο που επενδύθηκε με πριστά μάρμαρα [Μπάλτας, 1997]. Τα τρία από τα τέσσερα κατακόρυφα μέτωπα της νέας βάσης φέρουν τις επιγραφές ΣΑΜΑΔΟΣ, ΣΑΧΙΝΗΣ, ΑΝΑΓΝΩΣΤΑΡΑΣ. Πάνω σε αυτήν τη νέα βάση τοποθετήθηκε η υφιστάμενη στήλη και οι κύριες επιγραφές του μνημείου (όμοιες μεταξύ τους) στις δύο αντιδιαμετρικές όψεις.

Η στήλη είναι τετράπλευρή σε κάτοψη διαστάσεων 0.89 X 0.83μ. Έχει ύψος 2.70μ. Στη μία πλευρά κάτω από την επιγραφή υπάρχει λαξευμένο εθνόσημο που αποτελείται από κεντρικό σταυρό με στέμμα από πάνω και διαγωνίως τοποθετημένα πίσω από το σταυρό ένα ξίφος, ένα τουφέκι και δύο ιστούς με λάβαρα. Κατά το ύψος είναι τριμερής με βάση, κορμό με ελαφριά μείωση και στέψη. Στο πάνω μέρος της στέψης φέρει οπή που αποτελεί πιθανότατα υποδοχή για σταυρό που έχει χαθεί [Πανέτσος et al., 2010].



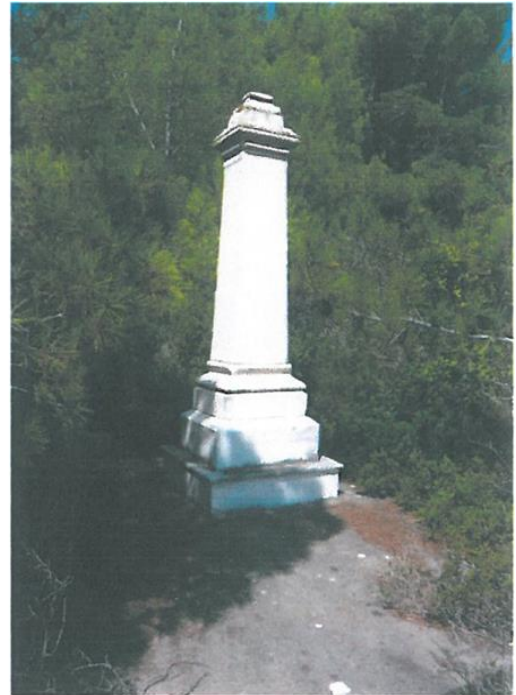
Εικόνα 54: Γενική άποψη της δυτικής προκυμιάς της Πύλου περί το 1927 όταν η στήλη βρισκόταν ακόμη στην πλατεία

(Πηγή: Πανέτσος et al., 2010)



Εικόνα 55: Λεπτομέρεια τελετής κατάθεσης στεφάνων όταν η στήλη βρισκόταν στην πλατεία στη δυτική προκυμιά της Πύλου

(Πηγή: Πανέτσος et al., 2010)



Εικόνα 56: Αριστερά: Γενική άποψη της πρόσοψης της στήλης του μνημείου των Ελλήνων που φέρει επιγραφή, Δεξιά: Γενική άποψη της πίσω όψης της στήλης του μνημείου των Ελλήνων
(Πηγή: Πανέτσος et al., 2010)

3.3.6 Τάφος-Μνημείο Αλέξη Mallet (1833)

Τέλος, χάριν πληρότητας, αναφέρεται ο τάφος του Αλέξη Mallet που βρίσκεται σε μικρή απόσταση νοτιοδυτικά του μνημείου των Ελλήνων. Ο Mallet (1794- 1833) ήταν αξιωματικός (λοχαγός) του Μαιζώνος και πρώτος στρατιωτικός διοικητής της Κορώνης. Σκοτώθηκε το 1833 σε μονομαχία με το στρατηγό Κάρολο Κορπέ και, σύμφωνα με επιθυμία του, τάφηκε στη Σφακτηρία.

Ο τάφος φέρει μια τετράπλευρη πυραμίδα από πωρόλιθο την οποία έστησαν πάνω στον τάφο του Γάλλου αξιωματικού Αλέξη Mallet οι στρατιώτες του το 1833. Πάνω στη βόρεια και νότια πλευρά της πυραμίδας χάραξαν δύο επιγραφές-αφιερώσεις [Πανέτσος et al., 2010].



Εικόνα 57: Γενική άποψη του μνημείου του Mallet

(Πηγή: Μπάλτας, 1997)

3.3.7 Τάφος Παύλου Βοναπάρτη

Στη Σφακτηρία σωζόταν ως το 1920 ο τάφος του φιλέλληνα, ανιψιού του Μ. Ναπολέοντα, Παύλου Βοναπάρτη (1809-1827). Ο Βοναπάρτης φονεύθηκε το 1827 πάνω στην φρεγάτα «Ελλάς» του Άγγλου ναυάρχου Κόχραν, την οποία τότε κυβερνούσε ο Ανδρέας Μιαούλης. Το 1920, σύμφωνα πάντοτε με τον Χ. Μπάλτα, έγινε ανακομιδή των οστών του που κατέληξαν στο Εθνολογικό Μουσείο Αθηνών σε κάλη του γλύπτη Θ. Θωμόπουλου [Μπάλτας, 1997].

3.3.8 Περιγραφή της Προαπαιτούμενης Επέμβασης

Μνημείο Ρώσων

Σκοπός της πρότασης για το μνημείο των Ρώσων είναι η άρση των νεότερων αλλοιώσεων, η αντιμετώπιση των οικοδομικών προβλημάτων και η συντήρηση όλων των μαρμαρικών του, ώστε να βελτιωθεί η αισθητική του εικόνα και να εξασφαλιστούν καλύτερες συνθήκες διατήρησής του.

Οι νεότερες βαθμίδες με επικάλυψη από σχιστόπλακες περί το κενοτάφιο προτείνεται να καθαιρεθούν και να διαμορφωθεί ένα νέο βάθρο με υπόστρωμα από σκυρόδεμα και επικάλυψη λευκού μαρμάρου. Στο χώρο περιμετρικά του κενοταφίου μέχρι την περίφραξη θα διαστρωθεί λευκό χαλίκι. Η μαρμάρινη επιγραφή που είναι σήμερα ενταγμένη στη νεότερη επικάλυψη από σχιστόπλακες θα αφαιρεθεί με προσοχή, θα συντηρηθεί και θα επανατοποθετηθεί στο νέο βάθρο [Πανέτσος et al., 2010].

Μνημείο Γάλλων

Σκοπός της πρότασης για το μνημείο των Γάλλων είναι η άρση των οικοδομικών προβλημάτων και η συντήρηση όλων των επιφανειών, ώστε να βελτιωθεί η αισθητική του εικόνα και να εξασφαλιστούν καλύτερες συνθήκες διατήρησής του.

Τα προβλήματα που έχουν δημιουργηθεί από τη διόγκωση των σιδερένιων συνδέσμων θα αντιμετωπιστούν με αποσυναρμολόγηση του μνημείου, αφαίρεση όλων των οξειδωμένων μεταλλικών συνδέσμων και στηριγμάτων, κατασκευή συμπληρωμάτων από μάρμαρο όπου παρατηρούνται θραύσεις και ανασυναρμολόγηση με συνδέσμους τιτανίου. Όπου απαιτούνται νέα συμπληρώματα, αυτά θα γίνουν από μάρμαρο όμοιο με το αρχικό και με την ίδια ποιότητα λάξευσης. Η συγκόλληση θα γίνει με ντίζες τιτανίου και τσιμεντοκονίαμα λευκού τσιμέντου ενισχυμένο με κατάλληλο βελτιωτικό κονιαμάτων. Με αντίστοιχο τρόπο θα ανασυγκολληθούν τα θραυσμένα τεμάχια μαρμάρου, ενώ τα ρηγματωμένα θα ενισχυθούν με κρυφές ντίζες τιτανίου. Οι μαρμάρινες ακμές που παρουσιάζουν μικροθραύσεις και οι διανοιγμένοι αρμοί θα επισκευαστούν με πλαστική συμπλήρωση και σφράγιση αρμών με τσιμεντοκονίαμα από λευκό τσιμέντο, μαρμαρόσκονη και ενισχυτικό κονιαμάτων. Το σύνολο των μαρμάρινων και λίθινων επιφανειών του μνημείου θα καθαριστεί και θα συντηρηθεί από εξειδικευμένο συντηρητή [Πανέτσος et al., 2010].

Για την κρηπίδα του μνημείου προβλέπεται αποκατάσταση ακμών που παρουσιάζουν τοπικές θραύσεις και αρμολόγηση διανοιγμένων αρμών. Μικρής κλίμακας ανασκαφή προτείνεται στο θεμέλιο του κρηπιδώματος για την ανάδειξη του αψιδώματός του, που θα συνδυαστεί με κατασκευή νέας απόληξης του λιθόκτιστου αναλήμματος με λαξευτά λίθινα τεμάχια και προσθήκη

λίθινων βαθμίδων. Για την αποφυγή του κινδύνου πτώσης των επισκεπτών κάτω από την κρηπίδα θα τοποθετηθεί ανοξειδωτή σχάρα.

Σε ότι αφορά τις ορειχάλκινες επιγραφές και τα διακοσμητικά στοιχεία προτείνεται καθαίρεση, καθαρισμός από τα οξείδια, εφαρμογή προστατευτικού σμάλτου για περιορισμό μελλοντικής οξειδωσης και επανατοποθέτηση με ορειχάλκινα στηρίγματα. Οι υφιστάμενες βάσεις ιστών σημαιών θα αντικατασταθούν από ανοξειδωτες. Οι ιστοί των σημαιών προτείνεται να γίνουν επίσης ανοξειδωτοι και να παραμένουν σε όλη τη διάρκεια της θερινής περιόδου.

Ο περιβάλλον χώρος του μνημείου προτείνεται να οριοθετηθεί διακριτικά με τέσσερις χαμηλούς μαρμάρινους οβελίσκους, χυτοσιδερένιους στύλους και γαλβανισμένη αλυσίδα. Η επιφάνεια που θα περικλείεται από το νέο όριο θα αποψιλωθεί, θα εξομαλυνθεί και θα διαστρωθεί με θραυστό υλικό τοπικής προέλευσης [Πανέτσος et al., 2010].

Μνημείο Σανταρόζα

Σκοπός της πρότασης για το μνημείο Σανταρόζα είναι η άρση των αλλοιώσεων και των οικοδομικών προβλημάτων και η συντήρηση όλων των επιφανειών, ώστε να βελτιωθεί η αισθητική του εικόνα και να εξασφαλιστούν καλύτερες συνθήκες διατήρησής του.

Αρχικά θα αποψιλωθεί η βλάστηση που έχει αναπτυχθεί στους αρμούς και γύρω από το μνημείο. Κατόπιν θα καθαριστεί η βαθμίδα που καλύπτει την επιγραφή του 1930 και θα γίνει βαθύς καθαρισμός των αρμών της λιθόκτιστης κρηπίδας. Θα αναδομηθούν τα φθαρμένα τμήματα της κρηπίδας και θα αρμολογηθούν με λευκό τσιμέντο ενισχυμένο με κατάλληλο βελτιωτικό κονιαμάτων, ασβέστη, τοπικά αδρανή και χρωστικές.

Η οξειδωμένη ορειχάλκινη επιγραφή θα αφαιρεθεί, θα καθαριστεί από τα οξείδια και πριν επανατοποθετηθεί θα επαλειφθεί με προστατευτικό σμάλτο, ώστε να περιοριστεί η μελλοντική οξειδωση. Οι οξειδωμένες σιδερένιες βάσεις ιστών που είναι τοποθετημένες στο βράχο θα καθαρισθούν, θα αποκατασταθεί ο βράχος με την αφαίρεση των οξειδωμένων στηριγμάτων και θα κατασκευαστεί μία βάση από λαξευτό μάρμαρο που θα πακτώνεται σε θεμέλιο σκυροδέματος που θα διαμορφωθεί στο βράχο νότια του μνημείου. Το νέο βάθρο θα φέρει ζεύγος ανοξειδωτων υποδοχών για ιστούς. Οι ιστοί θα είναι επίσης ανοξειδωτοι και θα αφαιρούνται κατά τη χειμερινή περίοδο [Πανέτσος et al., 2010].

Για την αναβάθμιση της υφιστάμενης αποβάθρας από σκυρόδεμα θα δημιουργηθεί τομή κατά μήκος της ακμής, θα γίνουν οι απαραίτητες συμπληρώσεις με σκυρόδεμα με κατάλληλα βλήτρα και θα δημιουργηθεί περιμετρική ζώνη από λαξευτά τεμάχια τοπικού ασβεστόλιθου με θραπιναριστό τελείωμα. Η επιφάνεια της αποβάθρας που θα περικλείεται από την περιμετρική ζώνη θα επιστρωθεί με βοτσαλωτό με τοπικά αδρανή και συνδετικό τσιμεντοκονίαμα. Για την εξυπηρέτηση των σκαφών που θα προσεγγίζουν την αποβάθρα προβλέπονται ανοξειδωτες δέστρες πακτωμένες στο σκυρόδεμα κάτω από το βοτσαλωτό και προστατευτικά έναντι πρόσκρουσης των σκαφών από καουτσούκ, στερεωμένα σε οδηγούς από ξυλεία κατάλληλη για θαλάσσιο περιβάλλον.

Σε ότι αφορά τις μαρμάρινες επιφάνειες του μνημείου προβλέπεται καθαρισμός και συντήρηση των επιφανειών από εξειδικευμένο συντηρητή. Οι ακμές που παρουσιάζουν μικροθραύσεις θα αποκατασταθούν με πλαστική συμπλήρωση και σφράγιση αρμών με τσιμεντοκονίαμα από λευκό τσιμέντο, μαρμαρόσκονη και ενισχυτικό κονιαμάτων. Στα σημεία που παρατηρείται θραύση

ολόκληρων τμημάτων, όπως για παράδειγμα στο ανάγλυφο και στην κορυφή του ανθεμίου, θα γίνουν συμπληρώματα από πεπειραμένο γλύπτη σε συνεργασία με συντηρητή. Τα συμπληρώματα θα στερεωθούν με ανοξειδωτες καρφίδες και συνδετικό τσιμεντοκονίαμα λευκού τσιμέντου ενισχυμένο με κατάλληλο βελτιωτικό κονιαμάτων.

Μνημείο Άγγλων

Σε ότι αφορά το μνημείο προτείνεται ο καθαρισμός και η συντήρηση όλων των μαρμάρινων επιφανειών από εξειδικευμένο συντηρητή και η αποκατάσταση μαρμάρινων ακμών που παρουσιάζουν μικροθραύσεις με πλαστική συμπλήρωση και σφράγιση αρμών με τσιμεντοκονίαμα από λευκό τσιμέντο, μαρμαρόσκονη και ενισχυτικό κονιαμάτων. Το πρόχειρο επίχρισμα στις πλάγιες πλευρές του μνημείου θα καθαιρεθεί και θα κατασκευαστεί νέο έγχρωμο επίχρισμα στην απόχρωση του βράχου.

Η ορειχάλκινη επιγραφή στη βάση του μνημείου θα καθαιρεθεί, θα καθαριστεί από τα οξείδια και, πριν επανατοποθετηθεί, θα επαλειφθεί με προστατευτικό σμάλτο, ώστε να περιοριστεί η μελλοντική οξείδωση.

Σε ότι αφορά το άμεσο περιβάλλον του μνημείου προβλέπεται καθαρισμός του βράχου γύρω από το μνημείο με μικροψηματοβολή. Οι σιδερένιες βάσεις ιστών θα καθαιρεθούν και θα διαμορφωθούν δύο νέες εκατέρωθεν του μνημείου από λαξευτό μάρμαρο που θα πακτώνονται σε θεμέλιο σκυροδέματος και θα φέρει ζεύγος ανοξειδωτων υποδοχών για ιστούς. Οι ιστοί θα είναι επίσης ανοξειδωτοι και θα αφαιρούνται κατά τη χειμερινή περίοδο. Η υφιστάμενη λιθόκτιστη βαθμίδα περί το μνημείο θα καθαιρεθεί και θα κατασκευαστεί νέα από λαξευτά μαρμάρινα τεμάχια. Η νέα βάση που θα διαμορφωθεί, θα επιστρωθεί με πλάκες μαρμάρου πάχους 3εκ. σε υπόστρωμα σκυροδέματος [Πανέτσος et al., 2010].

Στο ευρύτερο περιβάλλον του μνημείου οι υφιστάμενες λιθοδομές και τα λιθόστρωτα θα επισκευαστούν με συγκόλληση των αποκολλημένων λίθων, ενώ τα τμήματα που απουσιάζουν θα αποκατασταθούν. Στην περιοχή της προβλήτας προβλέπεται καθαρισμός της γέφυρας και τοπική θραύση και απομάκρυνση μικρών τμημάτων των βράχων και σκυροδέματος, ώστε να είναι δυνατή η ανανέωση του νερού στο πίσω μέρος της προβλήτας. Το τμήμα του τοιχώματος της προβλήτας που έχει πέσει θα αποκατασταθεί από σκυρόδεμα. Για τη βελτίωση της προσπέλασης του μνημείου από την προβλήτα θα δημιουργηθεί ένας βραχίονας πάνω από τη γέφυρα που θα συνδέει την προβλήτα με την ράμπα. Η παρέμβαση περιλαμβάνει επέκταση του επιπέδου της προβλήτας στην προέκταση του δρόμου, διαμόρφωση νέας βαθμίδας μεταξύ προβλήτας και ράμπας και μικρή μετάθεση της αφετηρίας της ράμπας με επέκταση του λιθόστρωτου επικάλυψης. Στην περίμετρο της αποβάθρας θα δημιουργηθεί εγκοπή στο σκυρόδεμα, όπου θα προσαρμοστεί ζώνη από τοπικό ασβεστόλιθο με θραυταριστή επιφάνεια. Στην ίδια στάθμη με τη ζώνη του ασβεστόλιθου θα διαστρωθεί βοτσαλωτό με τοπικά αδρανή με συνδετικό τσιμεντοκονίαμα λευκού τσιμέντου πάχους 7 εκ. Για την εξυπηρέτηση των σκαφών που θα προσεγγίζουν την προβλήτα προβλέπονται ανοξειδωτες δέστρες πακτωμένες στο σκυρόδεμα κάτω από το βοτσαλωτό και προστατευτικά πρόσκρουσης σκαφών από καουτσούκ στερεωμένα σε οδηγούς από ξυλεία κατάλληλη για θαλάσσιο περιβάλλον [Πανέτσος et al., 2010].

Μνημείο Ελλήνων

Η πρόταση για την αποκατάσταση του μνημείου περιλαμβάνει την αποκατάσταση της θραυσμένης στέψης με τσιμεντοκονίαμα λευκού τσιμέντου και προσθήκη σταυρού. Οι μικροθραύσεις των ακμών και οι διανοίξεις αρμών των μαρμάρινων μελών θα αποκατασταθούν με πλαστική

συμπλήρωση και σφράγιση με τσιμεντοκονίαμα από λευκό τσιμέντο, μαρμαρόσκονη και ενισχυτικό κονιαμάτων. Το σύνολο των μαρμάρινων επιφανειών θα καθαριστούν και θα συντηρηθούν από εξειδικευμένο συντηρητή. Σε ότι αφορά τη βάση προτείνεται αποψίλωση της βλάστησης και καθαρισμός της τσιμεντοκονίας με ήπια υδροβολή [Πανέτσος et al., 2010].

3.4 Φάρος στη Νησίδα Πύλο



Εικόνα 58: Γενική άποψη του Φάρου

(Πηγή: Πανέτσος et al., 2010)

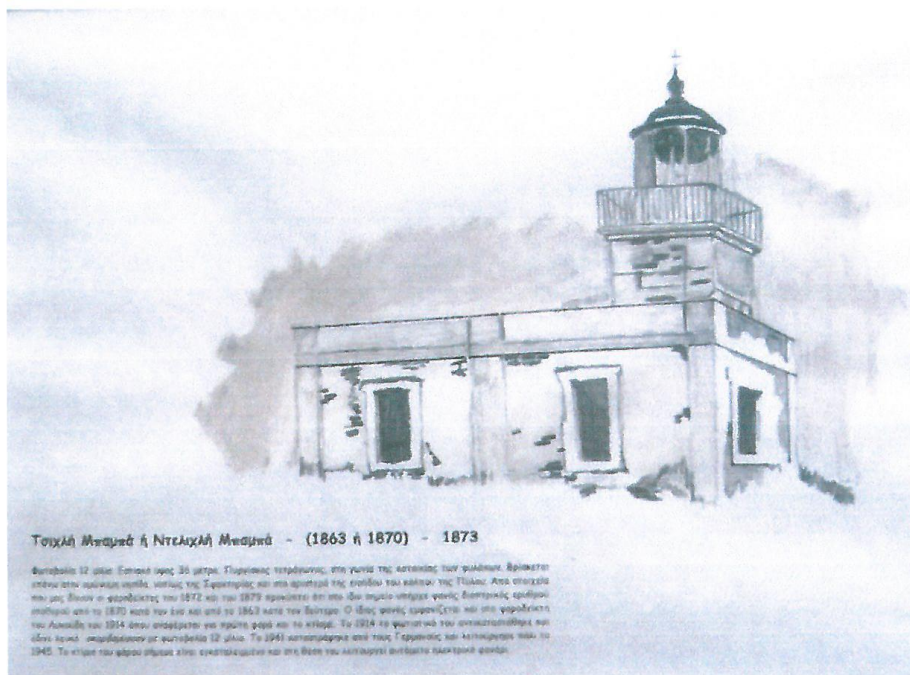
3.4.1 Ανάλυση και Φωτογραφική Τεκμηρίωση

Ο Φάρος βρίσκεται στο νότιο άκρο της νησίδας Τσιχλί-μπαμπά και έχει πρόσβαση, όπως και το γειτονικό ηρώο των Γάλλων, από τα 140 σκαλοπάτια που έχουν λαξευτεί στο βράχο στην ανατολική πλευρά της νησίδας. Στα βορειοδυτικά του Φάρου σώζεται η στέρνα συλλογής όμβριων και τα ερείπια ενός βοηθητικού κτίσματος.

Πρώτη φορά τοποθετήθηκε φάρος πάνω στο νησάκι Τσιχλί-μπαμπά το 1873 από την τότε Υπηρεσία Προστασίας της Ακτοπλοΐας. Ο αρχικός φάρος είχε συνεχές κόκκινο φως, ενώ το έτος 1913 η ίδια υπηρεσία αντικατέστησε το Φάρο με άλλον που απέδιδε διακοπτόμενο λευκό φως και εγκατέστησε εκεί μόνιμο πλήρωμα πέντε ανδρών. Η μεταβολή αυτή συνδέεται με την κτηριακή επέκταση του Φάρου [Μπάλτας, 1997].

Την πλήρη μορφή του Φάρου μετά το 1913 και πριν την καταστροφή της απόληξης του πύργου το 1944 διασώζει το διαφωτιστικό σχέδιο Κληρόπουλου που αποτελεί ως τώρα τη μόνη απεικόνιση του Φάρου σε πλήρη ανάπτυξη. Τον φάρο κατέστρεψαν με ρίψη οβίδας οι Γερμανοί κατά την υποχώρησή τους από την περιοχή της Πύλου το 1944. Τότε φαίνεται ότι κατέρρευσε ο φανός του Φάρου που βρισκόταν πάνω στον πύργο του κλιμακοστασίου στην ανατολική πλευρά του Φάρου [Μπάλτας, 1997]. Η κατάρρευση έγινε προς τα δυτικά και πάνω στο νότιο τμήμα του κτηρίου. Ο

υποκείμενος όροφος του πύργου δεν κατέρρευσε αμέσως, όπως προκύπτει από ορισμένες παλιές φωτογραφίες. Το παράθυρο στο χώρο του κλιμακοστασίου και το άνοιγμα προς το δώμα σωζόταν ως πρόσφατα [Πανέτσος et al., 2010].

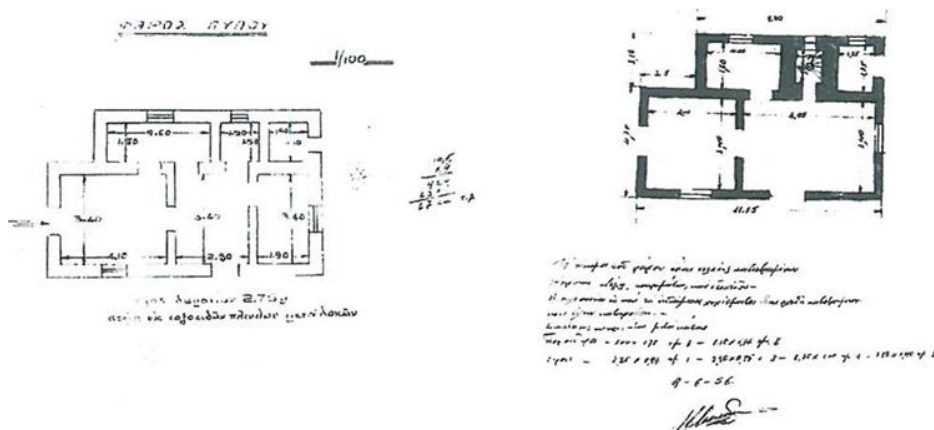


Εικόνα 59: Σχέδιο του Φάρου στο Φανάρι (Τσιχλί-μπαμπά) πριν την κατάρρευση του ορόφου με σημειώσεις

(Πηγή: Πανέτσος et al., 2010)

Μετά την απελευθέρωση, αναφέρεται ότι το ελληνικό κράτος αντικατέστησε το Φάρο με το σημερινό αυτόματο, που βρίσκεται δίπλα από τον ερειπωμένο παλιό φάρο. Ο νέος Φάρος στηρίζεται σε μεταλλικό σκελετό και λειτουργεί με αποθήκευση ηλιακής ενέργειας σε διπλανή εγκατάσταση [Μπάλτας, 1997].

Από σχέδια-σκαριφήματα κατόψεων του 1956 και 1959 που σώζονται στην Υπηρεσία Φάρων προκύπτει ότι ο Φάρος ήταν την εποχή αυτή ερειπωμένος και δεν είχε στέγη, κουφώματα και δάπεδα. Το ένα από αυτά τα σχέδια είναι χρήσιμο, γιατί απεικονίζει το κλιμακοστάσιο του πύργου που δεν σώζεται σήμερα στην ανατολική πλευρά.



Εικόνα 60: Σχέδια του Φάρου

(Πηγή: Αρχείο Υπηρεσίας Φάρων)

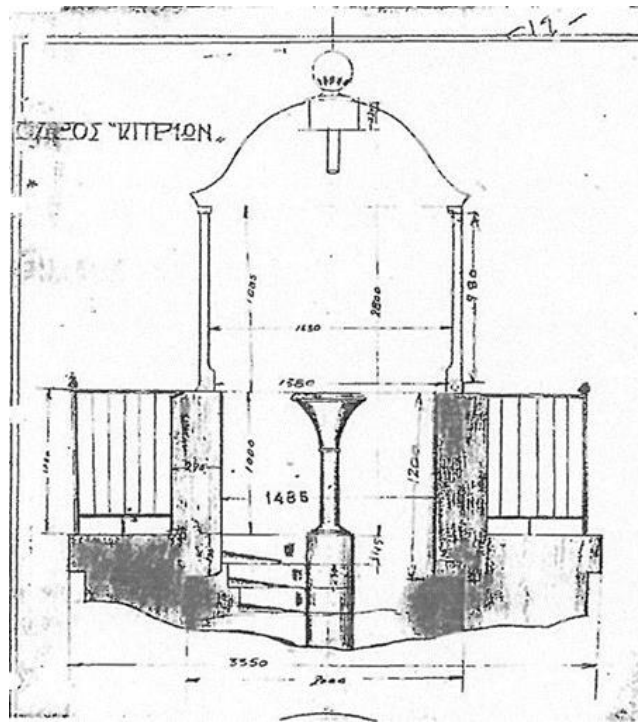


Εικόνα 61: Άποψη του Φάρου στο Φανάρι στον κόλπο του Ναβαρίνου

(Πηγή: www.unc.edu/rowlett/lighthouse/grcw.htm_20090901)

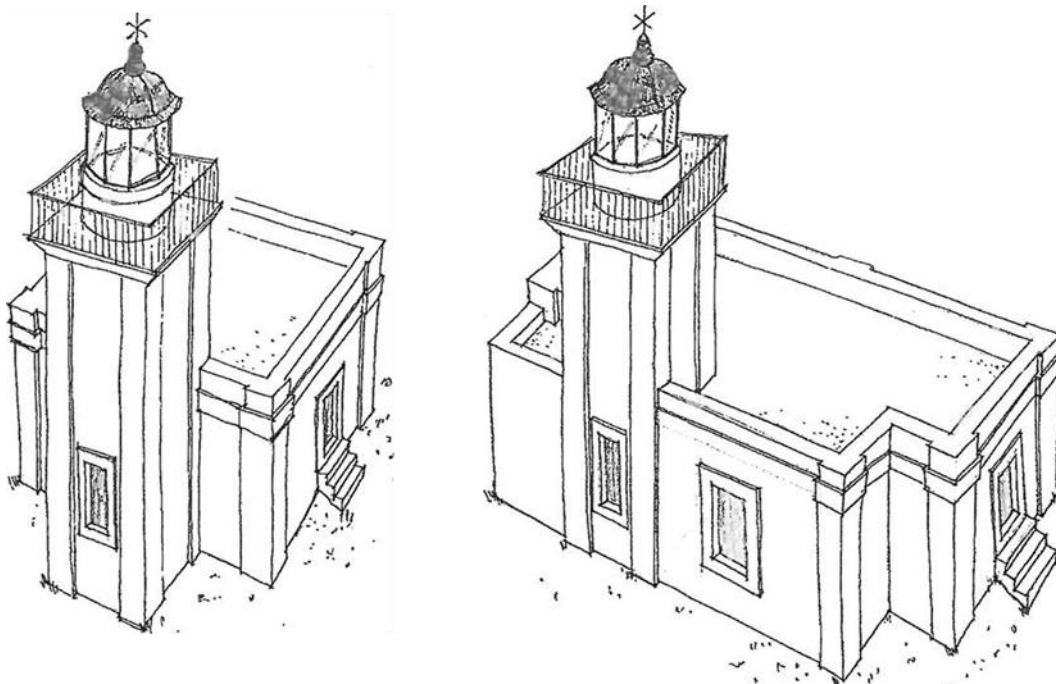
Το κτήριο του Φάρου σώζεται σήμερα σε ερειπιώδη κατάσταση. Σώζει σχεδόν ακέραιο το βόρειο δωμάτιο, ενώ δεν σώζει τον πύργο με το κλιμακοστάσιο και τον υπερκείμενο φανό του φάρου του και το νότιο δωμάτιο. Εκτείνεται σε ένα συνολικό μήκος των 10,55 μ και έχει μέγιστο πλάτος 6,50 μ. Το ύψος του ισογείου κυμαίνεται από 2,75 ως 2,95μ, ενώ εξωτερικά μαζί με το στηθαίο του έχει ύψος 4,20μ. Το κτίσμα σώζει τις περιμετρικές του τοιχοποιίες από τη βόρεια και δυτική του πλευρά ενώ η νότια και ανατολική είναι σχεδόν λιθοσρωσί. Το κτήριο ήταν αρχικά επιχρισμένο τόσο εσωτερικά όσο και εξωτερικά. Λόγω της πτώσης των επιχρισμάτων, διακρίνονται τα υλικά και οι τρόποι δομής [Πανέτσος et al., 2010].

Στο κτήριο διακρίνονται με σαφήνεια κατασκευαστικοί αρμοί, που υποδηλώνουν δύο τουλάχιστον κύριες οικοδομικές φάσεις και μία μεταγενέστερη μικρότερης σημασίας. Φαίνεται ότι ο Φάρος στην αρχική του μορφή του 1873 είχε ένα κύριο όγκο. Το εσωτερικό του μάλλον με ελαφρύ χώρισμα διαιρούνταν σε 2 δωμάτια κατοικίας του φαροφύλακα με προσπέλαση από τα βόρεια. Στη νότια και δυτική πλευρά του υφίστατο από ένα παράθυρο. Στο μέσον της ανατολικής πλευράς του κτίσματος ήταν προσαρτημένος, ο περίπου τετράγωνος σε κάτοψη πύργος του φανού του φάρου. Ο χώρος αυτός είχε παχύτερους τοίχους γιατί έφερε κυκλική κλίμακα και τον τετράγωνο σε κάτοψη όροφο (πύργο). Πάνω από αυτόν τον όροφο βρισκόταν το κυκλικό σε κάτοψη μεταλλικό κουβούκλιο του φάρου (κλωβός ή φανός) [Πανέτσος et al., 2010].



Εικόνα 62: Σχέδιο τομής του φανού (κλωβού) του Φάρου των Κιτριών του έτους 1892, στο Μεσσηνιακό κόλπο, με τη βοήθεια του οποίου αναπαραστάθηκε γραφικά ο κλωβός του πύργου του Φάρου στο Φανάρι της Πύλου

(Πηγή: Αρχείο Υπηρεσίας Φάρων)



Εικόνα 63: Αριστερά: Αξονομετρική αναπαράσταση του Φάρου στο Φανάρι του κόλπου Ναβαρίνου περί το 1873, Δεξιά: Αξονομετρική αναπαράσταση του Φάρου στο Φανάρι του κόλπου του Ναβαρίνου περί το 1913

(Πηγή: Πανέτσος et al., 2010)

Ο φάρος κατά πάσα πιθανότητα απέκτησε την πλήρη του ανάπτυξη στις αρχές του 20ού αιώνα με την προσθήκη δύο ακόμη δωματίων. Φαίνεται ότι η προσθήκη συνδέεται με την αύξηση του προσωπικού το έτος 1913. Η κατασκευαστική αυτή φάση είναι απολύτως διακριτή λόγω των

αρμών αλλά και λόγω της αλλαγής του τρόπου κάλυψης του δώματος στην προσθήκη και της εκτεταμένης χρήσης τούβλων στις τοιχοποιίες.

Μία τρίτη φάση συνθέτει το μικρό νοτιοανατολικό δωμάτιο που είχε προσπέλαση μόνο από το εξωτερικό του κτηρίου και δεν επικοινωνούσε με το υπόλοιπο κτήριο. Ήταν ενδεχομένως χώρος αποθήκης ή ακόμη αποχωρητηρίων.

Εξωτερικά, η νεότερη προσθήκη του 1913 μιμήθηκε πλήρως τη μορφή του αρχικού πυρήνα του 1873. Οι προέχουσες γωνιακές παραστάδες και τα προέχοντα λαξευτά περιθυρώματα των ανοιγμάτων, οι ενισχυμένοι γωνιόλιθοι, η διαμόρφωση προέχουσας ταινίας στο στηθαίο, οι αναλογίες των ανοιγμάτων κ.λπ. Τέλος, το κτήριο απέκτησε επίχρισμα με ασβεστοκονίαμα που ενοποίησε την εξωτερική μορφή του κτηρίου.

Ο Φάρος του κόλπου του Ναβαρίνου ακολουθεί μια καθιερωμένη τυπολογία τρέχουσας αστικής και αγροτικής αρχιτεκτονικής του 19ου αιώνα όπου στο μέσον της μίας από τις μακρές πλευρές του ορθογώνιου κτίσματος προσαρτάται ο πύργος του φάρου. Διαφοροποιείται μόνο ως προς τη χωροθέτηση της εισόδου στη στενή πλευρά αντί του μέσου της απέναντι στον πύργο μακράς πλευράς όπως παρουσιάζεται αλλού [Πανέτσος et al., 2010].

Το ύψος του κτιστού μέρους του πύργου του φάρου υπολογίζεται με επιφύλαξη στα 7,00μ. με αναγωγή με γραφικές μεθόδους από τη φωτογραφία προ της κατάρρευσης. Από το σχέδιο τομής των Κιτριών που εντοπίστηκε επίσης στην Υπηρεσία Φάρων, ο φανός υπολογίζεται σε ύψος 2,50 μ. δίνοντας συνολικά ύψος 9,50 μ. από το έδαφος. Φαίνεται ότι ο πύργος του Φάρου της Πύλου είναι από τους μικρότερους σε μέγεθος και ύψος λόγω του ήδη σημαντικού υψομέτρου της βραχονησίδας (περί τα 50 μ.) που δεν απαιτούσε μεγαλύτερο ύψος.



Εικόνα 64: Άποψη του Φάρου όπως διατηρείται σήμερα από βορειοδυτικά
(Πηγή: Πανέτσος et al., 2010)



Εικόνα 65: Άποψη του Φάρου από βορειοανατολικά με την κυρία είσοδο στα βόρεια
(Πηγή: Πανέτσος *et al.*, 2010)



Εικόνα 66: Άποψη του Φάρου όπως διατηρείται σήμερα από ανατολικά
(Πηγή: Πανέτσος *et al.*, 2010)



Εικόνα 67: Άποψη της νότιας πλευράς του Φάρου όπως διατηρείται σήμερα. Διακρίνεται η ποδιά αρχικού παράθυρου

(Πηγή: Πανέτσος et al., 2010)



Εικόνα 68: Άποψη της δυτικής πλευράς του Φάρου όπως διατηρείται σήμερα

(Πηγή: Πανέτσος et al., 2010)

3.4.2 Περιγραφή της Προαπαιτούμενης Επέμβασης

Οι επιλογές της πρότασης καθορίστηκαν με στόχο τη διάσωση του μνημείου με δυνατότητα ήπιας επανάχρησής του ως χώρο φιλοξενίας, που να μπορεί να χρησιμοποιείται είτε από το Δήμο Πύλου είτε από την Υπηρεσία Φάρων.

Η κατεδάφιση μεγάλου μέρους του αρχικού κτηρίου από τον βομβαρδισμό του και η σταδιακή κατάρρευση μεγάλων τμημάτων του κελύφους του κτηρίου, λόγω της ραγδαίας φθοράς, έχει προκαλέσει μεγάλη απώλεια αυθεντικού υλικού και έχει υποβαθμίσει τόσο την αισθητική του εικόνα όσο και την αναγνωσιμότητα και διδακτικότητά του ως κτήριο ιδιαίτερου αρχιτεκτονικού και ιστορικού ενδιαφέροντος. Προτείνεται η αποκατάσταση του κτηρίου στη μορφή που επαρκώς τεκμηριώνεται ότι είχε στις αρχές του 20ου αιώνα, καθώς είναι η πιο αντιπροσωπευτική της αρχιτεκτονικής του μορφής και έκτασης [Πανέτσος et al., 2010].

Στα πλαίσια αυτά, θα ανακατασκευαστεί ο πύργος του Φάρου και τα τμήματα των λιθοδομών που έχουν καταρρεύσει στη νότια και ανατολική πλευρά και αλλού, ώστε να αποκατασταθεί το εξωτερικό κέλυφος του κτηρίου. Σε ότι αφορά τις χρήσεις των χώρων, το βόρειο δωμάτιο προτείνεται να χρησιμοποιηθεί ως χώρος υποδοχής και στοιχειώδης χώρος διημέρευσης. Στο επίμηκες δωμάτιο στα ανατολικά προτείνεται να διαμορφωθεί χώρος υγιεινής και μικρή κουζίνα. Το νότιο δωμάτιο προτείνεται να χρησιμοποιηθεί ως κοιτώνας.

Σε ότι αφορά τις οικοδομικές προτάσεις, προτείνεται να κατασκευαστεί νέο θεμέλιο από σκυρόδεμα για τον πύργο, ενώ τα θεμέλια των υπόλοιπων τοίχων θα διατηρηθούν και θα ενισχυθούν στην εσωτερική τους περίμετρο με δοκό από σκυρόδεμα. Τα δάπεδα θα ανακατασκευαστούν και σε περίπτωση που δεν καταστεί δυνατό να τεκμηριωθεί το αρχικό υλικό επίστρωση των δαπέδων, προτείνεται να χρησιμοποιηθεί υπόλευκο σκληρό μάρμαρο χωρίς λείανση. Το δάπεδο του νότιου δωματίου πιθανώς να διαμορφωθεί σε ελαφρά χαμηλότερο επίπεδο. Τα δώματα θα ανακατασκευαστούν με βάση τον αρχικό τρόπο και υλικά δομής τους και θα βελτιωθούν οικοδομικά με την προσθήκη στεγάνωσης, θερμομόνωσης και την διαμόρφωση ρύσεων. Τα όμβρια των δωματίων θα παροχετεύονται μέσω υδρορροής στη στέρνα στα δυτικά. Στο δώμα πάνω από τη μικρή κουζίνα προτείνεται η τοποθέτηση μικρής δεξαμενής πόσιμου νερού. Στο εσωτερικό του πύργου θα αποκατασταθεί ξύλινη κυκλική κλίμακα που θα οδηγεί στο φανό στην απόληξη. Ο φανός στην απόληξη του πύργου θα έχει μεταλλικό σκελετό και υαλοστάσια με βάση αντίστοιχα παραδείγματα φάρων (πχ Κιτριές) ή τα ίχνη που πιθανώς να βρεθούν κατά την αρχαιολογική έρευνα. Εξωτερικά του φανού θα δημιουργηθεί εξώστης με περιμετρικό κιγκλίδωμα [Πανέτσος et al., 2010].

Οι υφιστάμενες λιθοδομές θα ενισχυθούν με ενέματα υδραυλικού ασβεστοκονιάματος. Οι νέες λιθοδομές θα ενισχύονται με διαζώματα οπλισμένου σκυροδέματος. Περιμετρικό διάζωμα οπλισμένου σκυροδέματος θα ενισχύσει το κτήριο συνολικά στη στάθμη του δώματος αλλά και στην απόληξη του πύργου. Τα νεότερα επιχρίσματα από τσιμεντοκονίαμα θα καθαριστούν και θα γίνουν νέα αρμολογήματα και επιχρίσματα από υδραυλικό ασβεστοκονίαμα. Τα κουφώματα του κτηρίου θα γίνουν από λευκή ξυλεία κατάλληλα συντηρημένη και θα είναι ελαιοχρωματισμένα. Οι θύρες θα είναι ταμπλαδωτές και τα παράθυρα γαλλικού τύπου.

Σε ότι αφορά τον περιβάλλοντα χώρο προτείνεται η επισκευή της παλαιάς στέρνας με υδραυλικό ασβεστοκονίαμα, επισκευή των ερειπίων νότια της στέρνας και διαμόρφωσή τους σε χώρο για τοποθέτηση γεννήτριας, χωροθέτηση φωτοβολταϊκών για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών του κτηρίου και χωροθέτηση μικρού απορροφητικού βόθρου [Πανέτσος et al., 2010].

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Εγκατάσταση Φωτισμού

4.1 Κριτήρια Επιλογής Φωτιστικών Σωμάτων

4.1.1 Βαθμός Προστασίας (IP)

Τα φωτιστικά σώματα χαρακτηρίζονται από έναν βαθμό προστασίας ή δείκτη στεγανότητας. Ο δείκτης στεγανότητας IP αποτελείται από δύο ψηφία. Το πρώτο ψηφίο δηλώνει την αντίσταση έναντι της εισδοχής στερεών αντικειμένων και σκόνης και παίρνει τιμές από 0 έως 6. Το δεύτερο ψηφίο δηλώνει την αντίσταση έναντι της εισροής νερού και παίρνει τιμές από 0 έως 8. Για την εγκατάσταση φωτισμού χρησιμοποιήθηκαν φωτιστικά σώματα προδιαγραφών IP55, IP65 και IP68 για να αντέξουν τη φθορά που προκαλούν οι εξωτερικοί χώροι [Ewington & Powell, 2005].



Εικόνα 69: Διάγραμμα επεξήγησης των ψηφίων του δείκτη στεγανότητας
(Πηγή: <http://www.veriquality.net/insights/what-is-ip-rating-for-the-led-product>)

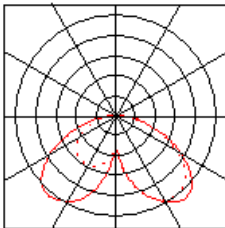


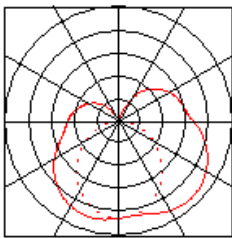


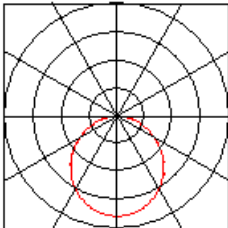
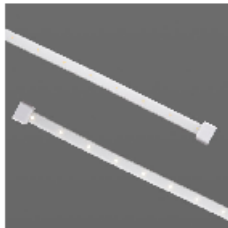
4.1.2 Θερμοκρασία Χρώματος

Η θερμοκρασία χρώματος ενός φωτιστικού σώματος μετράται στην κλίμακα Kelvin. Οι υψηλότερες θερμοκρασίες Kelvin (5000°- 6500° K) είναι αυτό που θεωρούμε ψυχρό φως και χαμηλότερες θερμοκρασίες χρώματος (2700°- 3000° K) θεωρούνται θερμό. Φωτιστικά σώματα με θερμοκρασία χρώματος μεγαλύτερη των 3000 K δημιουργούν σκληρή λάμψη διαταράσσοντας τη φυσική χλωρίδα και πανίδα και τον έναστρο ουρανό [Schulte-Römer et al., 2018]. Σε αυτήν την εγκατάσταση τα φωτιστικά σώματα έχουν ρυθμιστεί σε θερμοκρασία χρώματος 3000 K, ώστε να περιοριστεί η φωτορρύπανση που προκαλείται από τις εγκαταστάσεις (εξωτερικού χώρου κυρίως) στο περιβάλλον [Gaston et al., 2012; Πανταζής, 2002].

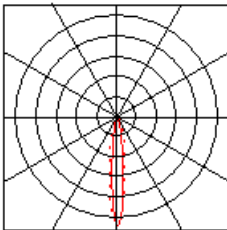
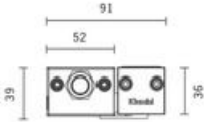

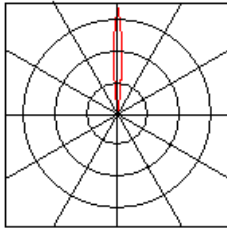
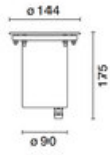

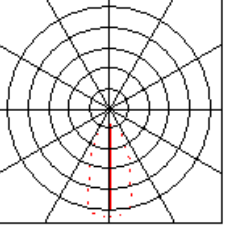
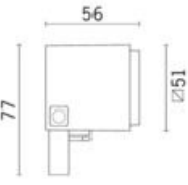

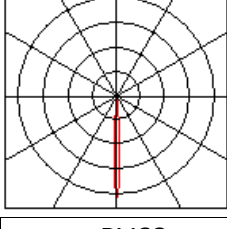
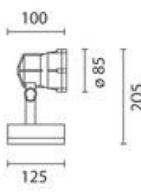

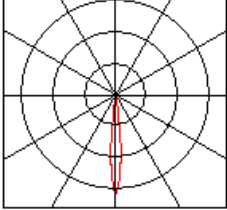
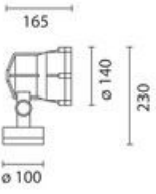

4.1.3 Τεχνικά Χαρακτηριστικά Φωτιστικών Σωμάτων

Τα φωτιστικά που χρησιμοποιήθηκαν με τα πολικά τους διαγράμματα, τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους, τις τομές και τις όψεις τους ακολουθούν στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 3: Τεχνικά Χαρακτηριστικά Φωτιστικών Σωμάτων

Όνομα	Νούμερο	Ισχύς [W]	Λαμπτήρες
Fiamma	AET7	52	1xLED WARM WHITE 46 W
			
Underscore InOut - Side Bend 6 mm	E659	2,1	1xLED 2.1 W
			
LED it Strip	4039303012	3,7	1xLED Modul 830 3.7 W
			

Πίνακας 3: Τεχνικά Χαρακτηριστικά Φωτιστικών Σωμάτων

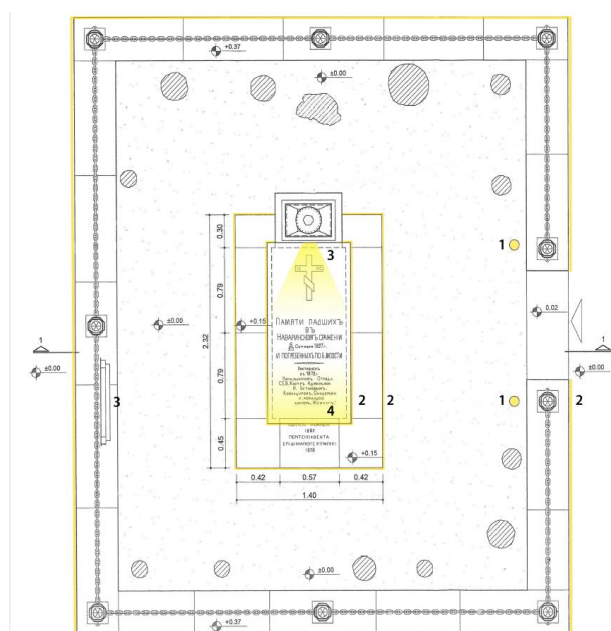
Όνομα	Νούμερο	Ισχύς [W]	Λαμπτήρες
Linealuce Mini 37 - surface	BL36	6,8	1xLED NEUTRAL (nr.6) 5.9 W
			
Light Up Earth	E111_X197	9	1xLED 3000K 6.6 W
			
iPro	BJ88	4,5	1xLED 4.5 W
			
MiniWoody	E197	10,7	1xLED 8 W
			
Woody	BV68	19	1xLED 11 W
			

4.2 Εγκατάσταση Φωτισμού και Προσομοίωση με το Πρόγραμμα Relux

4.2.1 Μνημείο Ρώσων στη Σφακτηρία (1872)

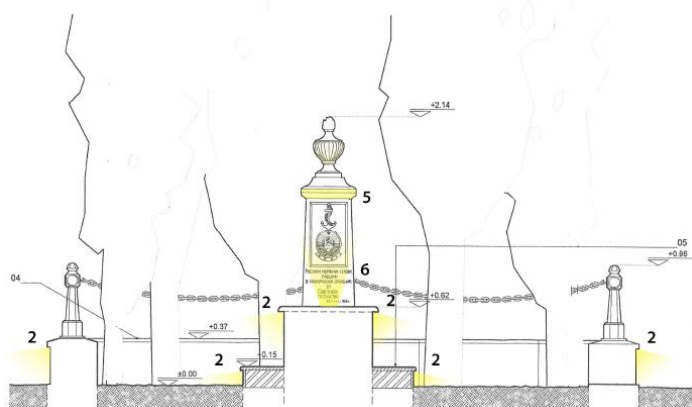
Το συγκεκριμένο μνημείο αποτελεί ένα σύμπλεγμα διαφορετικών αρχιτεκτονικών στοιχείων, τα οποία για να αναδειχθούν απαιτούν τη χρήση διαφορετικών τεχνικών φωτισμού. Στόχοι της επέμβασης είναι να τονιστούν τα όρια-αναβαθμοί, να μπορούν να διαβάζονται οι επιγραφές και να σηματοδοτηθεί η είσοδος. Επίσης, να αναδειχθούν τα αρχιτεκτονικά στοιχεία του μνημείου και να τονιστεί το μήνυμα που ήθελε να περάσει ο καλλιτέχνης με τον σχεδιασμό του μνημείου. Τέλος, για το φωτισμό των επιγραφών του μνημείου και την ανάδειξη της θέσης του επιλέχθηκε η χρήση τεχνικών φωτισμού εστίασης από κάτω προς τα πάνω, τονισμού και ανάδειξης επιφάνειας.

Η εγκατάσταση φωτισμού βασίστηκε στην παρακάτω πρόταση:



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

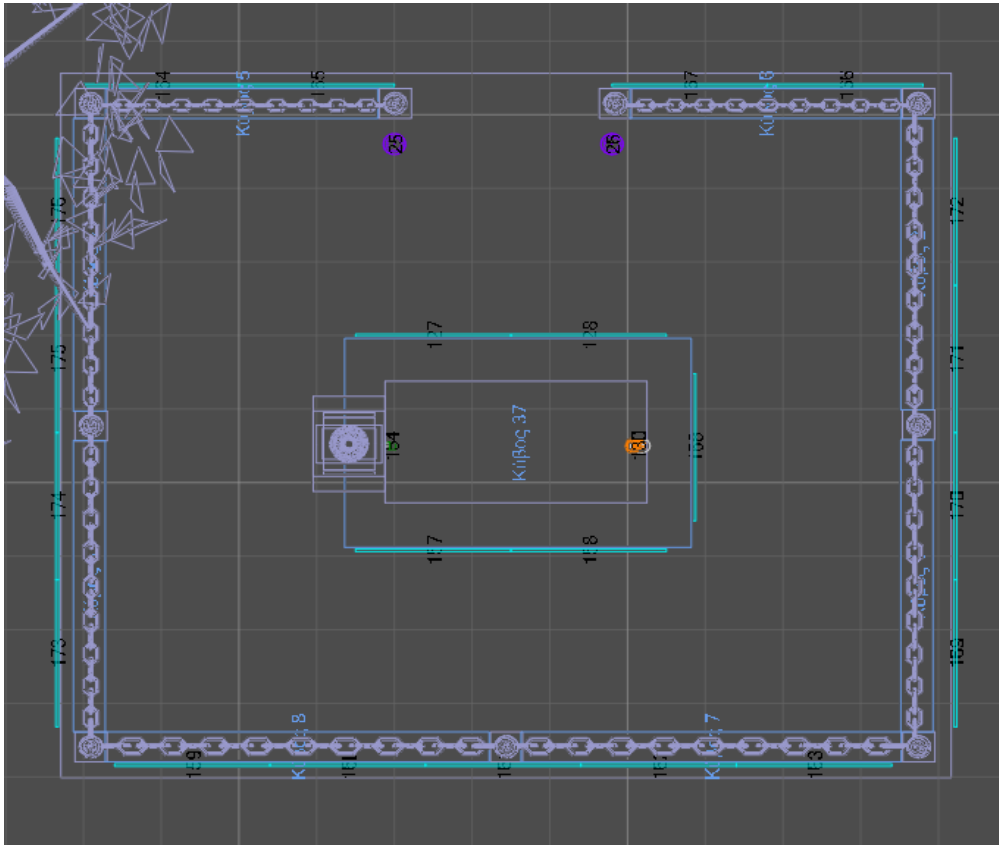
1. Φωτισμός από κάτω προς τα επάνω (Up lighting)
2. Κρυφός φωτισμός (ανάδειξη ορίου)
3. Φωτισμός εστίασης (Spotlighting)
4. Φωτισμός ανάδειξης επιφάνειας
5. Φωτισμός τονισμού (Accent lighting)
6. Φωτισμός εστίασης - από κάτω προς τα επάνω (Spotlighting - Up lighting)



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

1. Φωτισμός από κάτω προς τα επάνω (Up lighting)
2. Κρυφός φωτισμός (ανάδειξη ορίου)
3. Φωτισμός εστίασης (Spotlighting)
4. Φωτισμός ανάδειξης επιφάνειας
5. Φωτισμός τονισμού (Accent lighting)
6. Φωτισμός εστίασης - από κάτω προς τα επάνω (Spotlighting - Up lighting)

Εικόνα 70: Πρόταση φωτισμού για το μνημείο των Ρώσων



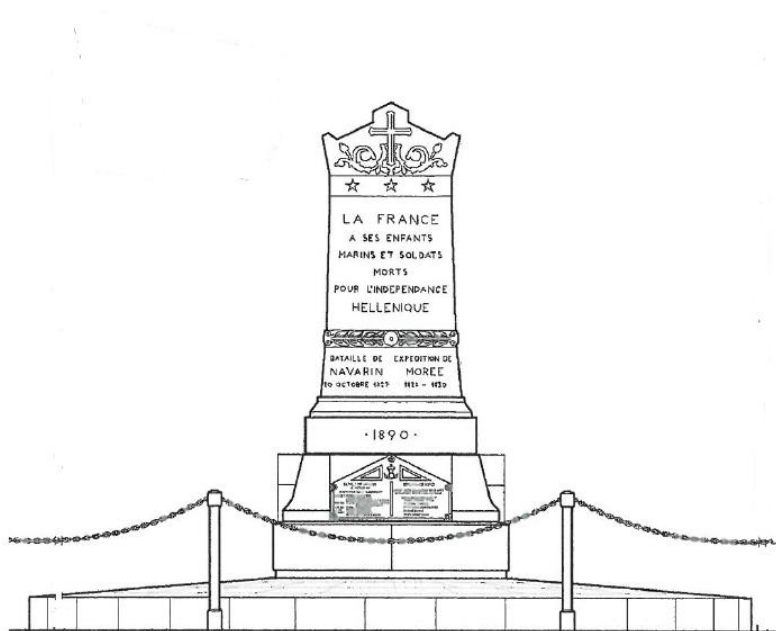
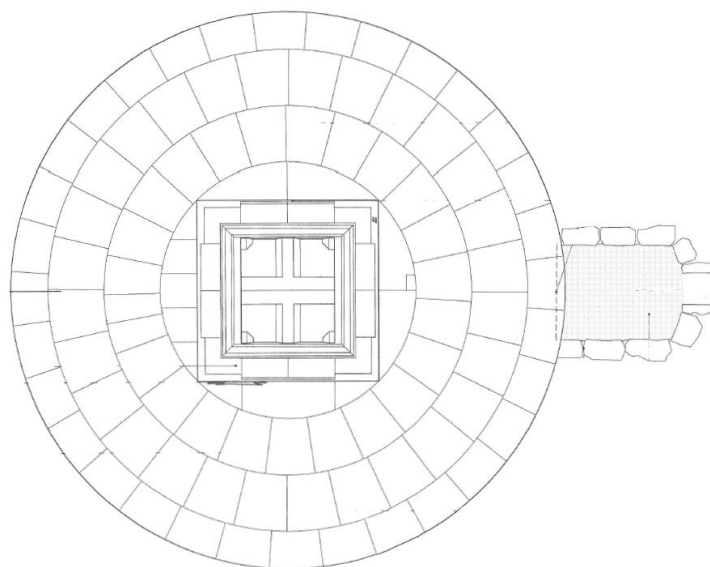
Εικόνα 71: Κάτοψη με τις θέσεις των φωτιστικών και διαφορετικό χρώμα ανά τύπο φωτιστικού



Εικόνα 72: Προσομοίωση εγκατάστασης φωτισμού με το πρόγραμμα Relux

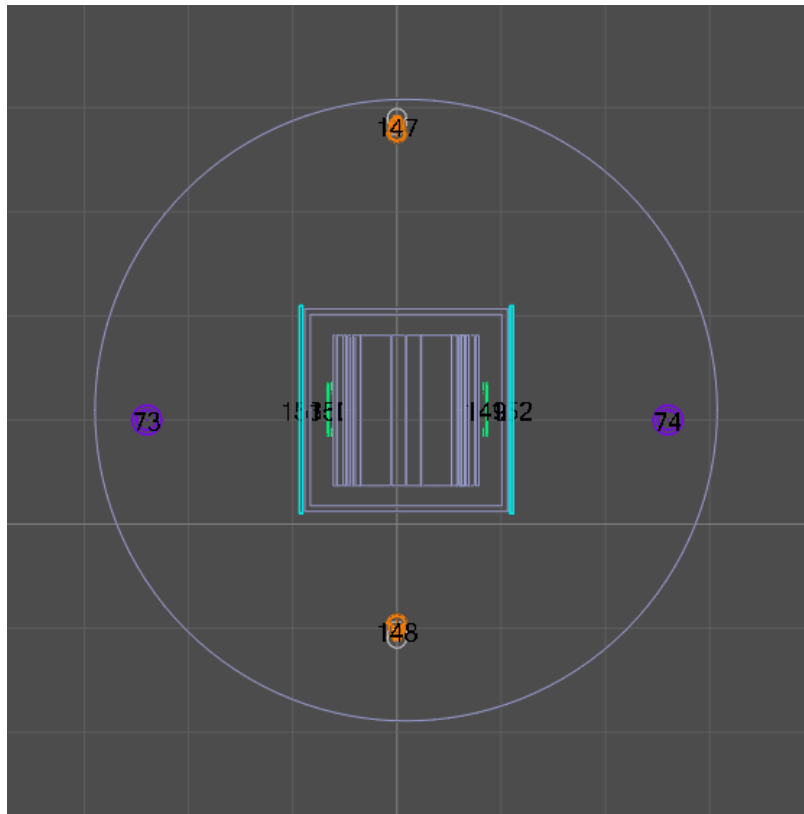
4.2.2 Μνημείο Γάλλων στη Νησίδα Πύλο (Φανάρι ή Τσιχλί-Μπαμπά) (1890)

Τα χαρακτηριστικά της αρχιτεκτονικής σύνθεσης του μνημείου οδήγησαν στη λήψη των αποφάσεων για τη θέση και το είδος των φωτεινών πηγών που επιλέχθηκαν. Την κυκλική συμμετρία της βάσης σηματοδοτούν δύο φωτιστικά χωνευτά στο έδαφος και δύο προβολείς για το φωτισμό των επιγραφών του μνημείου. Στη συνέχεια, οι αναβαθμοί του μνημείου τονίζονται με τη χρήση κρυφού φωτισμού. Γενικά, για την ανάδειξη της θέσης του, επιλέχθηκε η χρήση τεχνικών φωτισμού εστίασης από κάτω προς τα πάνω, τονισμού και ανάδειξης επιφάνειας.

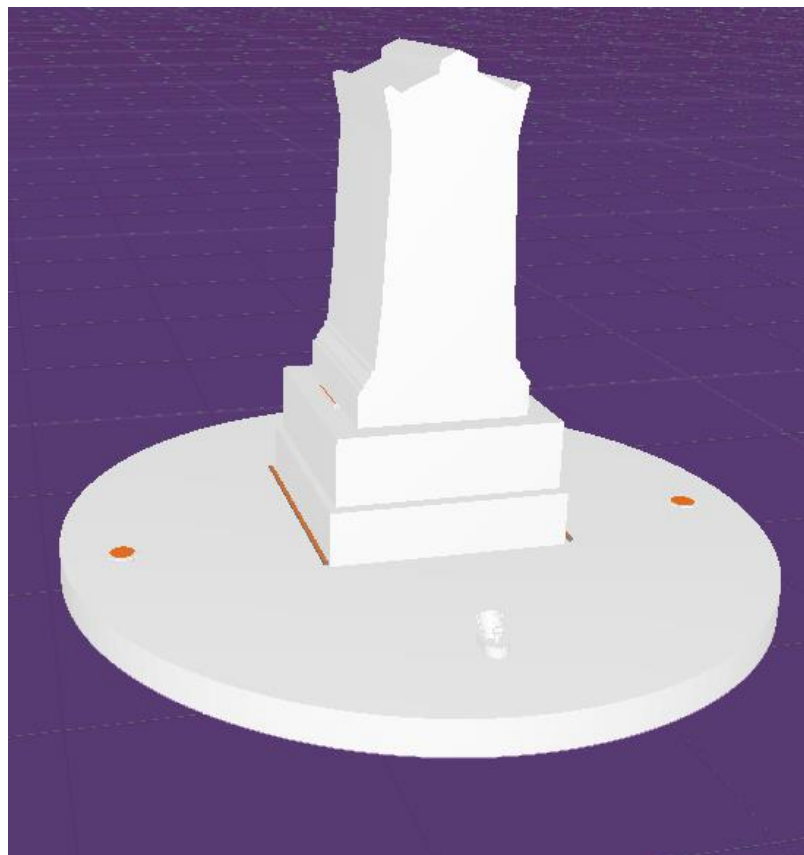


Εικόνα 73: Κάτοψη και Όψη του μνημείου των Γάλλων

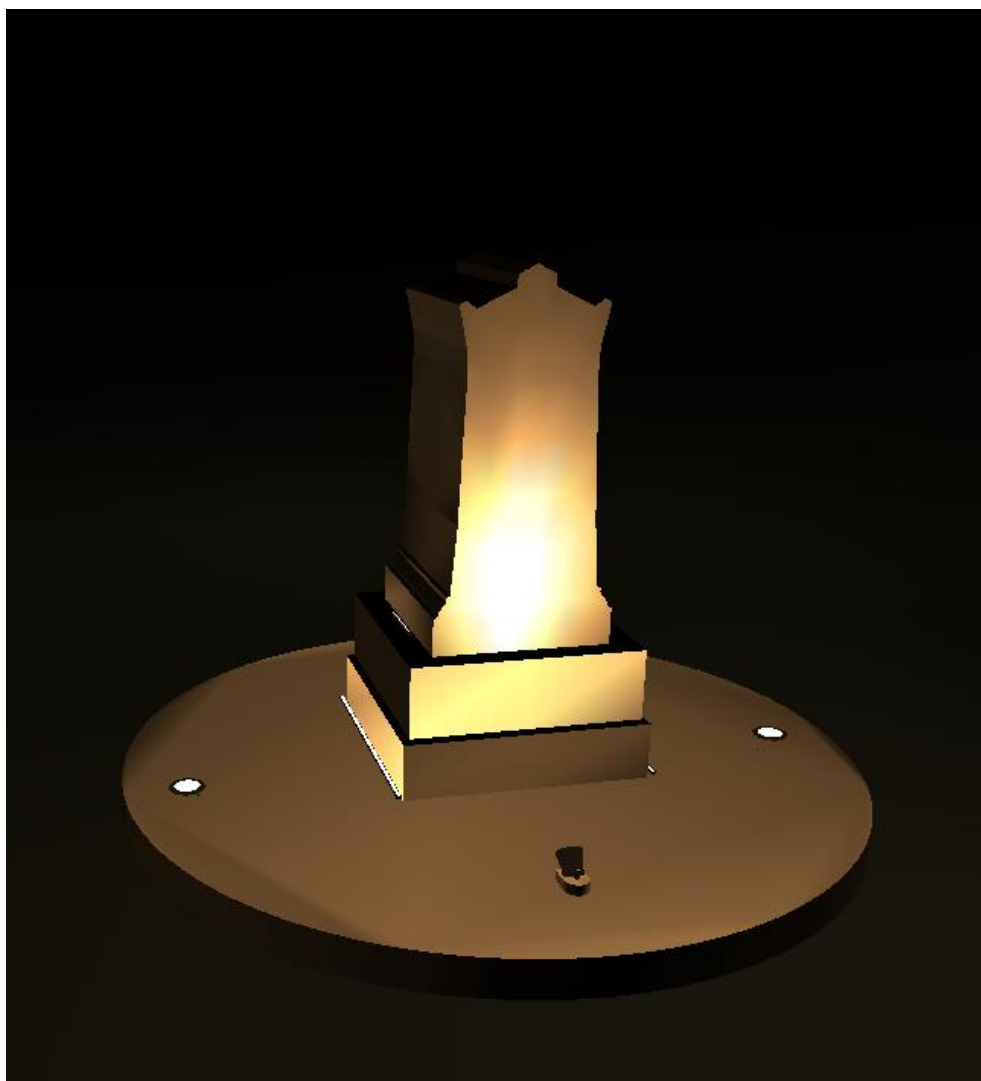
(Πηγή: Πανέτσος et al., 2010)



Εικόνα 74: Κάτοψη με τις θέσεις των φωτιστικών και διαφορετικό χρώμα ανά τύπο φωτιστικού



Εικόνα 75: Εγκατάσταση φωτισμού

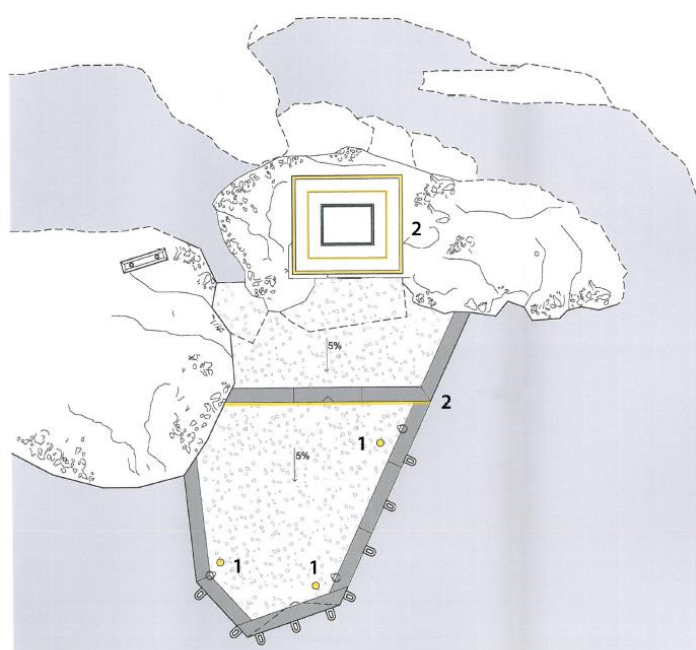


Εικόνα 76: Προσομοίωση εγκατάστασης φωτισμού με το πρόγραμμα Relux

4.2.3 Μνημείο Σανταρόζα στη Σφακτηρία (1926)

Τα χαρακτηριστικά της αρχιτεκτονικής σύνθεσης του μνημείου οδήγησαν στη λήψη των αποφάσεων για τη θέση και το είδος των φωτεινών πηγών που επιλέχθηκαν. Η άκρη της προβλήτας σηματοδοτείται με δύο φωτιστικά χωνευτά στο έδαφος. Στη συνέχεια, το σκαλοπάτι της προβλήτας και οι αναβαθμοί του μνημείου τονίζονται με τη χρήση κρυφού φωτισμού, ενώ παράλληλα φωτίζεται η σημαία. Τέλος, για το φωτισμό των επιγραφών του μνημείου και την ανάδειξη της περίτεχνης στέψης του επιλέχθηκε η χρήση τεχνικών φωτισμού εστίασης από κάτω προς τα πάνω, τονισμού και ανάδειξης επιφάνειας.

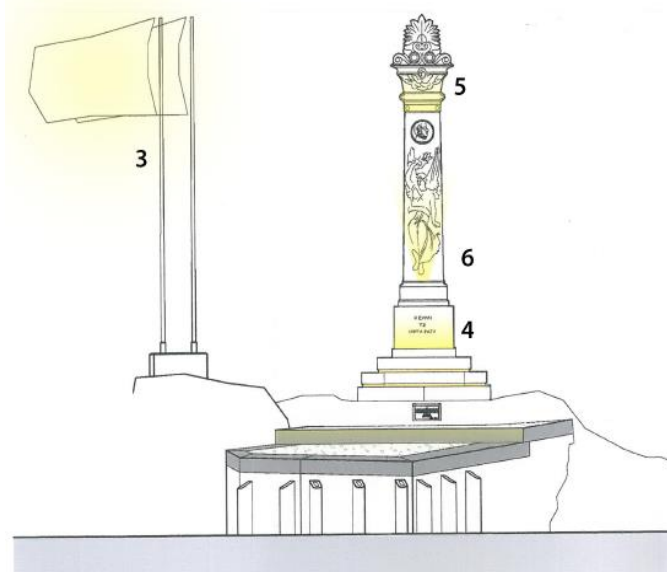
Η εγκατάσταση φωτισμού βασίστηκε στην παρακάτω πρόταση:



ΚΑΤΩΨΗ

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

1. Φωτισμός από κάτω προς τα επάνω (Up lighting)
2. Κρυφός φωτισμός (ανάδειξη ορίου)
3. Φωτισμός εστίασης (Spotlighting)
4. Φωτισμός ανάδειξης επιφάνειας
5. Φωτισμός τονισμού (Accent lighting)
6. Φωτισμός εστίασης - από κάτω προς τα επάνω (Spotlighting - Up lighting)

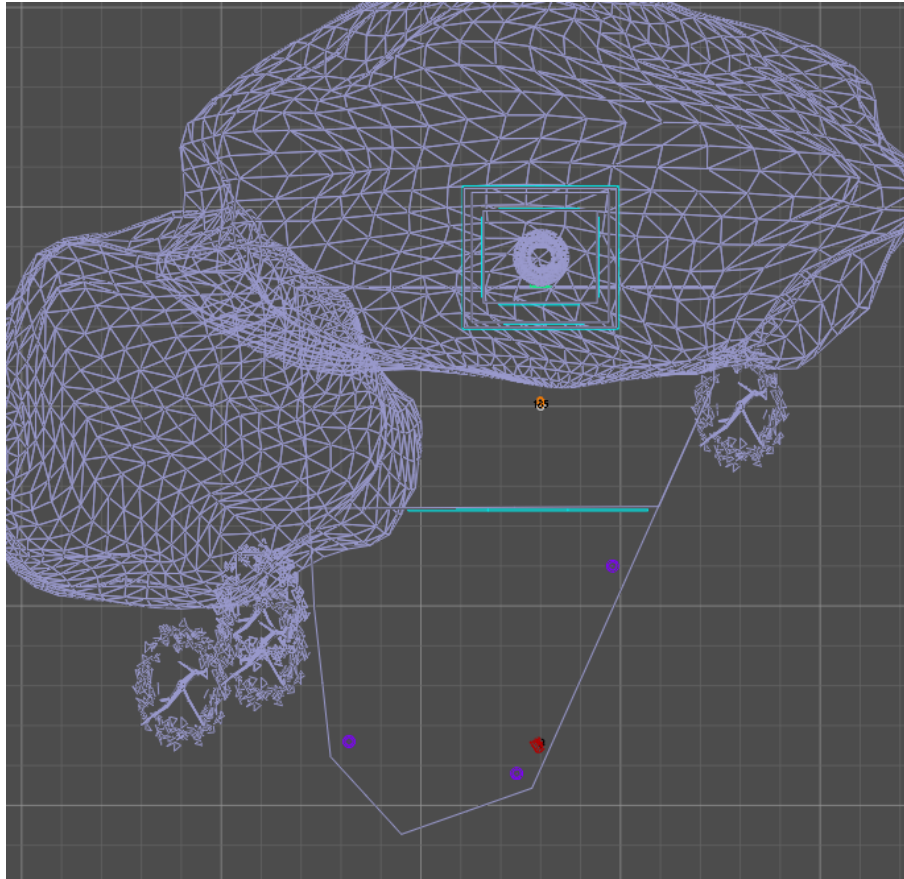


ΚΥΡΙΑ ΟΨΗ

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

1. Φωτισμός από κάτω προς τα επάνω (Up lighting)
2. Κρυφός φωτισμός (ανάδειξη ορίου)
3. Φωτισμός εστίασης (Spotlighting)
4. Φωτισμός ανάδειξης επιφάνειας
5. Φωτισμός τονισμού (Accent lighting)
6. Φωτισμός εστίασης - από κάτω προς τα επάνω (Spotlighting - Up lighting)

Εικόνα 77: Πρόταση φωτισμού για το μνημείο Σανταρόζα



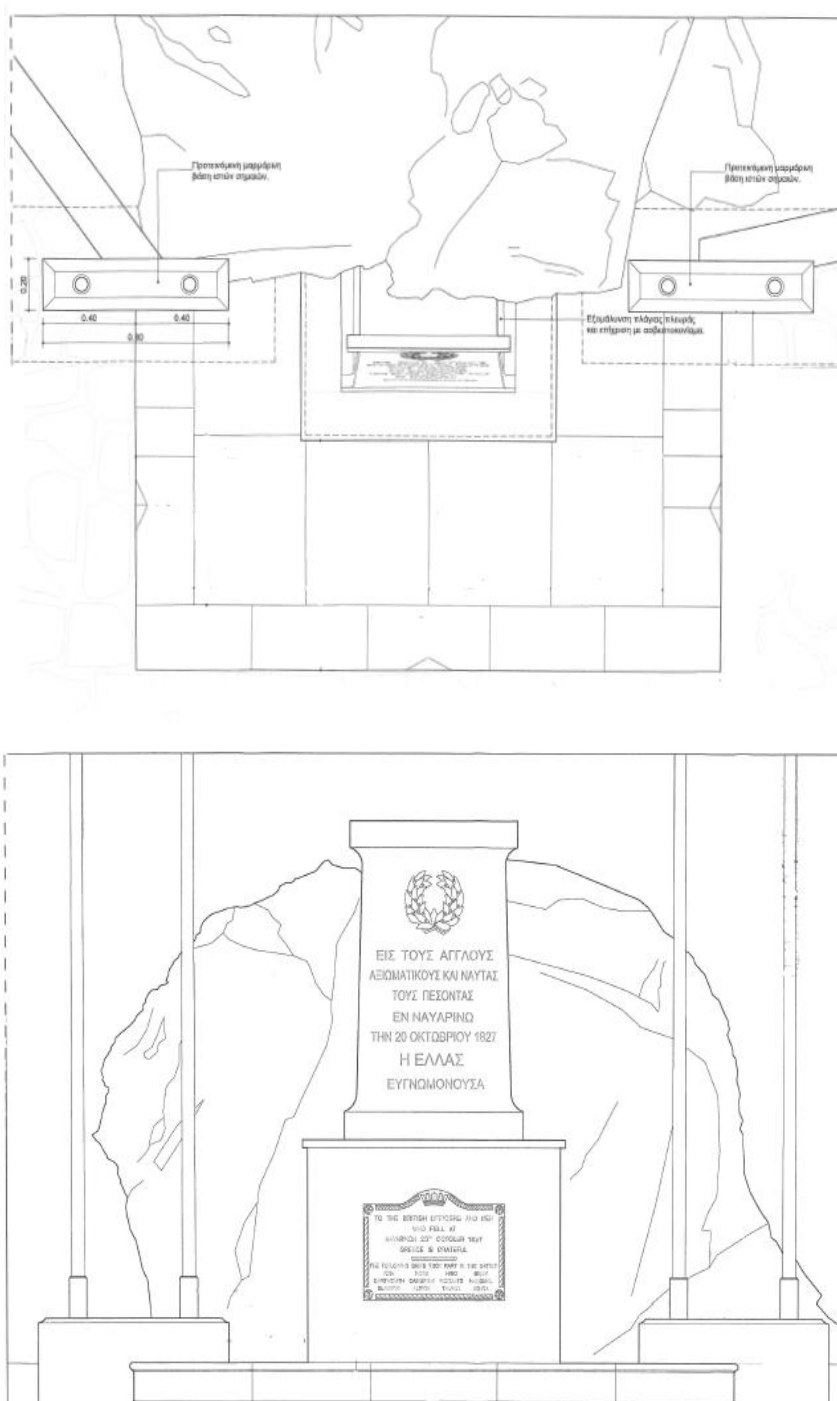
Εικόνα 78: Κάτοψη με τις θέσεις των φωτιστικών και διαφορετικό χρώμα ανά τύπο φωτιστικού



Εικόνα 79: Προσομοίωση εγκατάστασης φωτισμού με το πρόγραμμα Relux

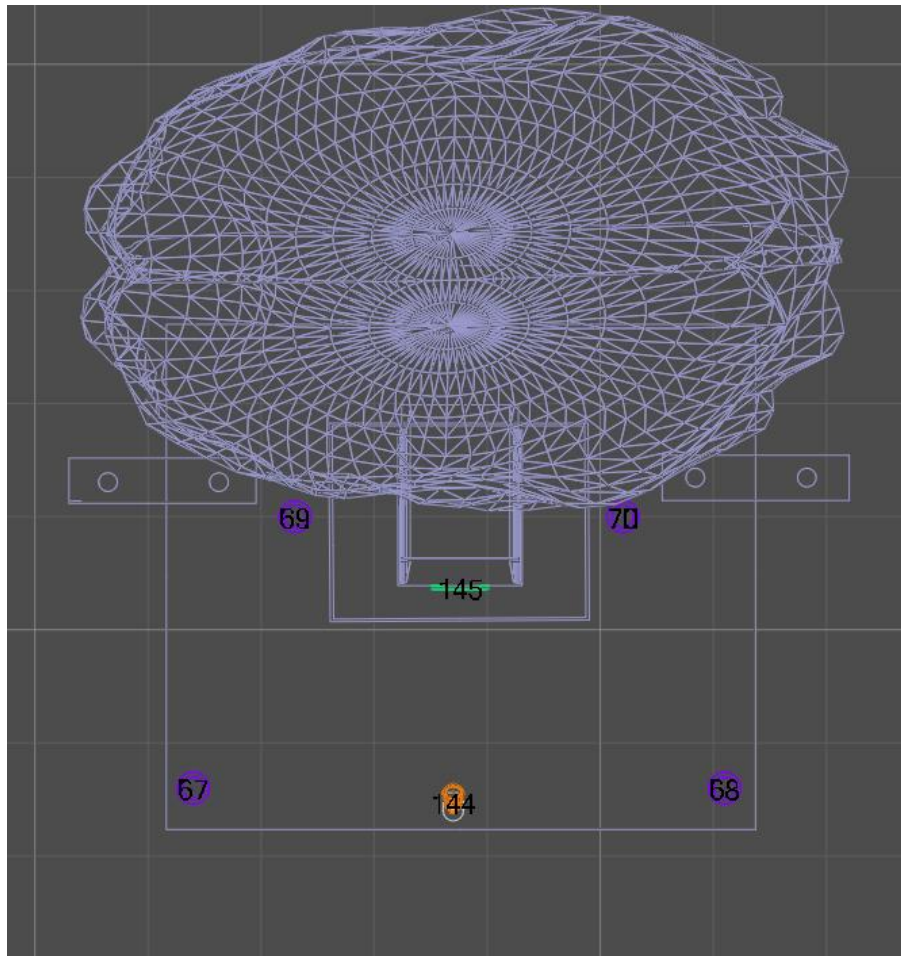
4.2.4 Μνημείο Άγγλων στη Νησίδα Χελωνήσι (Μαραθονήσι) (1927)

Τα χαρακτηριστικά της αρχιτεκτονικής σύνθεσης του μνημείου οδήγησαν στη λήψη των αποφάσεων για τη θέση και το είδος των φωτεινών πηγών που επιλέχθηκαν. Οι άκρες της βάσης σηματοδοτούνται με φωτιστικά χωνευτά στο έδαφος. Στη συνέχεια, οι αναβαθμοί του μνημείου τονίζονται με τη χρήση κρυφού φωτισμού. Τέλος, για το φωτισμό των επιγραφών του μνημείου και την ανάδειξη της θέσης του επιλέχθηκε η χρήση τεχνικών φωτισμού εστίασης, από κάτω προς τα πάνω, τονισμού και ανάδειξης επιφάνειας.

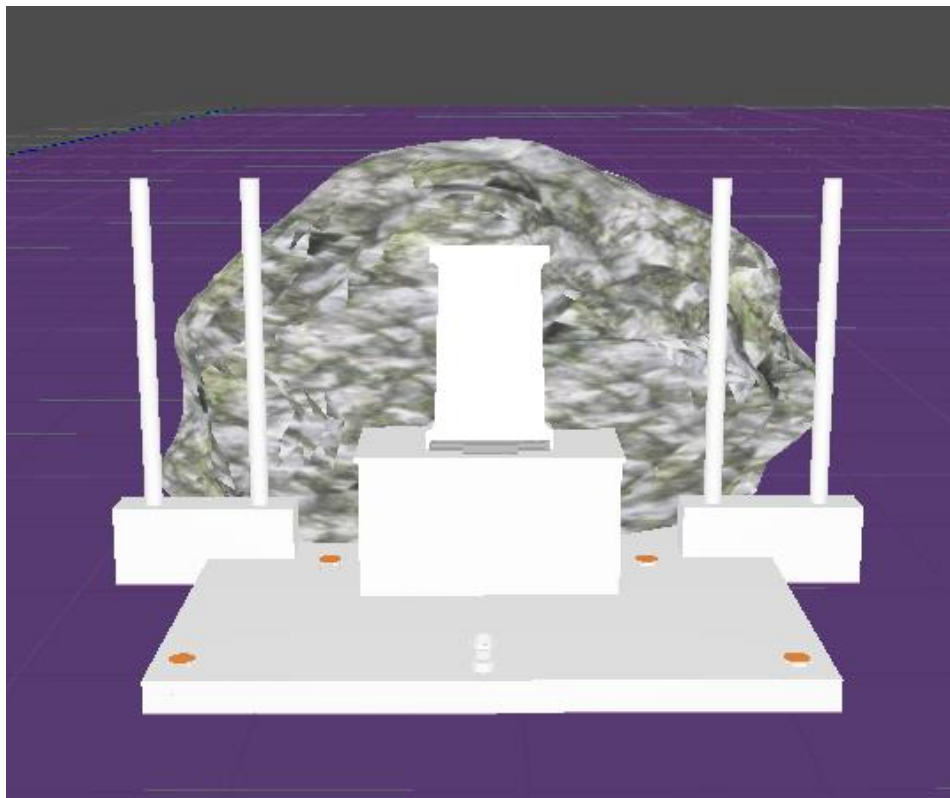


Εικόνα 80: Κάτοψη και Όψη του μνημείου των Άγγλων

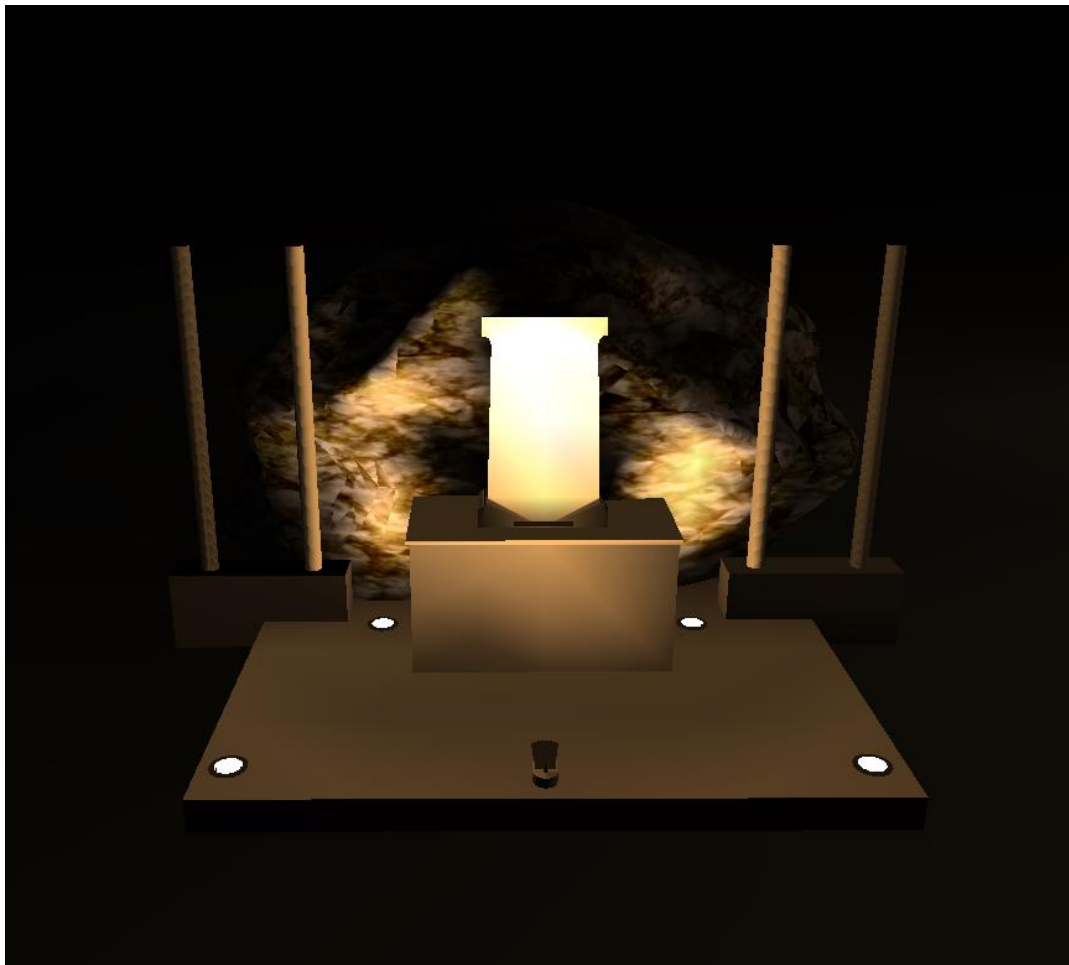
(Πηγή: Πανέτσος et al., 2010)



Εικόνα 81: Κάτοψη με τις θέσεις των φωτιστικών και διαφορετικό χρώμα ανά τύπο φωτιστικού



Εικόνα 82: Εγκατάσταση φωτισμού

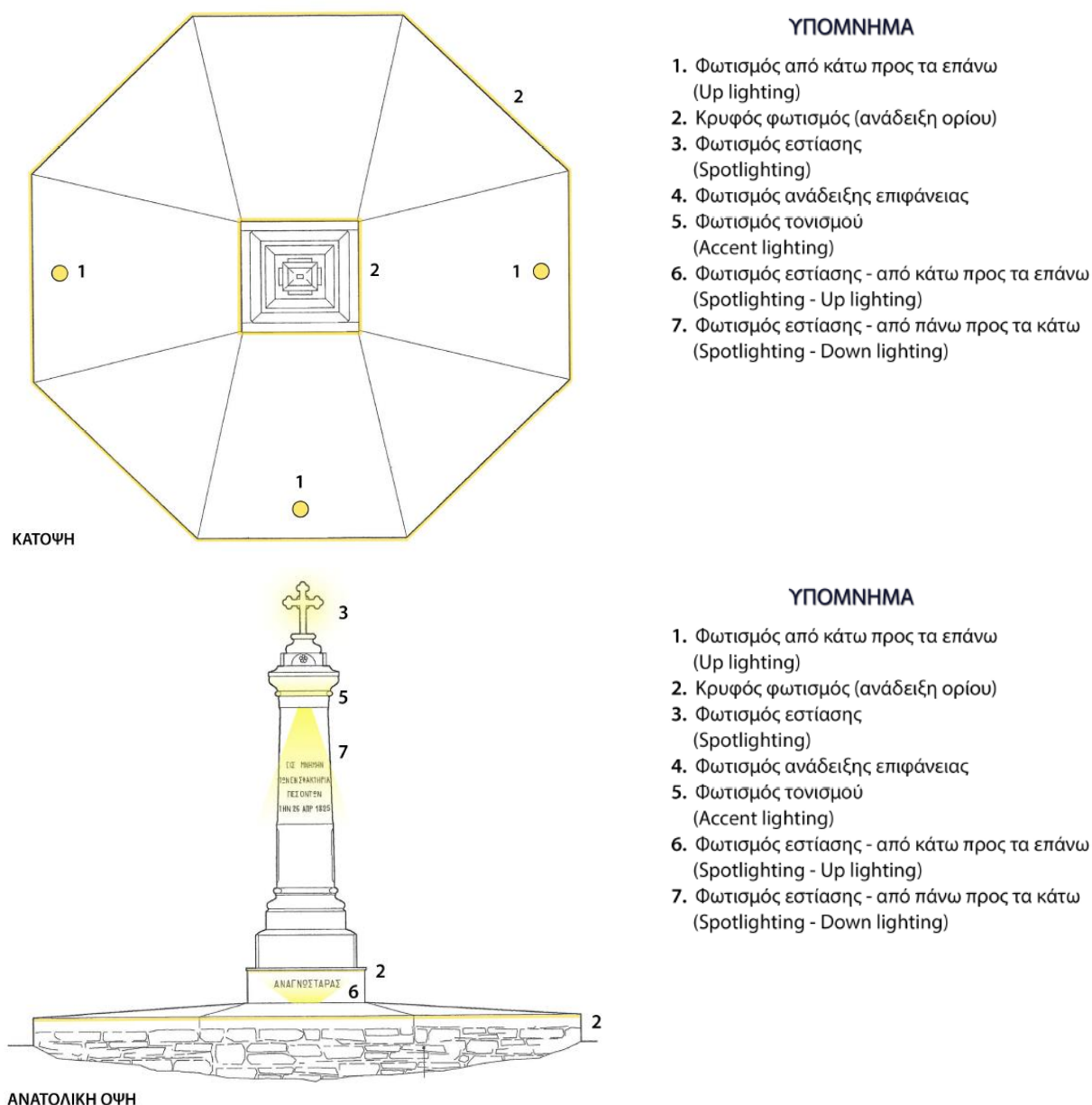


Εικόνα 83: Προσομείωση εγκατάστασης φωτισμού με το πρόγραμμα Relux

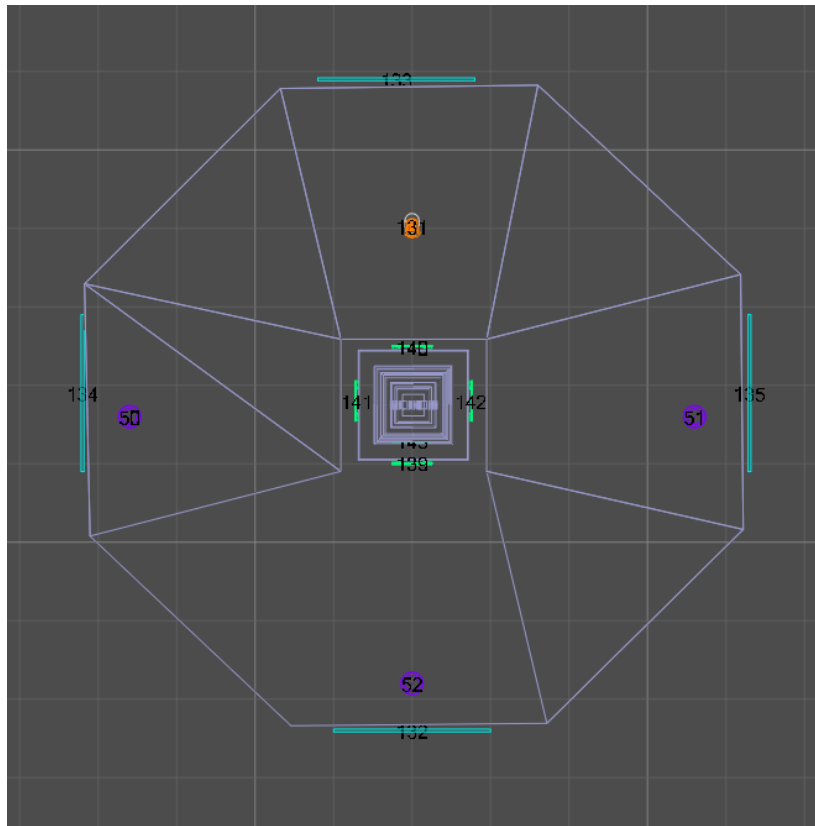
4.2.5 Μνημείο Ελλήνων (Σαχίνη, Αναγνωσταρά, Τσαμαδού) στη Σφακτηρία (1959)

Το συγκεκριμένο μνημείο χαρακτηρίζεται από την απλότητα και την αξονικότητα της αρχιτεκτονικής σύνθεσης. Επιλέχθηκε να τονιστούν τα αρχιτεκτονικά στοιχεία της στήλης με φωτισμό τονισμού. Παράλληλα, η σηματοδότηση των ορίων (οκτάγωνη βάση μνημείου και πρώτος αναβαθμός στήλης) καθιστά πιο δεσπόζουσα τη θέση του. Τέλος, για το φωτισμό των επιγραφών του μνημείου και την ανάδειξη της θέσης του επιλέχθηκε η χρήση τεχνικών φωτισμού εστίασης, από κάτω προς τα πάνω, τονισμού και ανάδειξης επιφάνειας.

Η εγκατάσταση φωτισμού βασίστηκε στην παρακάτω πρόταση:



Εικόνα 84: Πρόταση φωτισμού για το μνημείο των Ελλήνων



Εικόνα 85: Κάτοψη με τις θέσεις των φωτιστικών και διαφορετικό χρώμα ανά τύπο φωτιστικού



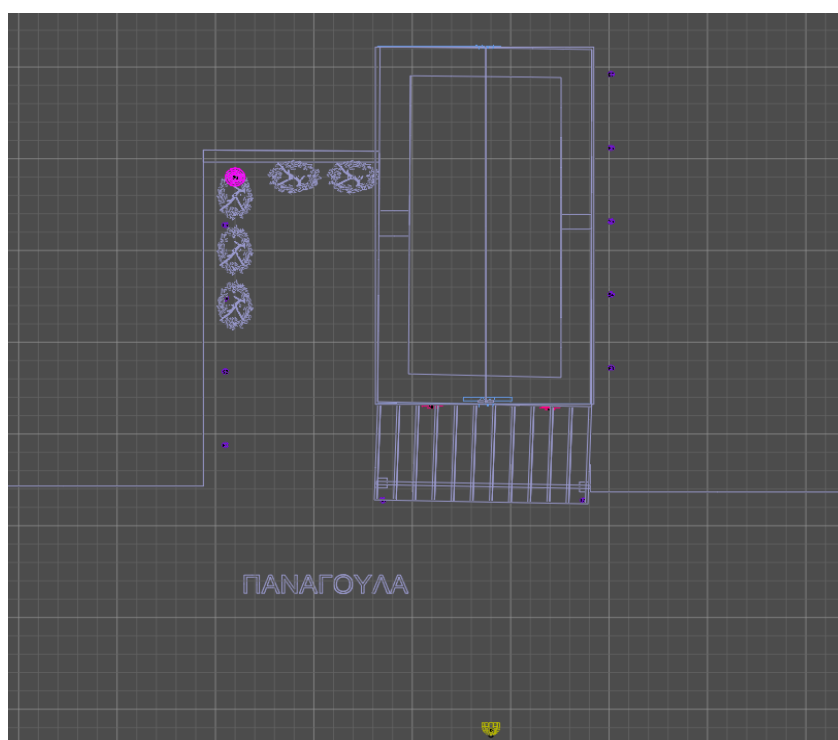
Εικόνα 86: Προσομοίωση εγκατάστασης φωτισμού με το πρόγραμμα Relux

4.2.6 Ναός Αναλήψεως (Παναγούλα)

Ο φωτισμός της εκκλησίας βασίζεται στην απλή αρχιτεκτονική της σύνθεση και αρχικά στοχεύει στο να αναδείξει το νέο στέγαστρο και τη στέγη από ημικολυμβητά βυζαντινά κεραμίδια. Ο επανατοποθετημένος μεταλλικός σταυρός τονίζεται με φωτισμό εστίασης και η είσοδος της εκκλησίας με φωτισμό από πάνω προς τα κάτω. Με φωτισμό από κάτω προς τα πάνω αναδεικνύεται η νότια όψη της εκκλησίας και ο βόρειος περίβολος.



Εικόνα 87: Εγκατάσταση φωτισμού



Εικόνα 88: Κάτοψη με τις θέσεις των φωτιστικών και διαφορετικό χρώμα ανά τύπο φωτιστικού



Εικόνα 89: Προσομοίωση εγκατάστασης φωτισμού με το πρόγραμμα Relux

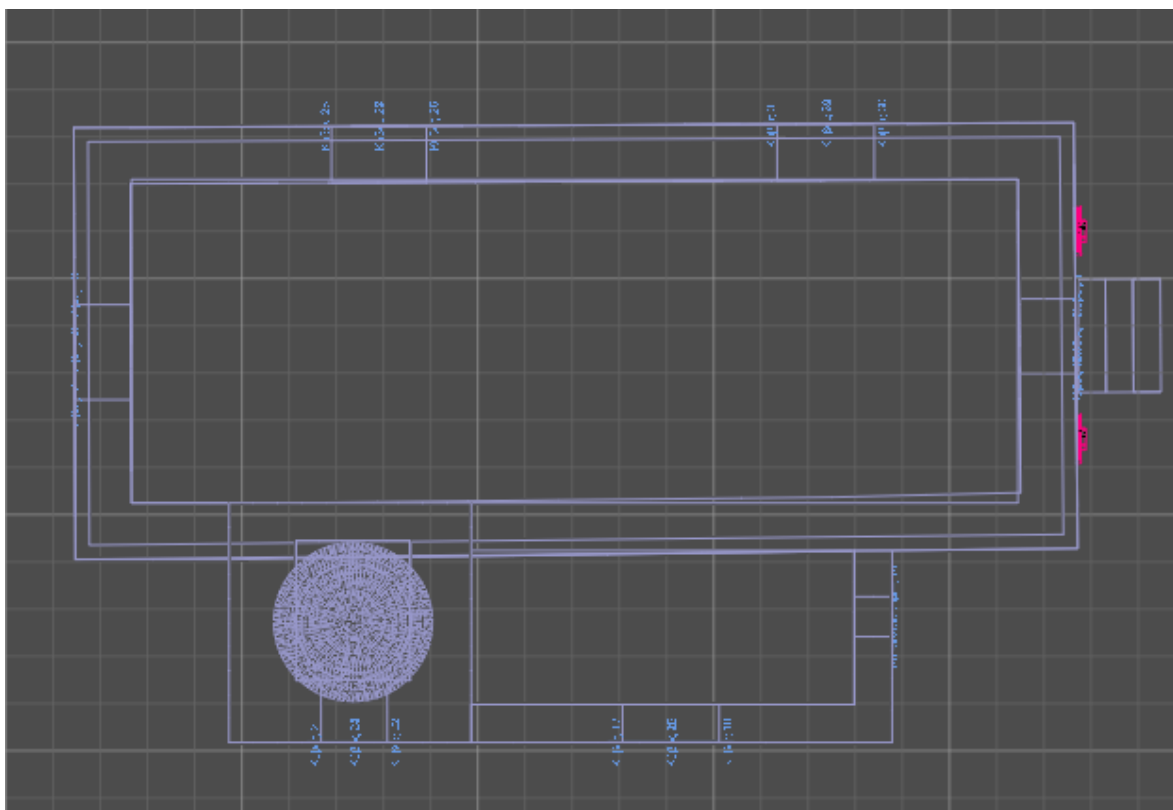
4.2.7 Φάρος στη Νησίδα Πύλο

Ο Φάρος στο νότιο άκρο της νησίδας Τσιγλί-μπαμπά φωτίστηκε με κύριο μέλημα τη λειτουργικότητα. Τα χαρακτηριστικά της αρχιτεκτονικής σύνθεσης του μνημείου οδήγησαν στη λήψη των αποφάσεων για τη θέση και το είδος των φωτεινών πηγών που επιλέχθηκαν. Δύο φωτιστικά με φωτισμό από πάνω προς τα κάτω τοποθετούνται δεξιά και αριστερά της εισόδου τονίζοντας ταυτόχρονα το ανάγλυφο του οικήματος.



Εικόνα 90: Όψεις του Φάρου

(Πηγή: Πανέτσος et al., 2010)



Εικόνα 91: Κάτοψη με τις θέσεις των φωτιστικών



Εικόνα 92: Προσομοίωση εγκατάστασης φωτισμού με το πρόγραμμα Relux

4.3 Ανάλυση Κόστους Εγκατάστασης Φωτισμού

Ένα σύστημα φωτισμού πρέπει να μελετάται και ως προς την οικονομική του βιωσιμότητα. Η οικονομική ανάλυση ενός συστήματος φωτισμού παίζει σημαντικό ρόλο στην απόφαση για την εγκατάσταση ή μη ενός συστήματος. Ωστόσο, τα οικονομικά κριτήρια δεν πρέπει να δρουν ανταγωνιστικά με τα αισθητικά και οπτικά, που επίσης πρέπει να λαμβάνει υπόψιν του ο σχεδιαστής.

Η οικονομική ανάλυση ενός συστήματος φωτισμού πρέπει να λαμβάνει υπ' όψιν όλα τα κόστη που σχετίζονται με την αγορά, την εγκατάσταση, τη λειτουργία και τη συντήρησή του. Το συνολικό κόστος ενός συστήματος φωτισμού αποτελείται από:

- ο το αρχικό κόστος αγοράς και εγκατάστασης
- ο το κόστος της καταναλισκόμενης ενέργειας
- ο το κόστος συντήρησης

Στην παρούσα επέμβαση το κόστος της καταναλισκόμενης ενέργειας θα ληφθεί μηδενικό καθώς η νήσος Σφακτηρία δεν είναι διασυνδεδεμένη σε δίκτυο της ΔΕΗ και η τροφοδότησή της θα πραγματοποιηθεί μέσω αυτόνομης φωτοβολταϊκής εγκατάστασης.

Τα φωτιστικά σώματα που επιλέχθηκαν είναι LED, οπότε το κόστος συντήρησης λαμβάνεται μηδενικό. Τα σώματα τεχνολογίας LED φθίνουν σε απόδοση με την πάροδο του χρόνου καθώς ολοκληρώνεται ο κύκλος ζωής τους. Για τα φωτιστικά σώματα της εταιρίας iGuzzini, ο κύκλος ζωής κυμαίνεται από 97.000 έως 100.000 ώρες¹ με βάση τα τεχνικά τους χαρακτηριστικά. Για το φωτιστικό σώμα της εταιρίας RZB, ο κύκλος ζωής λαμβάνεται 35.000 ώρες.² Καθώς η παρούσα μελέτη πραγματοποιείται σε βάθος εικοσαετίας, με καθημερινή λειτουργία 12 ωρών, απαιτεί 87.600 ώρες κύκλο ζωής (20 έτη · 365 μέρες · 12 ώρες = 87.600). Την τιμή αυτή υπερκαλύπτουν τα φωτιστικά σώματα της iGuzzini, ενώ χρειάζονται 3 της εταιρίας RZB. Τα παραπάνω δεδομένα λαμβάνονται υπόψιν στην τελική ανάλυση κόστους. Το κόστος των φωτιστικών στοιχείων προσδιορίστηκε κατόπιν προσωπικής επικοινωνίας με τις εταιρίες.

Ακολουθούν οι αναλύσεις ισχύος και κόστους για κάθε μνημείο.

Πίνακας 4: Ισχύς εγκατάστασης φωτισμού μνημείου Ρώσων

Μνημείο Ρώσων				
Πλήθος	Εταιρία	Όνομα	Ισχύς ανά φωτιστικό [W]	Συνολική Ισχύς [W]
1	iGuzzini	MiniWoody	10,7	10,7
2	iGuzzini	Light Up Earth	9	18
22	RZB	LED it Strip	3,7	81,4
1	iGuzzini	iPro	4,5	4,5
				114,6

¹ https://relux.com/en/search/datasheet/iguzzini/igz___woody/igz___e197/---/0001/13-4350-0-820-_-98000-3000k-auto_444.html

² <https://www.rzb.de/en/products/catalogue/indoor-lighting/led-linear-systems/led-it-strip/982520-002/>

Πίνακας 5: Ανάλυση κόστους μνημείου Ρώσων (€)

Μνημείο Ρώσων						
Όνομα	Τιμή Φωτιστικού	Συνολικό Κόστος	Εξοπλισμός Εγκατάστασης Ανά Φωτιστικό	Συνολικός Εξοπλισμός	Πάγιος Εξοπλισμός	Συνολικό Κόστος
MiniWoody	235,20	235,20	43,10	43,10	0	278,30
Light Up Earth	315,00	630,00	34,30	68,60	96,60	795,20
LED it Strip	100,00	2.200,00	0	0	0	6.600,00
iPro	168,70	168,70	0	0	64,40	233,10
						7.906,60

Πίνακας 6: Ισχύς εγκατάστασης φωτισμού μνημείου Γάλλων

Μνημείο Γάλλων				
Πλήθος	Εταιρία	Όνομα	Ισχύς ανά φωτιστικό [W]	Συνολική Ισχύς [W]
2	iGuzzini	MiniWoody	10,7	21,4
2	iGuzzini	Light Up Earth	9	18
2	iGuzzini	Underscore InOut	2,1	4,2
2	RZB	LED it Strip	3,7	7,4
				51

Πίνακας 7: Ανάλυση κόστους μνημείου Γάλλων (€)

Μνημείο Γάλλων						
Όνομα	Τιμή Φωτιστικού	Συνολικό Κόστος	Εξοπλισμός Εγκατάστασης Ανά Φωτιστικό	Συνολικός Εξοπλισμός	Πάγιος Εξοπλισμός	Συνολικό Κόστος
MiniWoody	235,20	470,40	41,30	82,60	0	553,00
Light Up Earth	315,00	630,00	34,30	68,60	96,60	795,20
Underscore InOut	56,00	112,00	279,30	558,60	0	670,60
LED it Strip	100,00	200,00	0	0	0	600,00
						2.618,80

Πίνακας 8: Ισχύς εγκατάστασης φωτισμού μνημείου Σανταρόζα

Μνημείο Σανταρόζα				
Πλήθος	Εταιρία	Όνομα	Ισχύς ανά φωτιστικό [W]	Συνολική Ισχύς [W]
1	iGuzzini	MiniWoody	10,7	10,7
3	iGuzzini	Light Up Earth	9	27
1	iGuzzini	Woody	19	19
1	iGuzzini	Underscore InOut	2,1	2,1
16	RZB	LED it Strip	3,7	59,2
				118

Πίνακας 9: Ανάλυση κόστους μνημείου Σανταρόζα (€)

Μνημείο Σανταρόζα						
Όνομα	Τιμή Φωτιστικού	Συνολικό Κόστος	Εξοπλισμός Εγκατάστασης Ανά Φωτιστικό	Συνολικός Εξοπλισμός	Πάγιος Εξοπλισμός	Συνολικό Κόστος
MiniWoody	235,20	235,20	43,10	43,10	0	278,30
Light Up Earth	315,00	945,00	34,30	102,90	96,60	1.144,50
Woody	565,60	565,60	0	0	232,40	798,00
Underscore InOut	56,00	56,00	279,30	279,30	0	335,30
LED it Strip	100,00	1.600,00	0	0	0	4.800,00
						7.356,10

Πίνακας 10: Ισχύς εγκατάστασης φωτισμού μνημείου Άγγλων

Μνημείο Άγγλων				
Πλήθος	Εταιρία	Όνομα	Ισχύς ανά φωτιστικό [W]	Συνολική Ισχύς [W]
4	iGuzzini	Light Up Earth	9	36
1	iGuzzini	Underscore InOut	2,1	2,1
1	iGuzzini	MiniWoody	10,7	10,7
				48,8

Πίνακας 11: Ανάλυση κόστους μνημείου Άγγλων (€)

Μνημείο Άγγλων						
Όνομα	Τιμή Φωτιστικού	Συνολικό Κόστος	Εξοπλισμός Εγκατάστασης Ανά Φωτιστικό	Συνολικός Εξοπλισμός	Πάγιος Εξοπλισμός	Συνολικό Κόστος
Light Up Earth	315,00	1.260,00	34,30	137,20	96,60	1.493,80
Underscore InOut	56,00	56,00	279,30	279,30	0	335,30
MiniWoody	235,20	235,20	41,30	41,30	0	276,50
						2.105,60

Πίνακας 12: Ισχύς εγκατάστασης φωτισμού μνημείου Ελλήνων

Μνημείο Ελλήνων				
Πλήθος	Εταιρία	Όνομα	Ισχύς ανά φωτιστικό [W]	Συνολική Ισχύς [W]
1	iGuzzini	MiniWoody	10,7	10,7
3	iGuzzini	Light Up Earth	9	27
5	iGuzzini	Underscore InOut	2,1	10,5
4	RZB	LED it Strip	3,7	14,8
				63

Πίνακας 13: Ανάλυση κόστους μνημείου Ελλήνων (€)

Μνημείο Ελλήνων						
Όνομα	Τιμή Φωτιστικού	Συνολικό Κόστος	Εξοπλισμός Εγκατάστασης Ανά Φωτιστικό	Συνολικός Εξοπλισμός	Πάγιος Εξοπλισμός	Συνολικό Κόστος
MiniWoody	235,20	235,20	43,10	43,10	0	278,30
Light Up Earth	315,00	945,00	34,30	102,90	96,60	1.144,50
Underscore InOut	56,00	280,00	279,30	1.396,50		1.676,50
LED it Strip	100,00	400,00	0	0	0	1.200,00
						4.299,30

Πίνακας 14: Ισχύς εγκατάστασης φωτισμού του Ναού Παναγούλα

Παναγούλα				
Πλήθος	Εταιρία	Όνομα	Ισχύς ανά φωτιστικό [W]	Συνολική Ισχύς [W]
1	iGuzzini	Fiamma	52	52
11	iGuzzini	Light Up Earth	9	99
2	iGuzzini	Linealuce Mini 37 - surface	6,8	13,6
1	iGuzzini	Woody	19	19
				183,6

Πίνακας 15: Ανάλυση κόστους του Ναού Παναγούλα (€)

Παναγούλα						
Όνομα	Τιμή Φωτιστικού	Συνολικό Κόστος	Εξοπλισμός Εγκατάστασης Ανά Φωτιστικό	Συνολικός Εξοπλισμός	Πάγιος Εξοπλισμός	Συνολικό Κόστος
Fiamma	2.041,90	2.041,90	0	0		2.041,90
Light Up Earth	315,00	3.465,00	34,30	377,30	96,60	3.938,90
Linealuce Mini 37 - surface	399,00	798,00	0	0	232,40	1.030,40
Woody	565,60	565,60	0	0	232,40	798,00
						7.809,20

Πίνακας 16: Ισχύς εγκατάστασης φωτισμού του Φάρου

Φάρος				
Πλήθος	Εταιρία	Όνομα	Ισχύς ανά φωτιστικό [W]	Συνολική Ισχύς [W]
2	iGuzzini	Linealuce Mini 37 - surface	6,8	13,6
				13,6

Πίνακας 17: Ανάλυση κόστους του Φάρου (€)

Φάρος						
Όνομα	Τιμή Φωτιστικού	Συνολικό Κόστος	Εξοπλισμός Εγκατάστασης Ανά Φωτιστικό	Συνολικός Εξοπλισμός	Πάγιος Εξοπλισμός	Συνολικό Κόστος
Linealuce Mini 37 - surface	399,00	798,00	0	0	232,40	1.030,40
						1.030,40

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Φωτοβολταϊκή Εγκατάσταση

5.1 Εισαγωγή

Ο στόχος του παρόντος κεφαλαίου είναι να παρουσιαστούν τα τεχνικά χαρακτηριστικά και οι προδιαγραφές που πρέπει να πληροί μία αυτόνομη φωτοβολταϊκή εγκατάσταση που τροφοδοτεί συστήματα φωτισμού με στόχο να καλύψει τις ενεργειακές απαιτήσεις του συστήματος χωρίς διασύνδεση δικτύου. Πυρήνα κάθε φωτοβολταϊκής εγκατάστασης αποτελούν τα φωτοβολταϊκά πλαίσια και οι συσσωρευτές.

Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια είναι η βασική δομική μονάδα κάθε φωτοβολταϊκού συστήματος. Ομάδες φωτοβολταϊκών στοιχείων, συνδεδεμένων σε σειρά ή παράλληλα, ώστε να δίνουν την επιθυμητή τάση εξόδου, συνιστούν τα φωτοβολταϊκά πλαίσια, που επίσης μπορούν να συνδεθούν μεταξύ τους σε σειρά ή παράλληλα για να αποτελέσουν φωτοβολταϊκή συστοιχία.

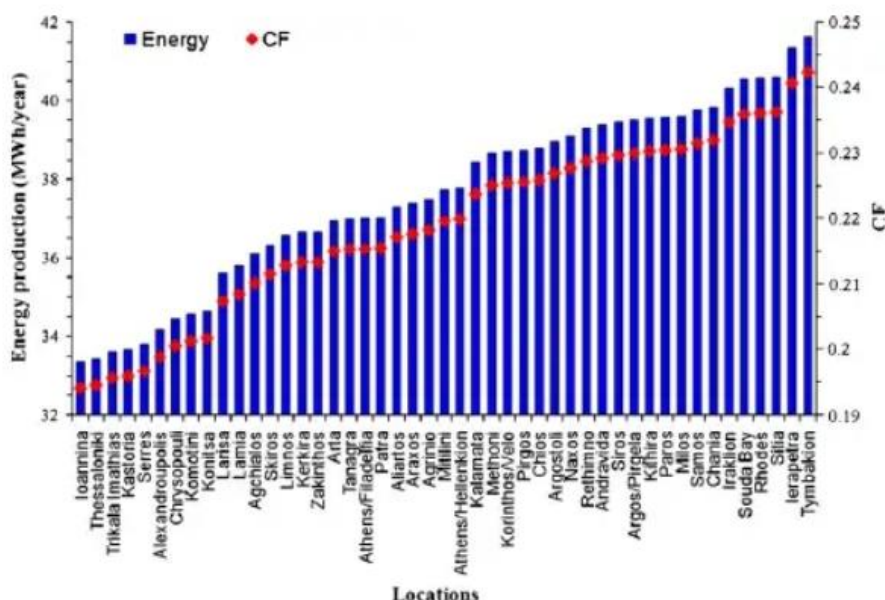
Οι συσσωρευτές παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στα αυτόνομα φωτοβολταϊκά συστήματα. Στα διασυνδεδεμένα συστήματα δεν υπάρχει λόγος χρησιμοποίησης συσσωρευτών εκτός, αν το διασυνδεδεμένο σύστημα τροφοδοτεί άμεσα κάποια φορτία, τα οποία θεωρούνται ότι δεν πρέπει σε καμία περίπτωση να μείνουν εκτός λειτουργίας σε μια ενδεχόμενη βλάβη του δικτύου της Δ.Ε.Η. Τα αυτόνομα φωτοβολταϊκά συστήματα επομένως χρειάζεται να αποθηκεύουν μια ποσότητα από την περίσσεια της ηλεκτρικής τους παραγωγής, ώστε να χρησιμοποιηθεί, όταν η ζήτηση είναι μεγαλύτερη από την παραγωγή. Η ποσότητα της ηλεκτρικής ενέργειας που πρέπει να αποθηκεύεται, εξαρτάται από τις τοπικές συνθήκες και κυρίως από το μέγιστο πλήθος των πιθανών συνεχόμενων ημερών συννεφιάς, τις αιχμές της κατανάλωσης και τον βαθμό αξιοπιστίας που θα πρέπει να παρουσιάζει το σύστημα, σε συνδυασμό με την ύπαρξη ή όχι βοηθητικών ενεργειακών πηγών. Οι συσσωρευτές έχουν το μειονέκτημα του υψηλού κόστους, αφού θα πρέπει να έχουν αρκετά μεγάλη χωρητικότητα για να καλύψουν τις ανάγκες μας. Επιπλέον θα έχουμε περιορισμούς πάντα εξαιτίας της περιορισμένης τους χωρητικότητας. Ένα άλλο θέμα είναι η διάρκεια ζωής τους που είναι περιορισμένη και εξαρτάται από:

- Τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Όσο μεγαλύτερη είναι η θερμοκρασία του περιβάλλοντος, τόσο μειώνεται η διάρκεια ζωής του συσσωρευτή.
- Το βάθος εκφόρτισης.
- Το ποσοστό υπερφόρτισης. Αντίστοιχα αποτελέσματα έχει η φόρτιση του συσσωρευτή πάνω από τα επιτρεπτά όρια. Κατά τη διάρκεια της φόρτισης ένα αρχικό ρεύμα μεγάλης τιμής μπορεί να έχει αρνητικές συνέπειες. Το ίδιο συμβαίνει και με μια πιθανή υπέρταση.

5.2 Τεχνικά Χαρακτηριστικά και Προδιαγραφές

5.2.1 Συντελεστής Χρησιμοποίησης (Capacity Factor) και Διάρκεια Εκφόρτισης

Ένα από τα κύρια μεγέθη που πρέπει να προσδιοριστούν για την μελέτη μιας φωτοβολταϊκής εγκατάστασης και την κατάλληλη επιλογή φωτοβολταϊκών πλαισίων είναι ο συντελεστής χρησιμοποίησης (capacity factor). Το εύρος τιμών του συντελεστή χρησιμοποίησης για μικρής κλίμακας εγκαταστάσεις κυμαίνεται από 17% έως 34% [Dobrotkova et al., 2018]. Συγκεκριμένα, στην περίπτωση της Ελλάδας, εξετάστηκαν 46 διαφορετικές τοποθεσίες για να καθορίσουν τις συνήθεις τιμές CF των σταθμών φωτοβολταϊκής ενέργειας που λειτουργούν στη χώρα. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, η ελάχιστη τιμή CF ήταν 19,4% στην περιοχή των Ιωαννίνων και η μέγιστη 24,2% στην περιοχή Τυμπάκι [Fantidis et al., 2013], όπως φαίνεται και στο παρακάτω διάγραμμα.



Εικόνα 93: Συντελεστές χρησιμοποίησης ανά περιοχή

(Πηγή: Fantidis et al., 2013)

Ο συντελεστής χρησιμοποίησης που μετρήθηκε στην Καλαμάτα και ισούται με 22,5% [Fantidis et al, 2013], αποτελεί την πιο αντιπροσωπευτική τιμή για τη Νήσο Σφακτηρία λόγω γεωγραφικής εγγύτητας οπότε και επιλέγεται.

Σε ένα σύστημα αποθήκευσης με συσσωρευτές, βασικό μέγεθος που πρέπει να προσδιοριστεί, είναι το βάθος εκφόρτισης των μπαταριών. Η διάρκεια ζωής μιας μπαταρίας αναφέρεται συχνά σε 100% βάθος εκφόρτισης (DOD) της χωρητικότητάς της και συνήθως αντιστοιχεί στο χειρότερο δυνατό σενάριο [Guena et al., 2006]. Στην πραγματικότητα, η κατάσταση φόρτισης μιας μπαταρίας περιορίζεται σε μια περιοχή μεταξύ 20% και 80% της ονομαστικής χωρητικότητάς της [Weniger et al., 2014].

Το βάθος εκφόρτισης 80% συνιστάται ως βέλτιστο και επιλέγεται για την παρούσα μελέτη, καθώς βελτιώνει τη διάρκεια ζωής του συσσωρευτή, μεγιστοποιώντας ταυτόχρονα την ενεργειακή του απόδοση [Guena et al., 2006].

Καθώς το βάθος εκφόρτισης των μπαταριών λαμβάνεται 80% και μία μπαταρία λιθίου εκφορτίζεται πλήρως σε 4 ώρες [Lazard, 2018], η πραγματική ενεργειακή τους απόδοση είναι 3 ώρες. Αυτό σημαίνει ότι για 12 παραγωγικές ώρες απαιτούνται 4 μπαταρίες ή συστοιχίες μπαταριών αντίστοιχων προδιαγραφών.

Από έρευνα αγοράς, η διάρκεια ζωής των συσσωρευτών λαμβάνεται προσεγγιστικά 10 έτη³, αντιστοιχώντας με βάση τα τεχνικά τους χαρακτηριστικά σε 3000 εκφορτίσεις για βάθος εκφόρτισης 80% στην αντίστοιχη χρονική περίοδο. Αντίστοιχα, η διάρκεια ζωής των φωτοβολταϊκών λαμβάνεται 20 έτη, καθώς ανταποκρίνεται στα τεχνικά χαρακτηριστικά των φωτοβολταϊκών πλαισίων.⁴

5.2.2 Κόστος Εγκατάστασης, Συντήρησης και Λειτουργίας Φωτοβολταϊκών Πλαισίων

Κάθε οικονομική ανάλυση ενός συστήματος πρέπει να λαμβάνει υπ' όψιν όλα τα κόστη που σχετίζονται με την αγορά, την εγκατάσταση, τη λειτουργία και τη συντήρησή του.

Το αρχικό κόστος εγκατάστασης (capex) ενός μικρής κλίμακας φωτοβολταϊκού πάρκου κυμαίνεται σε επίπεδα χαμηλότερα από 0,80 \$/W για περισσότερο από το 50% του συνόλου της αγοράς. Η συνεχιζόμενη μείωση του κόστους το 2018 και το 2019 οδήγησε την τιμή αυτή σε επίπεδα της τάξης του 0,50 \$/W για εργοστάσια φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων μικρής κλίμακας που υλοποιήθηκαν το 2019. [Vartiainen et al. 2019] Το σημερινό κόστος εγκατάστασης που υπολογίζεται για την Ευρώπη είναι περίπου 0,46 €/W [Vartiainen et al. 2019] και επιλέγεται σαν τιμή αναφοράς για την παρούσα μελέτη.

Το κόστος συντήρησης και λειτουργίας (opex) μιας μικρής κλίμακας φωτοβολταϊκής εγκατάστασης παρουσιάζει διακυμάνσεις. Περιορισμένα δεδομένα που είναι διαθέσιμα στο κοινό, υποδηλώνουν ότι τα κόστη συντήρησης και λειτουργίας ήταν περίπου 8,00 \$/MWh το 2016 [Bolinger & Weaver, 2014]. Για το 2019 η εναρκτήρια τιμή λαμβάνεται ως 1% της πάγιας επένδυσης ή 4,60 €/KW [Vartiainen et al., 2019].

Πίνακας 18: Τελικά κόστη φωτοβολταϊκών πλαισίων

Φωτοβολταϊκά Πλαίσια	
Αρχικό Κόστος	Ετήσιο Κόστος Συντήρησης Και Λειτουργίας
0,46 €/ W	4,60 €/KW

5.2.3 Κόστος Εγκατάστασης, Συντήρησης και Λειτουργίας Συσσωρευτών

Για την παρούσα μελέτη το μέσο αποθήκευσης της ενέργειας που θα παράγεται από τη φωτοβολταϊκή εγκατάσταση είναι συσσωρευτές λιθίου. Οι μπαταρίες λιθίου χαρακτηρίζονται από υψηλή ειδική ενέργεια, υψηλή απόδοση και μεγάλη διάρκεια ζωής. Αυτές οι ιδιότητες, παρά τη θερμοκρασία λειτουργίας τους και τη διαθεσιμότητα των υλικών τους, έχουν κάνει τις μπαταρίες λιθίου ιδανικές πηγές ενέργειας, στην αγορά ηλεκτρονικών ειδών ευρείας κατανάλωσης.

³ <https://yangtze-power.en.made-in-china.com/product/ZysQoixHEXcA/China-48V-15ah-10ah-BMS-LiFePO4-Bluetooth-BMS-Battery-for-Electric-Bike.html>

⁴ <https://energyinformative.org/lifespan-solar-panels/>

Αποτελούν ιδανικά συστήματα αποθήκευσης ηλεκτροχημικής σε εγκαταστάσεις ανανεώσιμων πηγών ενέργειας [Δαφνομήλης, 2013].

Το αρχικό κόστος εγκατάστασης (capex) και αγοράς συσσωρευτών κυμαίνεται σε εύρος 200,00 έως 840,00 \$/kWh [IRENA, 2017]. Λαμβάνοντας υπ' όψιν την τότε ισοτιμία ευρώ και δολαρίου το παραπάνω εύρος ισούται με 177,00 €/kWh έως 743,00 €/kWh.

Σύμφωνα με πιο πρόσφατη μελέτη, το συνολικό κόστος μίας εγκατάστασης συσσωρευτών κυμαίνεται σε εύρος 722,00 έως 1.383,00 \$/kWh [Mongird et al., 2019]. Λαμβάνοντας υπ' όψιν την τότε ισοτιμία ευρώ και δολαρίου το παραπάνω εύρος ισούται με 645,00 €/kWh έως 1.235,00 €/kWh.

Συγκεκριμένα τα παραπάνω δεδομένα, προκύπτει το εύρος 645,00 €/kWh έως 743,00 €/kWh με μέσο όρο 694,00 €/kWh ο οποίος και επιλέγεται.

Το ετήσιο κόστος συντήρησης και λειτουργίας (opex) μιας συστοιχίας συσσωρευτών ακολουθεί το εύρος που φαίνεται στον παρακάτω πίνακα [Mongird et al. 2018].

Πίνακας 19: Ετήσια πάγια και μεταβλητά κόστη συντήρησης και λειτουργίας συσσωρευτών

Πάγια O&M Κόστη (\$/kW)	Μεταβλητά O&M Κόστη (\$/kWh)	Πηγή
\$6 - \$12	\$0.0003	Lahiri, 2017
\$6 - \$14	\$0.0003	Aquino et al., 2017
\$10		Manuel, 2014
\$20		DiOrio et al., 2015
£10		Newbery, 2016

(Πηγή: Mongird et al. 2018)

Λαμβάνοντας υπ' όψιν την ισοτιμία ευρώ και δολαρίου η τιμή αυτή κυμαίνεται στο εύρος 5,30 έως 12,38 €/kW και λαμβάνεται ο μέσος όρος τους 8,84 €/Kw, ο οποίος και θα χρησιμοποιηθεί στην μελέτη.

Πίνακας 20: Τελικά κόστη συσσωρευτών

Συσσωρευτές	
Αρχικό Κόστος	Ετήσιο Κόστος Συντήρησης Και Λειτουργίας
694,00 €/kWh	8,84 €/kW

5.3 Φωτοβολταϊκή Εγκατάσταση ανά Μνημείο

5.3.1 Μνημείο Ρώσων στη Σφακτηρία (1872)

Η εγκατάσταση φωτισμού του μνημείου έχει συνολική ισχύ 114,6 W. Ως απαιτούμενες ημερήσιες ώρες λειτουργίας της εγκατάστασης επιλέγονται οι 12, ώστε να καλύπτουν επαρκώς τη ζήτηση κατά τη διάρκεια της νύχτας τη χειμερινή περίοδο. Οι ημερήσιες ενεργειακές απαιτήσεις του μνημείου ανέρχονται σε 1.375,2 Wh.

Η παραπάνω ζήτηση απαιτείται να καλύπτεται πλήρως από συσσωρευτές. Καθώς το βάθος εκφόρτισης των μπαταριών λαμβάνεται 80%, για να διασφαλίσουμε τη βέλτιστη απόδοση και διάρκεια ζωής του συσσωρευτή, και μία μπαταρία λιθίου εκφορτίζεται πλήρως σε 4 ώρες, η πραγματική ενεργειακή τους απόδοση είναι 3 ώρες. Αυτό σημαίνει ότι για 12 παραγωγικές ώρες απαιτούνται 4 μπαταρίες ή συστοιχίες μπαταριών αντίστοιχων προδιαγραφών.

Συμπερασματικά, η επαρκής κάλυψη των 1.375,2 Wh που καταναλώνει ημερήσια το μνημείο απαιτεί 4 μπαταρίες ή συστοιχίες μπαταριών των 343,8 Wh η κάθε μία.

Τα φωτιστικά σώματα που χρησιμοποιήθηκαν για την εγκατάσταση φωτισμού στη Νήσο λειτουργούν σε ονομαστική τάση 48 V dc. Από τη συγκεκριμένη απαίτηση δικτύου προκύπτει η ελάχιστη χωρητικότητα των συσσωρευτών.

$$\text{Χωρητικότητα συσσωρευτή} = \frac{343,8 \text{ Wh}}{48 \text{ V}} = 7,2 \text{ Ah}$$

Από έρευνα αγοράς⁵ επιλέγεται συσσωρευτής με τα ακόλουθα τεχνικά χαρακτηριστικά και όρια:

- Χωρητικότητα: 10 Ah
- Τάση: 48 V

Καθώς το σύστημα φωτισμού λειτουργεί σε 48 V dc κάθε μπλοκ θα περιλαμβάνει 1 τέτοιο στοιχείο. Έπειτα τα μπλοκ συνδέονται σε παραλληλία.

Πίνακας 21: Ισχύς εγκαταστάτης αποθήκευσης ενέργειας

Συσσωρευτές			
Μπλοκ	Πλήθος Μπαταριών	Συνολική Ημερήσια Ισχύς (Wh)	Συνολική Ισχύς (W)
4	1	10 Ah · 48 V · 4 = 1.920	640

⁵ <https://yangtze-solar.en.made-in-china.com/product/zyBJFhcuLkWV/China-48V-10ah-Lithium-Ion-Battery-Pack-with-BMS.html>

Πίνακας 22: Ανάλυση κόστους συστοιχίας συσσωρευτών

Συνολικό Κόστος Συσσωρευτών		
Αρχικό Κόστος	Κόστος Συντήρησης Και Λειτουργίας	Συνολικό Κόστος
$694 \cdot 1,92 = 1.332,50 \text{ €}$	$10 \cdot 8,84 \cdot 0,64 = 56,60 \text{ €}$	1.389,10 €

Η φωτοβολταϊκή εγκατάσταση απαιτείται να παρέχει αυτήν την ενέργεια στους συσσωρευτές. Καθώς ο συντελεστής χρησιμοποίησης των φωτοβολταϊκών ισούται με 22,5%, η αρχική ισχύς που πρέπει να εγκατασταθεί δίνεται από τον παρακάτω τύπο:

$$\text{Ισχύς φωτοβολταϊκής εγκατάστασης} = \frac{\text{Ετήσια κατανάλωση συσσωρευτών}}{\text{CF} \cdot 8760} = \frac{1.920 \text{ Wh} \cdot 365}{0,225 \cdot 8.760} = 355,6 \text{ W}$$

Από έρευνα αγοράς⁶ επιλέγεται φωτοβολταϊκό πλαίσιο με ονομαστική ισχύ 370 W.

Πίνακας 23: Ανάλυση κόστους φωτοβολταϊκών πλαισίων

Συνολικό Κόστος Φωτοβολταϊκών		
Αρχικό Κόστος	Κόστος Συντήρησης Και Λειτουργίας	Συνολικό Κόστος
$0,46 \cdot 370 = 170,20 \text{ €}$	$20 \cdot 4,6 \cdot 0,37 = 34,00 \text{ €}$	204,20 €

Πίνακας 24: Ανάλυση κόστους για 20 έτη

Συνολικό Κόστος Εγκατάστασης για 20 Έτη		
Κόστος Συσσωρευτών	Κόστος Φωτοβολταϊκών	Συνολικό Κόστος
$2 \cdot 1.389,1 = 2.778,20 \text{ €}$	204,20 €	2.982,40 €

5.3.2 Μνημείο Γάλλων στη Νησίδα Πύλο (Φανάρι ή Τσιχλί-Μπαμπά) (1890)

Η εγκατάσταση φωτισμού του μνημείου έχει συνολική ισχύ 51 W. Ως απαιτούμενες ημερήσιες ώρες λειτουργίας της εγκατάστασης επιλέγονται οι 12, ώστε να καλύπτουν επαρκώς τη ζήτηση κατά τη διάρκεια της νύχτας τη χειμερινή περίοδο. Οι ημερήσιες ενεργειακές απαιτήσεις του μνημείου ανέρχονται σε 612 Wh.

Η παραπάνω ζήτηση απαιτείται να καλύπτεται πλήρως από συσσωρευτές. Καθώς το βάθος εκφόρτισης των μπαταριών λαμβάνεται 80%, για να διασφαλίσουμε τη βέλτιστη απόδοση και διάρκεια ζωής του συσσωρευτή, και μία μπαταρία λιθίου εκφορτίζεται πλήρως σε 4 ώρες, η

⁶<https://www.greenenergyparts.com/solarpanel-sharp360wp-nu-ah360.html>

πραγματική ενεργειακή τους απόδοση είναι 3 ώρες. Αυτό σημαίνει ότι για 12 παραγωγικές ώρες απαιτούνται 4 μπαταρίες ή συστοιχίες μπαταριών αντίστοιχων προδιαγραφών.

Συμπερασματικά, η επαρκής κάλυψη των 612 Wh που καταναλώνει ημερήσια το μνημείο απαιτεί 4 μπαταρίες ή συστοιχίες μπαταριών των 153 Wh η κάθε μία.

Τα φωτιστικά σώματα που χρησιμοποιήθηκαν για την εγκατάσταση φωτισμού στη Νήσο λειτουργούν σε ονομαστική τάση 48 V dc. Από την συγκεκριμένη απαίτηση δικτύου προκύπτει η ελάχιστη χωρητικότητα των συσσωρευτών.

$$\text{Χωρητικότητα συσσωρευτή} = \frac{153 \text{ Wh}}{48 \text{ V}} = 3,2 \text{ Ah}$$

Από έρευνα αγοράς⁷ επιλέγεται συσσωρευτής με τα ακόλουθα τεχνικά χαρακτηριστικά και όρια:

- Χωρητικότητα: 5 Ah
- Τάση: 48 V

Καθώς το σύστημα φωτισμού λειτουργεί σε 48 V dc κάθε μπλοκ θα περιλαμβάνει 1 τέτοιο στοιχείο. Έπειτα τα μπλοκ συνδέονται σε παραλληλία.

Πίνακας 25: Ισχύς εγκαταστάτης αποθήκευσης ενέργειας

Συσσωρευτές			
Μπλοκ	Πλήθος Μπαταριών	Συνολική Ημερήσια Ισχύς (Wh)	Συνολική Ισχύς (W)
4	1	5 Ah · 48 V · 4 = 960	320

Πίνακας 26: Ανάλυση κόστους συστοιχίας συσσωρευτών

Συνολικό Κόστος Συσσωρευτών		
Αρχικό Κόστος	Κόστος Συντήρησης Και Λειτουργίας	Συνολικό Κόστος
694 · 0,96 = 666,20 €	10 · 8,84 · 0,32 = 28,30 €	694,50 €

Η φωτοβολταϊκή εγκατάσταση απαιτείται να παρέχει αυτήν την ενέργεια στους συσσωρευτές. Καθώς ο συντελεστής χρησιμοποίησης των φωτοβολταϊκών ισούται με 22,5%, η αρχική ισχύς που πρέπει να εγκατασταθεί δίνεται από τον παρακάτω τύπο:

⁷ <https://www.indiamart.com/jasconenergy/48v-lithium-ion-battery-pack.html>

$$\text{Ισχύς φωτοβολταϊκής εγκατάστασης} = \frac{\text{Ετήσια κατανάλωση συσσωρευτών}}{\text{CF} \cdot 8760} = \frac{960 \text{ Wh} \cdot 365}{0,225 \cdot 8.760} = 177,8 \text{ W}$$

Από έρευνα αγοράς⁸ επιλέγεται φωτοβολταϊκό πλαίσιο με ονομαστική ισχύ 200 W.

Πίνακας 27: Ανάλυση κόστους φωτοβολταϊκών πλαισίων

Συνολικό Κόστος Φωτοβολταϊκών		
Αρχικό Κόστος	Κόστος Συντήρησης Και Λειτουργίας	Συνολικό Κόστος
$0,46 \cdot 200 = 92,00 \text{ €}$	$20 \cdot 4,6 \cdot 0,2 = 18,40 \text{ €}$	110,40 €

Πίνακας 28: Ανάλυση κόστους για 20 έτη

Συνολικό Κόστος Εγκατάστασης για 20 Έτη		
Κόστος Συσσωρευτών	Κόστος Φωτοβολταϊκών	Συνολικό Κόστος
$2 \cdot 694,5 = 1.389,00 \text{ €}$	110,40 €	1.499,40 €

5.3.3 Μνημείο Σανταρόζα στη Σφακτηρία (1926)

Η εγκατάσταση φωτισμού του μνημείου έχει συνολική ισχύ 118 W. Ως απαιτούμενες ημερήσιες ώρες λειτουργίας της εγκατάστασης επιλέγονται οι 12, ώστε να καλύπτουν επαρκώς τη ζήτηση κατά τη διάρκεια της νύχτας τη χειμερινή περίοδο. Οι ημερήσιες ενεργειακές απαιτήσεις του μνημείου ανέρχονται σε 1.416 Wh.

Η παραπάνω ζήτηση απαιτείται να καλύπτεται πλήρως από συσσωρευτές. Καθώς το βάθος εκφόρτισης των μπαταριών λαμβάνεται 80%, για να διασφαλίσουμε τη βέλτιστη απόδοση και διάρκεια ζωής του συσσωρευτή, και μία μπαταρία λιθίου εκφορτίζεται πλήρως σε 4 ώρες, η πραγματική ενεργειακή τους απόδοση είναι 3 ώρες. Αυτό σημαίνει ότι για 12 παραγωγικές ώρες απαιτούνται 4 μπαταρίες ή συστοιχίες μπαταριών αντίστοιχων προδιαγραφών.

Συμπερασματικά, η επαρκής κάλυψη των 1.416 Wh που καταναλώνει ημερήσια το μνημείο απαιτεί 4 μπαταρίες ή συστοιχίες μπαταριών των 354 Wh η κάθε μία.

Τα φωτιστικά σώματα που χρησιμοποιήθηκαν για την εγκατάσταση φωτισμού στη Νήσο λειτουργούν σε ονομαστική τάση 48 V dc. Από την συγκεκριμένη απαίτηση δικτύου προκύπτει η ελάχιστη χωρητικότητα των συσσωρευτών.

$$\text{Χωρητικότητα συσσωρευτή} = \frac{354 \text{ Wh}}{48 \text{ V}} = 7,4 \text{ Ah}$$

⁸<https://www.greenenergyparts.com/solarpanel-et-210wp.html>

Από έρευνα αγοράς⁹ επιλέγεται συσσωρευτής με τα ακόλουθα τεχνικά χαρακτηριστικά και όρια:

- Χωρητικότητα: 10 Ah
- Τάση: 48 V

Καθώς το σύστημα φωτισμού λειτουργεί σε 48 V dc κάθε μπλοκ θα περιλαμβάνει 1 τέτοιο στοιχείο. Έπειτα τα μπλοκ συνδέονται σε παραλληλία.

Πίνακας 29: Ισχύς εγκαταστάτης αποθήκευσης ενέργειας

Συσσωρευτές			
Μπλοκ	Πλήθος Μπαταριών	Συνολική Ημερήσια Ισχύς (Wh)	Συνολική Ισχύς (W)
4	1	10 Ah · 48 V · 4 = 1.920	640

Πίνακας 30: Ανάλυση κόστους συστοιχίας συσσωρευτών

Συνολικό Κόστος Συσσωρευτών		
Αρχικό Κόστος	Κόστος Συντήρησης Και Λειτουργίας	Συνολικό Κόστος
694 · 1,92 = 1.332,50 €	10 · 8,84 · 0,64 = 56,60 €	1.389,10 €

Η φωτοβολταϊκή εγκατάσταση απαιτείται να παρέχει αυτήν την ενέργεια στους συσσωρευτές. Καθώς ο συντελεστής χρησιμοποίησης των φωτοβολταϊκών ισούται με 22,5%, η αρχική ισχύς που πρέπει να εγκατασταθεί δίνεται από τον παρακάτω τύπο:

$$\text{Ισχύς φωτοβολταϊκής εγκατάστασης} = \frac{\text{Ετήσια κατανάλωση συσσωρευτών}}{\text{CF} \cdot 8760} = \frac{1.920 \text{ Wh} \cdot 365}{0,225 \cdot 8.760} = 355,6 \text{ W}$$

Από έρευνα αγοράς¹⁰ επιλέγεται φωτοβολταϊκό πλαίσιο με ονομαστική ισχύ 370 W.

Πίνακας 31: Ανάλυση κόστους φωτοβολταϊκών πλαισίων

Συνολικό Κόστος Φωτοβολταϊκών		
Αρχικό Κόστος	Κόστος Συντήρησης Και Λειτουργίας	Συνολικό Κόστος
0,46 · 370 = 170,20 €	20 · 4,6 · 0,37 = 34,00 €	204,20 €

⁹ <https://yangtze-solar.en.made-in-china.com/product/zyBJFhcuLkWV/China-48V-10ah-Lithium-Ion-Battery-Pack-with-BMS.html>

¹⁰<https://www.greenenergyparts.com/solarpanel-sharp360wp-nu-ah360.html>

Πίνακας 32: Ανάλυση κόστους για 20 έτη

Συνολικό Κόστος Εγκατάστασης για 20 Έτη		
Κόστος Συσσωρευτών	Κόστος Φωτοβολταϊκών	Συνολικό Κόστος
$2 \cdot 1.389,1 = 2.778,20 \text{ €}$	204,20 €	2.982,40 €

5.3.4 Μνημείο Άγγλων στη Νησίδα Χελωνήσι (Μαραθονήσι) (1927)

Η εγκατάσταση φωτισμού του μνημείου έχει συνολική ισχύ 48,8 W. Ως απαιτούμενες ημερήσιες ώρες λειτουργίας της εγκατάστασης επιλέγονται οι 12, ώστε να καλύπτουν επαρκώς τη ζήτηση κατά τη διάρκεια της νύχτας τη χειμερινή περίοδο. Οι ημερήσιες ενεργειακές απαιτήσεις του μνημείου ανέρχονται σε 585,6 Wh.

Η παραπάνω ζήτηση απαιτείται να καλύπτεται πλήρως από συσσωρευτές. Καθώς το βάθος εκφόρτισης των μπαταριών λαμβάνεται 80%, για να διασφαλίσουμε τη βέλτιστη απόδοση και διάρκεια ζωής του συσσωρευτή, και μία μπαταρία λιθίου εκφορτίζεται πλήρως σε 4 ώρες, η πραγματική ενεργειακή τους απόδοση είναι 3 ώρες. Αυτό σημαίνει ότι για 12 παραγωγικές ώρες απαιτούνται 4 μπαταρίες ή συστοιχίες μπαταριών αντίστοιχων προδιαγραφών.

Συμπερασματικά, η επαρκής κάλυψη των 585,6 Wh που καταναλώνει ημερήσια το μνημείο απαιτεί 4 μπαταρίες ή συστοιχίες μπαταριών των 146,4 Wh η κάθε μία.

Τα φωτιστικά σώματα που χρησιμοποιήθηκαν για την εγκατάσταση φωτισμού στη Νήσο λειτουργούν σε ονομαστική τάση 48 V dc. Από την συγκεκριμένη απαίτηση δικτύου προκύπτει η ελάχιστη χωρητικότητα των συσσωρευτών.

$$\text{Χωρητικότητα συσσωρευτή} = \frac{146,4 \text{ Wh}}{48 \text{ V}} = 3,05 \text{ Ah}$$

Από έρευνα αγοράς¹¹ επιλέγεται συσσωρευτής με τα ακόλουθα τεχνικά χαρακτηριστικά και όρια:

- Χωρητικότητα: 5 Ah
- Τάση: 48 V

Καθώς το σύστημα φωτισμού λειτουργεί σε 48 V dc κάθε μπλοκ θα περιλαμβάνει 1 τέτοιο στοιχείο. Έπειτα τα μπλοκ συνδέονται σε παραλληλία.

¹¹ <https://www.indiamart.com/jasconenergy/48v-lithium-ion-battery-pack.html>

Πίνακας 33: Ισχύς εγκαταστάτης αποθήκευσης ενέργειας

Συσσωρευτές			
Μπλοκ	Πλήθος Μπαταριών	Συνολική Ημερήσια Ισχύς (Wh)	Συνολική Ισχύς (W)
4	1	$5 \text{ Ah} \cdot 48 \text{ V} \cdot 4 = 960$	320

Πίνακας 34: Ανάλυση κόστους συστοιχίας συσσωρευτών

Συνολικό Κόστος Συσσωρευτών		
Αρχικό Κόστος	Κόστος Συντήρησης Και Λειτουργίας	Συνολικό Κόστος
$694 \cdot 0,96 = 666,20 \text{ €}$	$10 \cdot 8,84 \cdot 0,32 = 28,30 \text{ €}$	694,50 €

Η φωτοβολταϊκή εγκατάσταση απαιτείται να παρέχει αυτήν την ενέργεια στους συσσωρευτές. Καθώς ο συντελεστής χρησιμοποίησης των φωτοβολταϊκών ισούται με 22,5%, η αρχική ισχύς που πρέπει να εγκατασταθεί δίνεται από τον παρακάτω τύπο:

$$\text{Ισχύς φωτοβολταϊκής εγκατάστασης} = \frac{\text{Ετήσια κατανάλωση συσσωρευτών}}{\text{CF} \cdot 8760} = \frac{960 \text{ Wh} \cdot 365}{0,225 \cdot 8.760} = 177,8 \text{ W}$$

Από έρευνα αγοράς¹² επιλέγεται φωτοβολταϊκό πλαίσιο με ονομαστική ισχύ 200 W.

Πίνακας 35: Ανάλυση κόστους φωτοβολταϊκών πλαισίων

Συνολικό Κόστος Φωτοβολταϊκών		
Αρχικό Κόστος	Κόστος Συντήρησης Και Λειτουργίας	Συνολικό Κόστος
$0,46 \cdot 200 = 92,00 \text{ €}$	$20 \cdot 4,6 \cdot 0,2 = 18,40 \text{ €}$	110,40 €

Πίνακας 36: Ανάλυση κόστους για 20 έτη

Συνολικό Κόστος Εγκατάστασης για 20 Έτη		
Κόστος Συσσωρευτών	Κόστος Φωτοβολταϊκών	Συνολικό Κόστος
$2 \cdot 694,5 = 1.389,00 \text{ €}$	110,40 €	1.499,40 €

¹²<https://www.greenenergyparts.com/solarpanel-et-210wp.html>

5.3.5 Μνημείο Ελλήνων (Σαχίνη, Αναγνωσταρά, Τσαμαδού) στη Σφακτηρία (1959)

Η εγκατάσταση φωτισμού του μνημείου έχει συνολική ισχύ 63 W. Ως απαιτούμενες ημερήσιες ώρες λειτουργίας της εγκατάστασης επιλέγονται οι 12, ώστε να καλύπτουν επαρκώς τη ζήτηση κατά τη διάρκεια της νύχτας τη χειμερινή περίοδο. Οι ημερήσιες ενεργειακές απαιτήσεις του μνημείου ανέρχονται σε 756 Wh.

Η παραπάνω ζήτηση απαιτείται να καλύπτεται πλήρως από συσσωρευτές. Καθώς το βάθος εκφόρτισης των μπαταριών λαμβάνεται 80%, για να διασφαλίσουμε τη βέλτιστη απόδοση και διάρκεια ζωής του συσσωρευτή, και μία μπαταρία λιθίου εκφορτίζεται πλήρως σε 4 ώρες, η πραγματική ενεργειακή τους απόδοση είναι 3 ώρες. Αυτό σημαίνει ότι για 12 παραγωγικές ώρες απαιτούνται 4 μπαταρίες ή συστοιχίες μπαταριών αντίστοιχων προδιαγραφών.

Συμπερασματικά, η επαρκής κάλυψη των 756 Wh που καταναλώνει ημερήσια το μνημείο απαιτεί 4 μπαταρίες ή συστοιχίες μπαταριών των 189 Wh η κάθε μία.

Τα φωτιστικά σώματα που χρησιμοποιήθηκαν για την εγκατάσταση φωτισμού στη Νήσο λειτουργούν σε ονομαστική τάση 48 V dc. Από την συγκεκριμένη απαίτηση δικτύου προκύπτει η ελάχιστη χωρητικότητα των συσσωρευτών.

$$\text{Χωρητικότητα συσσωρευτή} = \frac{189 \text{ Wh}}{48 \text{ V}} = 3,94 \text{ Ah}$$

Από έρευνα αγοράς¹³ επιλέγεται συσσωρευτής με τα ακόλουθα τεχνικά χαρακτηριστικά και όρια:

- Χωρητικότητα: 5 Ah
- Τάση: 48 V

Καθώς το σύστημα φωτισμού λειτουργεί σε 48 V dc κάθε μπλοκ θα περιλαμβάνει 1 τέτοιο στοιχείο. Έπειτα τα μπλοκ συνδέονται σε παραλληλία.

Πίνακας 37: Ισχύς εγκαταστάτης αποθήκευσης ενέργειας

Συσσωρευτές			
Μπλοκ	Πλήθος Μπαταριών	Συνολική Ημερήσια Ισχύς (Wh)	Συνολική Ισχύς (W)
4	1	5 Ah · 48 V · 4 = 960	320

¹³ <https://www.indiamart.com/jasconenergy/48v-lithium-ion-battery-pack.html>

Πίνακας 38: Ανάλυση κόστους συστοιχίας συσσωρευτών

Συνολικό Κόστος Συσσωρευτών		
Αρχικό Κόστος	Κόστος Συντήρησης Και Λειτουργίας	Συνολικό Κόστος
$694 \cdot 0,96 = 666,20 \text{ €}$	$10 \cdot 8,84 \cdot 0,32 = 28,30 \text{ €}$	694,50 €

Η φωτοβολταϊκή εγκατάσταση απαιτείται να παρέχει αυτήν την ενέργεια στους συσσωρευτές. Καθώς ο συντελεστής χρησιμοποίησης των φωτοβολταϊκών ισούται με 22,5%, η αρχική ισχύς που πρέπει να εγκατασταθεί δίνεται από τον παρακάτω τύπο:

$$\text{Ισχύς φωτοβολταϊκής εγκατάστασης} = \frac{\text{Ετήσια κατανάλωση συσσωρευτών}}{\text{CF} \cdot 8760} = \frac{960 \text{ Wh} \cdot 365}{0,225 \cdot 8.760} = 177,8 \text{ W}$$

Από έρευνα αγοράς¹⁴ επιλέγεται φωτοβολταϊκό πλαίσιο με ονομαστική ισχύ 200 W.

Πίνακας 39: Ανάλυση κόστους φωτοβολταϊκών πλαισίων

Συνολικό Κόστος Φωτοβολταϊκών		
Αρχικό Κόστος	Κόστος Συντήρησης Και Λειτουργίας	Συνολικό Κόστος
$0,46 \cdot 200 = 92,00 \text{ €}$	$20 \cdot 4,6 \cdot 0,2 = 18,40 \text{ €}$	110,40 €

Πίνακας 40: Ανάλυση κόστους για 20 έτη

Συνολικό Κόστος Εγκατάστασης για 20 Έτη		
Κόστος Συσσωρευτών	Κόστος Φωτοβολταϊκών	Συνολικό Κόστος
$2 \cdot 694,5 = 1.389,00 \text{ €}$	110,40 €	1.499,40 €

5.3.6 Ναός Αναλήψεως (Παναγούλα)

Η εγκατάσταση φωτισμού του μνημείου έχει συνολική ισχύ 183,6 W. Ως απαιτούμενες ημερήσιες ώρες λειτουργίας της εγκατάστασης επιλέγονται οι 12, ώστε να καλύπτουν επαρκώς τη ζήτηση κατά τη διάρκεια της νύχτας τη χειμερινή περίοδο. Οι ημερήσιες ενεργειακές απαιτήσεις του μνημείου ανέρχονται σε 2.203,2 Wh.

Η παραπάνω ζήτηση απαιτείται να καλύπτεται πλήρως από συσσωρευτές. Καθώς το βάθος εκφόρτισης των μπαταριών λαμβάνεται 80%, για να διασφαλίσουμε τη βέλτιστη απόδοση και διάρκεια ζωής του συσσωρευτή, και μία μπαταρία λιθίου εκφορτίζεται πλήρως σε 4 ώρες, η

¹⁴<https://www.greenenergyparts.com/solarpanel-et-210wp.html>

πραγματική ενεργειακή τους απόδοση είναι 3 ώρες. Αυτό σημαίνει ότι για 12 παραγωγικές ώρες απαιτούνται 4 μπαταρίες ή συστοιχίες μπαταριών αντίστοιχων προδιαγραφών.

Συμπερασματικά, η επαρκής κάλυψη των 2.203,2 Wh που καταναλώνει ημερήσια το μνημείο απαιτεί 4 μπαταρίες ή συστοιχίες μπαταριών των 550,8 Wh η κάθε μία.

Τα φωτιστικά σώματα που χρησιμοποιήθηκαν για την εγκατάσταση φωτισμού στη Νήσο λειτουργούν σε ονομαστική τάση 48 V dc. Από την συγκεκριμένη απαίτηση δικτύου προκύπτει η ελάχιστη χωρητικότητα των συσσωρευτών.

$$\text{Χωρητικότητα συσσωρευτή} = \frac{550,8 \text{ Wh}}{48 \text{ V}} = 11,5 \text{ Ah}$$

Από έρευνα αγοράς¹⁵ επιλέγεται συσσωρευτής με τα ακόλουθα τεχνικά χαρακτηριστικά και όρια:

- Χωρητικότητα: 12 Ah
- Τάση: 48 V

Καθώς το σύστημα φωτισμού λειτουργεί σε 48 V dc κάθε μπλοκ θα περιλαμβάνει 1 τέτοιο στοιχείο. Έπειτα τα μπλοκ συνδέονται σε παραλληλία.

Πίνακας 41: Ισχύς εγκαταστάτης αποθήκευσης ενέργειας

Συσσωρευτές			
Μπλοκ	Πλήθος Μπαταριών	Συνολική Ημερήσια Ισχύς (Wh)	Συνολική Ισχύς (W)
4	1	12 Ah · 48 V · 4 = 2.304	768

Πίνακας 42: Ανάλυση κόστους συστοιχίας συσσωρευτών

Συνολικό Κόστος Συσσωρευτών		
Αρχικό Κόστος	Κόστος Συντήρησης Και Λειτουργίας	Συνολικό Κόστος
694 · 2,304 = 1.599,00 €	10 · 8,84 · 0,768 = 68,00 €	1.667,00 €

Η φωτοβολταϊκή εγκατάσταση απαιτείται να παρέχει αυτήν την ενέργεια στους συσσωρευτές. Καθώς ο συντελεστής χρησιμοποίησης των φωτοβολταϊκών ισούται με 22,5%, η αρχική ισχύς που πρέπει να εγκατασταθεί δίνεται από τον παρακάτω τύπο:

¹⁵ <https://www.indiamart.com/jasconenergy/48v-lithium-ion-battery-pack.html>

$$\text{Ισχύς φωτοβολταϊκής εγκατάστασης} = \frac{\text{Ετήσια κατανάλωση συσσωρευτών}}{\text{CF} \cdot 8760} = \frac{2.304 \text{ Wh} \cdot 365}{0,225 \cdot 8.760} = 426,7 \text{ W}$$

Από έρευνα αγοράς¹⁶ επιλέγεται φωτοβολταϊκό πλαίσιο με ονομαστική ισχύ 435 W.

Πίνακας 43: Ανάλυση κόστους φωτοβολταϊκών πλαισίων

Συνολικό Κόστος Φωτοβολταϊκών		
Αρχικό Κόστος	Κόστος Συντήρησης Και Λειτουργίας	Συνολικό Κόστος
$0,46 \cdot 435 = 200,10 \text{ €}$	$20 \cdot 4,6 \cdot 0,435 = 40,00 \text{ €}$	240,10 €

Πίνακας 44: Ανάλυση κόστους για 20 έτη

Συνολικό Κόστος Εγκατάστασης για 20 Έτη		
Κόστος Συσσωρευτών	Κόστος Φωτοβολταϊκών	Συνολικό Κόστος
$2 \cdot 1.667 = 3.334,00 \text{ €}$	240,10 €	3.574,10 €

5.3.7 Φάρος στη Νησίδα Πύλο

Η εγκατάσταση φωτισμού του μνημείου έχει συνολική ισχύ 13,6 W. Ως απαιτούμενες ημερήσιες ώρες λειτουργίας της εγκατάστασης επιλέγονται οι 12, ώστε να καλύπτουν επαρκώς τη ζήτηση κατά τη διάρκεια της νύχτας τη χειμερινή περίοδο. Οι ημερήσιες ενεργειακές απαιτήσεις του μνημείου ανέρχονται σε 163,2 Wh.

Η παραπάνω ζήτηση απαιτείται να καλύπτεται πλήρως από συσσωρευτές. Καθώς το βάθος εκφόρτισης των μπαταριών λαμβάνεται 80%, για να διασφαλίσουμε τη βέλτιστη απόδοση και διάρκεια ζωής του συσσωρευτή, και μία μπαταρία λιθίου εκφορτίζεται πλήρως σε 4 ώρες, η πραγματική ενεργειακή τους απόδοση είναι 3 ώρες. Αυτό σημαίνει ότι για 12 παραγωγικές ώρες απαιτούνται 4 μπαταρίες ή συστοιχίες μπαταριών αντίστοιχων προδιαγραφών.

Συμπερασματικά, η επαρκής κάλυψη των 163,2 Wh που καταναλώνει ημερήσια το μνημείο απαιτεί 4 μπαταρίες ή συστοιχίες μπαταριών των 40,8 Wh η κάθε μία.

Τα φωτιστικά σώματα που χρησιμοποιήθηκαν για την εγκατάσταση φωτισμού στη Νήσο λειτουργούν σε ονομαστική τάση 48 V dc. Από την συγκεκριμένη απαίτηση δικτύου προκύπτει η ελάχιστη χωρητικότητα των συσσωρευτών.

$$\text{Χωρητικότητα συσσωρευτή} = \frac{40,8 \text{ Wh}}{48 \text{ V}} = 0,85 \text{ Ah}$$

¹⁶<https://www.ensolar.com/pv/panel-datasheet/crystalline/35090>

Από έρευνα αγοράς¹⁷ επιλέγεται συσσωρευτής με τα ακόλουθα τεχνικά χαρακτηριστικά και όρια:

- Χωρητικότητα: 5 Ah
- Τάση: 48 V

Καθώς το σύστημα φωτισμού λειτουργεί σε 48 V dc κάθε μπλοκ θα περιλαμβάνει 1 τέτοιο στοιχείο. Έπειτα τα μπλοκ συνδέονται σε παραλληλία.

Πίνακας 45: Ισχύς εγκαταστάτης αποθήκευσης ενέργειας

Συσσωρευτές			
Μπλοκ	Πλήθος Μπαταριών	Συνολική Ημερήσια Ισχύς (Wh)	Συνολική Ισχύς (W)
4	1	5 Ah · 48 V · 4 = 960	320

Πίνακας 46: Ανάλυση κόστους συστοιχίας συσσωρευτών

Συνολικό Κόστος Συσσωρευτών		
Αρχικό Κόστος	Κόστος Συντήρησης Και Λειτουργίας	Συνολικό Κόστος
694 · 0,96 = 666,20 €	10 · 8,84 · 0,32 = 28,30 €	694,50 €

Η φωτοβολταϊκή εγκατάσταση απαιτείται να παρέχει αυτήν την ενέργεια στους συσσωρευτές. Καθώς ο συντελεστής χρησιμοποίησης των φωτοβολταϊκών ισούται με 22,5%, η αρχική ισχύς που πρέπει να εγκατασταθεί δίνεται από τον παρακάτω τύπο:

$$\text{Ισχύς φωτοβολταϊκής εγκατάστασης} = \frac{\text{Ετήσια κατανάλωση συσσωρευτών}}{\text{CF} \cdot 8760} = \frac{960 \text{ Wh} \cdot 365}{0,225 \cdot 8.760} = 177,8 \text{ W}$$

Από έρευνα αγοράς¹⁸ επιλέγεται φωτοβολταϊκό πλαίσιο με ονομαστική ισχύ 200 W.

Πίνακας 47: Ανάλυση κόστους φωτοβολταϊκών πλαισίων

Συνολικό Κόστος Φωτοβολταϊκών		
Αρχικό Κόστος	Κόστος Συντήρησης Και Λειτουργίας	Συνολικό Κόστος
0,46 · 200 = 92,00 €	20 · 4,6 · 0,2 = 18,40 €	110,40 €

¹⁷ <https://www.indiamart.com/jasconenergy/48v-lithium-ion-battery-pack.html>

¹⁸ <https://www.greenenergyparts.com/solarpanel-et-210wp.html>

Πίνακας 48: Ανάλυση κόστους για 20 έτη

Συνολικό Κόστος Εγκατάστασης για 20 Έτη		
Κόστος Συσσωρευτών	Κόστος Φωτοβολταϊκών	Συνολικό Κόστος
2 · 694,5 = 1.389,00 €	110,40 €	1.499,40 €

5.4 Συνολική Ανάλυση Κόστους Φωτισμού, Φωτοβολταϊκών Πλαισίων και Συσσωρευτών

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα συνολικά αποτελέσματα των αναλύσεων κόστους του φωτισμού, των συσσωρευτών και των φωτοβολταϊκών πλαισίων για 20 έτη, για όλα τα μνημεία του νησιωτικού συμπλέγματος της Σφακτηρίας.

Πίνακας 49: Αθροιστικός πίνακας Ανάλυσης Κόστους των Μνημείων της Νήσου (€)

Μνημεία	Κόστος εγκατάστασης φωτισμού	Συνολικό κόστος συσσωρευτών & φωτοβολταϊκών	Συνολικό Κόστος
Ρώσων	7.906,60	2.982,40	10.889,00
Γάλλων	2.618,80	1.499,40	4.118,20
Σανταρόζα	7.356,10	2.982,40	10.338,50
Άγγλων	2.105,60	1.499,40	3.605,00
Ελλήνων	4.299,30	1.499,40	5.798,70
Παναγούλα	7.809,20	1.667,00	9.476,20
Φάρος	1.030,40	1.499,40	2.529,80
			46.755,40

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: Συμπεράσματα και Προοπτικές

6.1 Συμπεράσματα

Με την παρούσα διπλωματική μελέτη παρουσιάζεται μία γενικότερη πρόταση για την ανάδειξη ιστορικών περιοχών μέσω καινοτόμων τεχνικών φωτισμού και την αυτόνομη κάλυψη των ενεργειακών τους αναγκών.

Τα φωτιστικά που προτείνονται για την υλοποίηση της μελέτης πληρούν τους αναγκαίους δείκτες προστασίας για σκόνη και υγρασία, είναι κατάλληλα για χρήση σε εξωτερικό χώρο και κατάλληλα για αρχιτεκτονικό φωτισμό. Δεν αλλοιώνουν την εικόνα των μνημείων και σέβονται την ιστορική τους αξία. Χρησιμοποιήθηκαν ήπιες τεχνικές φωτισμού και όχι υπερβολές, καθώς η δημιουργία εντυπωσιακών εφέ δεν συνάδει με τον χαρακτήρα του χώρου που είναι αρχαιολογικής και πολιτιστικής σημασίας.

6.2 Προοπτικές

Αντίστοιχες μελέτες μπορούν να πραγματοποιηθούν και σε άλλες εγχώριες περιοχές ιστορικού και πολιτισμικού ενδιαφέροντος. Η ενεργειακή ανεξαρτησία που προσφέρουν οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως τα φωτοβολταϊκά, σε απομακρυσμένες ή μη περιοχές αρχαιολογικής και πολιτιστικής σημασίας, ενισχύει τη βιωσιμότητα του έργου.

Επομένως, επιτυγχάνεται μία ολοκληρωμένη μελέτη φωτισμού με στόχο την ανάδειξη περιοχών ιστορικού ενδιαφέροντος και την οικονομική και πολιτιστική αναβάθμισή τους.

Βιβλιογραφία

- Aquino, T., Roling, M., Baker, C., & Rowland, L. (2017). Battery Energy Storage Technology Assessment. Platte River Power Authority: Fort Collins, CO, USA, 8.
- Bolinger, M., & Weaver, S. (2014). Utility-scale solar 2013: An empirical analysis of project cost, performance, and pricing trends in the united states.
- DiOrio, N., Dobos, A., & Janzou, S. (2015). Economic analysis case studies of battery energy storage with SAM (No. NREL/TP-6A20-64987). National Renewable Energy Lab.(NREL), Golden, CO (United States).
- Dobrotkova, Z., Surana, K., & Audinet, P. (2018). The price of solar energy: Comparing competitive auctions for utility-scale solar PV in developing countries. *Energy Policy*, 118, 133-148.
- Ewington, C., & Powell, J. (2005). U.S. Patent Application No. 10/969,389.
- Fantidis, J. G., Bandekas, D. V., Potolias, C., & Vordos, N. (2013). Cost of PV electricity—Case study of Greece. *Solar Energy*, 91, 120-130.
- Gaston, K. J., Davies, T. W., Bennie, J., & Hopkins, J. (2012). Reducing the ecological consequences of night-time light pollution: options and developments. *Journal of Applied Ecology*, 49(6), 1256-1266.
- Guenat, T., & Leblanc, P. (2006, September). How depth of discharge affects the cycle life of lithium-metal-polymer batteries. In INTELEC 06-Twenty-Eighth International Telecommunications Energy Conference (pp. 1-8). IEEE.
- IRENA. (2017). Electricity Storage and Renewables: Costs and Markets to 2030, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi, ISBN: 978-92-9260-038-9.
- Lahiri, S. (2017). Assessing CAPEX for Storage Projects. DNV GL, Oakland, California.
- Lazard. (2018). Lazard's Levelized Cost of Storage Analysis V4.0. Available online: <https://www.lazard.com/media/450774/lazards-levelized-cost-of-storage-version-40-vfinal.pdf>
- Licht.de. (2010). City marketing with light., licht.wissen 16, 201. Retrieved from: https://en.licht.de/fileadmin/Publications/licht-wissen/1005_lw16_E_City_Marketing_web.pdf
- Lumenpulse. (2014). Applications. Retrieved from <http://www.lumenpulse.com/en/applications>
- Manuel, W. G. (2014). Energy storage study 2014. TID, Turlock, CA, Tech. Rep.
- Mongird, K., Viswanathan, V. V., Balducci, P. J., Alam, M. J. E., Fotedar, V., Koritarov, V. S., & Hadjerioua, B. (2019). Energy Storage Technology and Cost Characterization Report (No. PNNL-28866). Pacific Northwest National Lab.(PNNL), Richland, WA (United States).
- Newbery, D. G. (2016). A simple introduction to the economics of storage: shifting demand and supply over time and space.

Schulte-Römer, N., Dannemann, E., & Meier, J. (2018). Light Pollution—A Global Discussion.

Spentza, M. (2014). Lighting masterplans, Architectural lighting of buildings. Artemide Architectural.

Steinberg Architects. (2011). Exterior Lighting Criteria Document, Campus-wide Exterior Lighting Master Plan. Los Angeles Valley College.

Vartiainen, E., Masson, G., Breyer, C., Moser, D., & Román Medina, E. (2019). Impact of weighted average cost of capital, capital expenditure, and other parameters on future utility-scale PV levelised cost of electricity. Progress in Photovoltaics: Research and Applications.

Weniger, J., Tjaden, T., & Quaschnig, V. (2014). Sizing of residential PV battery systems. Energy Procedia, 46(Suppl. C), 78-87.

Γερασίμου-Δούφου, Α. (2011). Ανάδειξη των όψεων με φωτισμό. Retrieved from <http://www.ktirio.gr>.

Δαφνομήλης, Σ. (2013). Μπαταρίες λιθίου. ΤΕΙ ΚΡΗΤΗΣ. Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών. Τμήμα Ηλεκτρολογίας. Retrieved from <https://apothesis.lib.teicrete.gr/bitstream/handle/11713/4025/DafnomilisStavros2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Δούλος, Λ., & Μπουρούσης, Κ. (2013). Σχεδιασμός έργων φωτισμού. Πάτρα. Εκδόσεις ΕΑΠ.

Ηλιάδης, Ι. (2009). Ο νυχτερινός φωτισμός των ιστορικών διατηρητέων κτιρίων της Καβάλας. Retrieved from <https://docplayer.gr/716008-O-nyhterinos-fotismos-ton-istorikon-diatiriteon-ktirion-tis-kavalas-ioannoy-iliadi-1-eisagogi.html>.

Κανακάκη, Μ., Τοπαλής, Φ. (2006). Μελέτη Φωτισμού Λίθινης Σιδηροδρομικής Γέφυρας Στο Μάναρη Αρκαδίας. ΕΜΠ. Retrieved from: <http://artemis.cslab.ece.ntua.gr:8080/jspui/handle/123456789/14581>.

Κάπος, Κ. (2008). Βασικές αρχές για το φωτισμό μνημείων, ναών και ιστορικών κτιρίων. Retrieved from: <http://costaskapos.blogspot.gr>

Καραδήμας, Κ. (2019). Γενικά Υπολογιστικά Στοιχεία. ΕΜΠ. Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών. Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών «ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΜΝΗΜΕΙΩΝ» Α' Κατεύθυνση «Συντήρηση και Αποκατάσταση Ιστορικών Κτιρίων και Συνόλων». Retrieved from: courses.arch.ntua.gr/fsr/116859/parartima.pdf

Κλωνιζάκης, Α. (2012). Φωτισμός-Γενικά. ΑΤΕΙ Αθήνας, Σχολή Γραφικών Τεχνών και Καλλιτεχνικών Σπουδών.

Κοντορήγας, Θ. (2006). Σχεδιάζοντας με το φως: η τέχνη του αρχιτεκτονικού φωτισμού. Greek Architects.

Κοντορήγας, Θ. (2009). Η αρχιτεκτονική του φωτός και η πόλη τη νύχτα. Greek Architects.

Κοντορήγας, Θ. (2011). Φωτισμός προσόψεων στο νυκτερινό αστικό τοπίο. Magazine. Building Green.

Κοντορούπης, Γ., Τριπιδάκης, Ι., & Σταματοπούλου, Ε. (1998). Φωτισμός ανάδειξης κτιρίων και αστικών υπαίθριων χώρων. Αθήνα. ΕΜΠ. Εργαστήριο Ενεργειακού & Βιοκλιματικού Σχεδιασμού.

Μαθιός, Κ. (1997). Φως και τεχνητός φωτισμός, η 4η διάσταση του χώρου. Περιοδικό Κατασκευαστής.

Μπάλτας, Χ. (1997). Πύλος. Αθήνα. Εκδότης Παπαδήμας Δημ. Ν.

Μπίρης, Γ. (2000). Χώρα-Πύλος-Μεθώνη, ένας δρόμος στο νότο. Αθήνα. Εκδόσεις Υπέρηχος.

Παναγοπούλου, Χ. (2015). Μελέτη φωτισμού Τείχους Δυμαίων στον Άραξο Αχαΐας. ΕΜΠ.

Πανέτσος, Γ., Κουφόπουλος, Π., Μυριανθέως, Μ., Σκαρής, Κ., Κασκαμπά, Κ., Παρασκευόπουλος, Σ., & Κοκκινάκης, Π. (2010). Τεκμηρίωση & Αποκατάσταση Μνημείων Κόλπου Ναβαρίνου. Τεχνική Έκθεση. Πανεπιστήμιο Πατρών. Πολυτεχνική Σχολή Τμήμα Αρχιτεκτόνων. Ερευνητικό Πρόγραμμα: Διερεύνηση Της Ιστορικής Τεχνικής Υποδομής Της Νεοκλασικής Πόλης.

Πανταζής, Σ. (2002). Ο ρόλος του φωτισμού στην ανάδειξη της πόλης και των μνημείων και το πρόβλημα της φωτορρύπανσης. Εφημερίδα: ΕΛΕΥΘΕΡΙΑ.

Παπαθανασόπουλος, Γ., & Παπαθανασόπουλος, Θ. (2004). Πύλος - Πυλία, Οδοιπορικό στο χώρο και στο χρόνο. Αθήνα. Εκδόσεις ΤΑΠΑ.

Τριπιδάκης, Ι. (2011). Φωτισμός ανάδειξης ιστορικών κτιρίων. Doctoral dissertation, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο (ΕΜΠ). Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών.

Χριστοφίδης, Ν. (2014). Φως, Φωτισμός, Σκοτάδι, Μια εισαγωγή στον αρχιτεκτονικό φωτισμό. Retrieved from <http://www.cy-arch.com>.

Χριστοφιλάκη, Σ. (2010). Ο τεχνητός εξωτερικός φωτισμός ως στοιχείο του δημόσιου αστικού χώρου και τρόποι εξοικονόμησης ενέργειας. Εργασία στο μάθημα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών ΕΜΠ, Περιβαλλοντικές συνιστώσες του σχεδιασμού και της οικιστικής ανάπτυξης.