



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΙΣΧΥΟΣ

Μελέτη Φωτισμού Λίθινης Σιδηροδρομικής Γέφυρας στο Μάναρη Αρκαδίας

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Μυρτώ Μ. Κανακάκη

Επιβλέπων : Φραγκίσκος , Β., Τοπαλής
Αναπληρωτής Καθηγητής

Αθήνα, Ιούλιος 2006



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΙΣΧΥΟΣ

Μελέτη Φωτισμού Λίθινης Σιδηροδρομικής Γέφυρας στο Μάναρη Αρκαδίας

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Μυρτώ Μ.Κανακάκη

Επιβλέπων : Φραγκίσκος, Β., Τοπαλής
Αναπληρωτής Καθηγητής Ε.Μ.Π

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 19^η Ιουλίου 2006

.....
Φραγκίσκος Τοπαλής
Αναπληρωτής
Καθηγητής Ε.Μ.Π

.....
Σταθόπουλος Ιωάννης
Καθηγητής Ε.Μ.Π

.....
Σταυρούλα Καβατζά
Λέκτορας Ε.Μ.Π

Αθήνα, Ιούλιος 2006

.....
Μυρτώ Μ.Κανακάκη

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

Copyright © Μυρτώ Μ. Κανακάκη, 2006.

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας 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.

Περίληψη

Ο σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η μελέτη φωτισμού καθώς και η ηλεκτρολογική μελέτη της μεγαλύτερης λίθινης σιδηροδρομικής γέφυρας της Ελλάδας και του σιδηροδρομικού σταθμού πλησίον αυτής. Η εν λόγω γέφυρα έχει μήκος εξωτερικού τόξου 118 μέτρα και αποτελείται από οκτώ τόξα μήκους 12.5 μέτρα. Για την φωτοτεχνική μελέτη χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό RELUX Professional 2005. Το εν λόγω λογισμικό είναι κατάλληλο για μελέτες φωτισμού εξωτερικών χώρων και δίνει την δυνατότητα στο χρήστη να σχεδιάζει και να εισάγει ψηφιακά επιφάνειες για προσομοίωση φωτισμού. Περιλαμβάνει επίσης βάση φωτιστικών σωμάτων από 60 κατασκευαστές.

Συγκεκριμένα λοιπόν στην εν λόγω μελέτη, έπειτα από τον ψηφιακό τρισδιάστατο σχεδιασμό της γέφυρας και του σταθμού στο RELUX, ακολούθησε η επιλογή και τοποθέτηση των φωτιστικών σωμάτων. Στο εσωτερικό των τόξων της γέφυρας, τοποθετήθηκαν δύο φωτιστικά λευκού φωτός και ανοιχτής δέσμης. Επιπλέον ο λαμπτήρας εκκένωσης τους ήταν λαμπτήρας αλογονιδίων μεταλλικών ατμών (CDM: Ceramic Discharge Metal halide) κατάλληλος για τον φωτισμό πέτρας. Τα φωτιστικά αυτά ήταν επίσης ιδανικά για αρχιτεκτονικό φωτισμό. Για το εξωτερικό των τόξων, χρησιμοποιήθηκαν φωτιστικά λευκού φωτός και πολύ κλειστής δέσμης. Ο λαμπτήρας εκκένωσης τους ήταν επίσης CDM (Ceramic Discharge Metal halide). Τα φωτιστικά αυτά ήταν κατάλληλα για γλυπτά και ανάγλυφες επιφάνειες. Σε ότι αφορά την φωτοτεχνική μελέτη του σταθμού, στην μία όψη του χρησιμοποιήθηκαν τέσσερα φωτιστικά θερμού λευκού φωτός (2700° K) με ανοιχτή δέσμη και στην άλλη δύο φωτιστικά επίσης θερμού λευκού φωτός (3000° K) με κλειστή δέσμη. Και τα δύο είδη φωτιστικών ήταν κατάλληλα για εξωτερικό φωτισμό κτιρίων.

Στην συνέχεια λοιπόν εκπονήθηκε προσομοίωση φωτισμού στο RELUX η οποία έδωσε την δυνατότητα μιας εποπτικής εικόνας τόσο της γέφυρας όσο και του σταθμού. Επιπλέον ορίστηκαν στο εν λόγω λογισμικό επιφάνειες μέτρησης της έντασης φωτισμού στη γέφυρα και στον σταθμό, προκειμένου να μετρηθεί και τεχνικά το αποτέλεσμα της μελέτης και να συγκριθεί με επιθυμητές θεωρητικές τιμές οι οποίες συναντιούνται στην βιβλιογραφία.

Τέλος, εκπονήθηκε η ηλεκτρολογική μελέτη γέφυρας και σταθμού, λαμβάνοντας υπ' όψη όχι μόνο τα ρεύματα που διαρρέουν τους αγωγούς αλλά και την πιθανή πτώση τάσεως που προκαλούν τα φωτιστικά.

Λέξεις κλειδιά

Σχεδιασμός, τοποθέτηση εξοπλισμού, προτεινόμενη ένταση φωτισμού, πολικό διάγραμμα, προσομοίωση φωτισμού, επιφάνεια μέτρησης, ηλεκτρολογική μελέτη, ηλεκτρολογικός πίνακας, καλώδια, ασφάλειες.

Abstract

The aim of this diploma thesis was the lighting and the electrical design of the biggest stone railway bridge of Greece as well as of the railway station near it. The length of the bridge's arc is 118 metres. The bridge is constituted of eight arches, each of which is 12.5 metres long. As far as the lighting design is concerned, RELUX Professional 2005 software was used. This software is suitable for lighting design of exterior buildings and gives the ability of designing digital surfaces in order to do a lighting simulation. Moreover it includes a joint luminaire database that contains data from 60 international manufacturers.

So in this project, the 3D designing of the bridge and the station followed the selection and placement of luminaries. In the interior of the arches, two luminaries of white light and wide beam were placed. Moreover their lamp was a high intensity discharge lamp (CDM: Ceramic Discharge Metal halide) suitable for stone surfaces. This luminary is also suitable for architectural lighting. In the exterior of the arches, luminaries of white light and very narrow beam were used. These luminaries are suitable for sculptures and embossed surfaces and its lamp (CDM: Ceramic Discharge Metal halide) is also suitable for stone surfaces. Regarding the lighting design of the railway station, six luminaries were used. Four luminaries of warm white light (2700° K) and wide beam were placed on the one wall and two luminaries of warm white light (3000° K) and narrower beam were used on the front wall. Both luminaries are suitable for residential lighting.

Afterwards the lighting simulation (using RELUX) was worked out. As a result, it gave us a picture of how the lighted bridge and station will look like. Moreover, measuring surfaces, calculating the intensity of light on the bridge's surfaces as well as on the station's surfaces, were fixed. Consequently the technical result of the study was also measured. Furthermore, the technical result was compared with desirable theoretical prices that are met in the bibliography.

Finally, the electrical design of the bridge and the station was done, taking into consideration not only the existing current but the voltage changes as well.

Key words

Designing, luminaries' placement, desirable lighting intensity, polar diagram, lighting simulation, measurement area, electrical study, electrical board, cables, fuses.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να εκφράσω τις εγκάρδιες ευχαριστίες μου στον καθηγητή μου Φραγκίσκο Β. Τοπαλή, αναπληρωτή καθηγητή Ε.Μ.Π, για τις υποδείξεις και τις συμβουλές του που συνέβαλαν στην πληρότητα της εν λόγω εργασίας. Θα ήθελα επιπλέον να τον ευχαριστήσω που μου έδωσε την δυνατότητα να ασχοληθώ με ένα τόσο ενδιαφέρον θέμα, αλλά και για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε. Τέλος πρέπει να τον ευχαριστήσω για την αμέριστη διάθεση συνεργασίας σε όλη την διάρκεια εκπόνησης της εργασίας. Είμαι επίσης ευγνώμων στον Κύριο Θανάση Κανέλλια, ηλεκτρολόγο μηχανικό Ε.Μ.Π, χωρίς την βοήθεια του οποίου θα ήταν αδύνατη η πραγματοποίηση και η ολοκλήρωση της παρούσας μελέτης. Θα ήθελα επίσης να τον ευχαριστήσω για την ακούραστη διάθεση παροχής γνώσεων και συμβουλών. Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Κύριο Παναγιώτη Σιαμπέκο, πρόεδρο του πολιτιστικού συλλόγου Μαναριοτών Αρκαδίας, για την πρόταση του να γίνει η εν λόγω μελέτη καθώς και για την βοήθειά του στη συγκέντρωση απαραίτητου υλικού για την γέφυρα.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	10
1.1 ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ	10
1.1.1 Γενικές αρχές	10
1.1.2 Φωτισμός ιστορικών κτιρίων και μνημείων	11
1.1.3 Βασικές αρχές.....	11
1.2 Η ΓΕΦΥΡΑ ΜΑΝΑΡΗ	15
1.2.1 Ιστορικά στοιχεία	15
1.2.2 Κατασκευαστικά στοιχεία.....	16
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΦΩΤΟΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΓΕΦΥΡΑΣ.....	18
2.1 ΜΕΛΕΤΗ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΓΕΦΥΡΑΣ	18
2.1.1 Σχεδιασμός.....	18
2.1.2 Τοποθέτηση εξοπλισμού και ανάδειξη γέφυρας	19
2.1.3 Χρώματα και φωτιστικά	21
2.1.4 Προτεινόμενη ένταση φωτισμού	26
2.1.5 Θάμβωση.....	26
2.2 ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΓΕΦΥΡΑΣ.....	27
2.2.1 Τρισδιάστατη απεικόνιση γέφυρας χωρίς φωτιστικά.....	27
2.2.2 Τρισδιάστατη απεικόνιση γέφυρας με φωτιστικά	27
2.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥΣ.....	34
2.3.1 Αισθητικό αποτέλεσμα.....	34
2.3.2 Τεχνικό αποτέλεσμα	34
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΦΩΤΟΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΣΤΑΘΜΟΥ	60
3.1 ΜΕΛΕΤΗ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ ΤΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ	60
3.1.1 Σχεδιασμός.....	61
3.1.2 Τοποθέτηση εξοπλισμού	61
3.1.3 Χρώμα και φωτιστικά.....	63
3.1.4 Προτεινόμενη ένταση φωτισμού	64
3.1.5 Θάμβωση.....	65
3.2 ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΤΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	66
3.2.1 Παρουσίαση αποτελεσμάτων.....	66
3.2.2 Σχολιασμός αποτελεσμάτων	78
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ.....	79
4.1 ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΕΡΓΟΥ	79
4.1.1 Γενικά.....	79
4.2 ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΓΕΦΥΡΑΣ ΚΑΙ ΣΤΑΘΜΟΥ	84
4.2.1 Εγκατάσταση Φωτιστικών.....	84
4.2.2 Υπολογισμός καλωδίων και ασφαλειών.....	88
4.2.3 Ηλεκτρολογικός πίνακας	93
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	97
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	99
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΑ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ.....	100
TEMPO 1 MWF/SWF 130.....	101
POMPEI MBF 505/504	104
MODERNA NERO (31001).....	112
PISO NERO 230V (61708).....	113

ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΠΙΝΑΚΩΝ

<i>Πίνακας 1: Υλικά και κατάλληλα χρώμα φωτισμού</i>	13
<i>Πίνακας 2: Προτεινόμενη ένταση φωτισμού ανάλογα με το υλικό της επιφάνειας</i>	14
<i>Φωτογραφία 1: Άποψη της γέφυρας από μακριά</i>	15
<i>Φωτογραφία 2: Η γέφυρα και ο ασφαλτοστρωμένος δρόμος που διέρχεται κάτω από αυτή</i>	16
<i>Φωτογραφία 3: Η γέφυρα και ο σταθμός από μακριά</i>	17
<i>Φωτογραφία 4: Το κτίριο του σταθμού</i>	17
<i>Φωτογραφία 5: Η γέφυρα υπό το φως του ήλιου</i>	18
<i>Φωτογραφία 6: Τοποθέτηση φωτιστικών</i>	20
<i>Φωτογραφία 7: Το φωτιστικό Tempro 1-2 (MWF130-CDM-TD70W/830-230V BK)</i>	21
<i>Φωτογραφία 8: Πολικό διάγραμμα φωτιστικού Tempro 1-2 (MWF130-CDM-TD70W/830-230V BK)</i>	22
<i>Φωτογραφία 9: Το φωτιστικό Rompei EXTENSION (MBF504 1xCDM-TD70W CON NB)</i>	23
<i>Φωτογραφία 10: Πολικό διάγραμμα φωτιστικού Rompei EXTENSION (MBF504 1xCDM-TD70W CON NB)</i>	23
<i>Φωτογραφία 11: Αρίθμηση ποδιών γέφυρας</i>	24
<i>Φωτογραφία 12: Ρεαλιστική θέση των φωτιστικών στο τρισδιάστατο μοντέλο προσομοίωσης</i>	28
<i>Φωτογραφία 13: Θέση των φωτιστικών στο τρισδιάστατο μοντέλο προσομοίωσης σύμφωνα με τον αισθητικά ιδανικό φωτισμό</i>	29
<i>Φωτογραφία 14: Πλάγια όψη του σταθμού</i>	60
<i>Φωτογραφία 15: Μπροστινή όψη του σταθμού</i>	61
<i>Φωτογραφία 16: Τοποθέτηση των φωτιστικών στην πλάγια όψη του σταθμού</i> ...	62
<i>Φωτογραφία 17: Τοποθέτηση των φωτιστικών στην μπροστινή όψη του σταθμού</i>	62
<i>Φωτογραφία 18: Το φωτιστικό Moderna Nero</i>	63
<i>Φωτογραφία 19: Πολικό διάγραμμα του φωτιστικού Moderna Nero</i>	63
<i>Φωτογραφία 20: Το φωτιστικό Piso Nero</i>	64
<i>Φωτογραφία 21: Πολικό διάγραμμα του φωτιστικού Piso Nero</i>	64
<i>Πίνακας 3: Τιμές της επιτρεπόμενης έντασης φόρτισης</i>	80
<i>Πίνακας 4: Τιμές συντελεστή f_1</i>	81
<i>Πίνακας 5: Τιμές συντελεστή f_2</i>	81
<i>Πίνακας 6: Ονομαστική ένταση ασφαλειών ανάλογα με την διατομή αγωγών</i>	82
<i>Πίνακας 7: Παράγοντας "K" για τον υπολογισμό της πτώσης τάσεως</i>	83
<i>Φωτογραφία 22: Μονογραμμικό σχέδιο ηλεκτρολογικής εγκατάστασης γέφυρας (κάτοψη)</i>	86
<i>Φωτογραφία 23: Μονογραμμικό σχέδιο ηλεκτρολογικής εγκατάστασης σταθμού (κάτοψη)</i>	87
<i>Φωτογραφία 24: Τοποθέτηση καλωδίου</i>	88
<i>Φωτογραφία 25: Ηλεκτρολογικός πίνακας γέφυρας</i>	94
<i>Φωτογραφία 26: Πολυγραμμικό σχέδιο τριφασικού καλωδίου γέφυρας</i>	95
<i>Φωτογραφία 27: Ηλεκτρολογικό πίνακας σταθμού</i>	96

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ

1.1.1 ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ

Ο φωτισμός εξωτερικών χώρων είναι τελείως διαφορετικός από ότι ο φωτισμός των εσωτερικών χώρων. Το εξωτερικό περιβάλλον κατά τη διάρκεια της νύχτας παρουσιάζει τις ακόλουθες σχεδιαστικές προκλήσεις:

- Ο ηλεκτρικός φωτισμός δεν μπορεί να φωτίσει προφανώς τον ουρανό όπως ο ήλιος, ενώ το μαύρο χρώμα του ουρανού έχει σαν αποτέλεσμα την εντονότερη αντίθεση αντικειμένων κατά τον νυχτερινό φωτισμό τους.
- Καμία φωτεινή πηγή δεν είναι τόσο ισχυρή ώστε να μπορεί να αντικαταστήσει το φως του ήλιου. Πολλές και μικρές πηγές σε κοντινές αποστάσεις από την φωτιζόμενη περιοχή πρέπει να χρησιμοποιούνται.
- Στις συνθήκες χαμηλού φωτισμού το μάτι λειτουργεί διαφορετικά από ότι λειτουργεί στις συνθήκες υψηλού φωτισμού που παρατηρούνται υπό το φως του ήλιου.
- Οι άνθρωποι έχουν διαφορετικά συναισθήματα τη νύχτα. Ο φωτισμός μπορεί να επηρεάσει αυτά τα συναισθήματα κάνοντας κάποιον να αισθάνεται για παράδειγμα πιο ασφαλής.
- Ο εξωτερικός φωτισμός είναι ορατός από μεγάλες αποστάσεις , ενώ η οπτική ενόχληση από αυτόν κατά την διάρκεια της νύχτας μπορεί να γίνει ιδιαίτερα αισθητή σε περίπτωση κακού σχεδιασμού.
- Οι νυχτερινές δραστηριότητες, όπως τα σπορ ή η οδήγηση σε αυτοκινητόδρομους, έχουν συγκεκριμένες απαιτήσεις φωτισμού έτσι ώστε οι άνθρωποι να μπορούν να κάνουν τις δραστηριότητες αυτές με ασφάλεια και τέλος
- Υπάρχει ανάγκη ο εξωτερικός φωτισμός να ελέγχεται ώστε να μην ενοχλεί αυτούς που θέλουν να τον αποφύγουν κατά τις νυχτερινές ώρες αλλά παράλληλα να μπορεί να χρησιμοποιηθεί από αυτούς που τον χρειάζονται.

1.1.2 ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΙΣΤΟΡΙΚΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ & ΜΝΗΜΕΙΩΝ

Ο φωτισμός ιστορικών κτιρίων και μνημείων είναι ένας από τους λίγους τρόπους ανάδειξης και συντήρησης της πολιτιστικής κληρονομιάς ενός τόπου.

Όταν ένα κτίριο ή μνημείο φωτίζεται τα πιο σημαντικά αρχιτεκτονικά του γνωρίσματα τονίζονται αλλά και εξευγενίζονται. Από αυτή την σκοπιά ο φωτισμός ενός τέτοιου κτίσματος είναι μια συμβολή στην πολιτιστική κληρονομιά ενός τόπου διότι δεν τονίζει απλά τα αρχιτεκτονικά χαρακτηριστικά, αλλά αναδεικνύει και την ύπαρξη της ολότητας του μνημείου.

Στην πραγματικότητα το φως είναι ένα εργαλείο για να τροποποιήσει κανείς το χώρο. Το φως είναι παρόν σε όλα τα αρχιτεκτονικά μνημεία και η λειτουργικότητά του μπορεί να γίνει αισθητή ανάλογα με τον τρόπο χρήσης του.

Παρά τα εμφανή πλεονεκτήματα του φωτισμού ενός μνημείου 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.

1.1.3 ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ

Τα βασικά βήματα τα οποία πρέπει να ακολουθηθούν σε μια πρώτη εκτίμηση της μελέτης φωτισμού ενός μνημείου που βρίσκεται σε εξωτερικό χώρο δίνονται παρακάτω:

- **Σχεδιασμός**

Μια προσεκτική μελέτη της εμφάνισης του μνημείου υπό το φως του ήλιου, βοηθάει στην κατανόηση του τι πρέπει ή τι δεν πρέπει να τονιστεί κατά την φωταγώγησή του. Φυσικά, αυτό δεν σημαίνει ότι η νυχτερινή του όψη πρέπει να μιμηθεί την πρωινή εμφάνιση, απεναντίας κατά τον σχεδιασμό πρέπει να δίνεται έμφαση στα σημαντικότερα σημεία του μνημείου (αν είναι ψηλό, στο ύψος του, αν είναι στρογγυλό στις κοιλότητές του κ.τ.λ), και να καλύπτονται τυχόν ατέλειες του. Αυτό, προφανώς μπορεί να έχει σαν αποτέλεσμα το μνημείο να φαίνεται πιο ελκυστικό την νύχτα από ότι την μέρα

Οι διάφορες οπτικές γωνίες του μνημείου πρέπει να μελετηθούν προσεκτικά καθώς αυτές έχουν άμεση επίδραση στην πιθανή και επιθυμητή τοποθέτηση των φωτιστικών όταν εκτιμάται η ευκολία προσέγγισης καθώς και η πιθανότητα θάμβωσης από τα φωτιστικά σώματα.

Η θέση και πολιτιστική σημασία του μνημείου, πρέπει επίσης να λαμβάνεται υπ' όψη κατά το σχεδιασμό. Για παράδειγμα, μια εκκλησία

σε κάποιο επαρχιακό τοπίο χρειάζεται μετρημένη φωταγώγηση ώστε απλά να είναι ορατή αλλά και ελκυστική από κάποιο κοντινό δρόμο. Από την άλλη, σε μια πόλη η φωταγώγηση μιας εκκλησίας πρέπει να είναι τέτοια ώστε αυτή να ξεχωρίζει από τα επίσης φωτισμένα γειτονικά κτίρια. Επομένως η τοποθεσία του υπό μελέτη κτίσματος, πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπ' όψη κατά το σχεδιασμό.

- ***Τοποθέτηση εξοπλισμού***

Έχοντας σύμφωνα με τα παραπάνω καταλήξει στην επιθυμητή εμφάνιση του κτίσματος, προχωράμε στην υλοποίηση της μελέτης. Το πιο δύσκολο κομμάτι αυτής είναι η τοποθέτηση του εξοπλισμού. Το επιθυμητό αποτέλεσμα φωτισμού, πρέπει να δίνεται από φωτιστικά σώματα τα οποία πρέπει να βρίσκονται σε σημεία αφενός προσβάσιμα και αφετέρου η κατεύθυνση τους να είναι τέτοια ώστε να μην προκαλείται θάμβωση σε αυτούς που παρατηρούν το κτίσμα.

- ***Ανάδειξη του κτίσματος***

Είναι ιδιαίτερα σημαντικό να δίνεται έμφαση στην τρισδιάστατη εμφάνιση του κτίσματος. Κατά τις πρώτες τεχνικές φωτισμού κτισμάτων, οι προσόψεις κτιρίων φωτίζονταν με προβολείς οι δέσμες των οποίων ήταν σχεδόν κάθετες με την επιφάνεια φωτισμού, με αποτέλεσμα που τελικά απείχε αισθητά από την όψη του κτίσματος υπό το φως του ήλιου και έδειχνε το κτίσμα επίπεδο. Αργότερα, έγινε κατανοητό ότι λιγότερο φως από λιγότερες πηγές οι οποίες είναι τοποθετημένες υπό γωνία σε σχέση με την επιφάνεια που φωτίζουν αναδεικνύει πολύ καλύτερα την αρχιτεκτονική του κτίσματος. Από τη στιγμή που ένα κτίσμα είναι ορατό από πολλές οπτικές γωνίες είναι σαφές ότι αυτές πρέπει να ληφθούν σοβαρά υπ' όψη κατά τη μελέτη φωτισμού.

- ***Χρώμα & Φωτιστικά***

Ψυχρές, ζεστές αλλά και χρωματιστές πηγές φωτός είναι πλέον τόσο διαδεδομένες που ο σχεδιαστής μπορεί να παρασυρθεί ξεχνώντας ότι το κτίσμα πρέπει να παρουσιάζει ενότητα και αρμονία. Διαφορετικά υλικά επιφάνειας, απαιτούν διαφορετικές πηγές φωτισμού. Παρακάτω παρατίθεται ένας πίνακας αντιστοιχίας υλικών και κατάλληλων χρωμάτων φωτισμού:

Υλικό	Χρώμα	Προτεινόμενη φωτεινή πηγή
Μπετό & Πέτρα	Λευκό	Tungsten and THD,SON,MBF,MBI,CDM
Τούβλο	Κόκκινο Κίτρινο Μπλε-Γκρι	Tungsten and THD,SON. Red fluorescent. Tungsten and THD,SON,SOX. Gold fluorescent. THD,MB,MBF,MBI,CDM
Αμμόπετρα	Κόκκινο-Καφέ	Tungsten,THD,SON. Gold fluorescent.
Γρασίδι & Φυτά	Πράσινο	MB,MBF,MBI. Green fluorescent

Tungsten: λαμπτήρας νήματος βολφραμίου
Fluorescent: λαμπτήρας φθορισμού
THD: λαμπτήρας αλογόνου
SON: λαμπτήρας νατρίου υψηλής πίεσης
SOX: λαμπτήρας νατρίου χαμηλής πίεσης
MBF: λαμπτήρας ατμών υδραργύρου
MBI: λαμπτήρας ατμών υδραργύρου αλογόνου
CDM: λαμπτήρας αλογονιδίων μεταλλικών ατμών

Πίνακας 1: Υλικά και κατάλληλα χρώματα φωτισμού

Σε ότι αφορά τώρα την δέσμη του φωτιστικού αξίζει να αναφερθεί ότι το ύψος της φωτιζόμενης επιφάνειας είναι αυτό που την καθορίζει. Χαμηλές επιφάνειες απαιτούν ανοικτή δέσμη ενώ ψηλές επιφάνειες απαιτούν στενή ή μεσαία δέσμης.

- **Προτεινόμενη ένταση φωτισμού**

Η μέση προτεινόμενη ένταση φωτισμού για διάφορες επιφάνειες δίνεται σε πίνακα στην επόμενη σελίδα και είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί ως οδηγός για τα περισσότερα κτίσματα. Βασίζεται σε δύο παραδοχές :

1. Ότι οι επιφάνειες που θα φωτιστούν είναι ματ, ώστε η φωτεινότητα να μεταβάλλεται ανάλογα με το γινόμενο Ένταση φωτισμού x Ανάκλαση. (Οι κατοπτρικές επιφάνειες χρίζουν ιδιαίτερης μεταχείρισης).

2. Ότι χρησιμοποιείται «λευκή» πηγή φωτός. Αυτό περιλαμβάνει όλες τις λάμπες νήματος βολφραμίου (tungsten filament lamps), τις λάμπες φθορισμού (white fluorescent tubes) όλες τις λάμπες εκκένωσης (HID), κάποιες λάμπες υδραργύρου (mercury lamps) ενώ προφανώς δεν περιλαμβάνει τις χρωματιστές λάμπες αλογόνου (colored halide lamps). Σε περίπτωση χρησιμοποίησης χρωματιστών πηγών (π.χ λάμπες νατρίου για κίτρινο τούβλο) μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο παρακάτω οδηγός, υπολογίζοντας το 70%-50% της προτεινόμενης έντασης φωτισμού.

Στον πίνακα η «Υψηλή φωτεινότητα» (μετρημένη σε lux) αναφέρεται σε καλά φωτισμένα κέντρα πόλεων ενώ η «Χαμηλή

Φωτεινότητα» αναφέρεται σε κτίσματα στην εξοχή όπου γενικά υπάρχει ελάχιστος φωτισμός. Ο παράγοντας 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 με χρήση προβολέων, βασίζεται σε πολύ περισσότερους παράγοντες από ότι στην επίτευξη των αναφερόμενων lux.

Παράγοντας Ανάκλασης	Υλικό	Κατάσταση Επιφάνειας	Χαμηλή Φωτεινότητα (lux)	Μέση Φωτεινότητα (lux)	Υψηλή Φωτεινότητα (lux)
0,8	Λευκό Τούβλο	Καθαρή	15	25	40
		Σχετικά καθαρή	20	35	60
		Σχετικά ακάθαρτη	45	75	120
0,6	Ανοιχτό-χρωμη 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 Μπλέ Τούβλο	Καθαρή	55	90	150
		Σχετικά καθαρή	80	140	230
		Σχετικά ακάθαρτη	160	280	450

Πίνακας 2: Προτεινόμενη ένταση φωτισμού ανάλογα με το υλικό της επιφάνειας και την κατάστασή της

- **Θάμβωση**

Σαν θάμβωση χαρακτηρίζεται η προβληματική κατανομή της φωτεινότητας ή η αντίθεση φωτεινοτήτων στο οπτικό πεδίο η οποία παρενοχλεί την όραση. Αυτό το φαινόμενο μπορεί να προκληθεί με δύο τρόπους:

1. Άμεση θάμβωση που προέρχεται κατευθείαν από τη φωτεινή πηγή.
2. Ανακλώμενη θάμβωση που προκαλείται προφανώς από ανακλάσεις του φωτός πάνω σε άλλες επιφάνειες.

Η παρουσία ενός τέτοιου φαινομένου, μπορεί να οδηγήσει όχι μόνο σε δυσάρεστα για την όραση αποτελέσματα αλλά κυρίως σε μη οικονομικές λύσεις και σε αδικαιολόγητη χρήση φωτός. Με τη σειρά της η αδικαιολόγητη χρήση φωτός οδηγεί σε φωτεινή ρύπανση, φαινόμενο προφανώς ανεπιθύμητο. Γενικά το φαινόμενο της θάμβωσης πρέπει σε κάθε περίπτωση να αποφεύγεται.

1.2 Η ΓΕΦΥΡΑ ΜΑΝΑΡΗ

Στην εν λόγω εργασία πρόκειται να εκπονηθεί η μελέτη φωτισμού καθώς και η ηλεκτρολογική μελέτη της γέφυρας Μάναρη. Πρόκειται για μια λίθινη γέφυρα του 19^{ου} αιώνα που μέχρι σήμερα αποτελεί τεχνικό και πολιτιστικό μνημείο άξιο ανάδειξης και προβολής. Η παλαιότητά της, η καμπυλότητά της, η κομψότητά της, το μέγεθός της (η μεγαλύτερη λίθινη γέφυρα της Ελλάδας) και γενικά η αρχιτεκτονική της δομή και η αντοχή της, την κατατάσσουν μεταξύ των επιτευγμάτων της εποχής της. Η προβολή της μέσω του φωτισμού της, θα συμβάλει στην ανάδειξή της σε τεχνικό και πολιτιστικό μνημείο του της Ελλάδος.



Φωτογραφία 1: Αποψη της γέφυρας από μακριά

1.2.1 ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Η εν λόγω γέφυρα ανήκει στον ΟΣΕ. Βρίσκεται 15 χιλιόμετρα μακριά από την Τρίπολη στον άξονα της σιδηροδρομικής γραμμής Τρίπολης-Καλαμάτας όπου υπάρχει και η ομώνυμη στάση Μάναρη. Απέχει 2 χιλιόμετρα από τον εθνικό οδικό άξονα Τρίπολης- Καλαμάτας και βρίσκεται επί του δρόμου που οδηγεί στο χωριό Μάναρη. Είναι η μεγαλύτερη λίθινη γέφυρα της Ελλάδος.

Μελετήθηκε, σχεδιάστηκε και κατασκευάστηκε από της γαλλική Societe Anonyme Internationale de construction et d' enterprise des Tranaux publiques (Ανώνυμη Διεθνή Εταιρία Κατασκευών και Εργολαβικών Έργων). Τα σχέδια της είναι της περιόδου 1890-91 από το Γάλλο αρχιμηχανικό A.Cotteland, ενώ αρχιμηχανικός κατασκευής

ήταν ο P.Lereche. Η κατασκευή της έγινε μεταξύ των ετών 1892-98 χρονιά που πρωτολειτούργησε η γραμμή Μύλων – Καλαμάτας.

Από την κατασκευή της γέφυρας δε χρειάστηκε ποτέ παρέμβαση για επισκευή η συντήρηση και δεν επηρεάστηκε ποτέ από φυσικά φαινόμενα. Δίπλα στη γέφυρα υπάρχει το κτίριο της στάσης Μάναρη. Έχει κατασκευαστεί την ίδια εποχή με τη γέφυρα και σήμερα έχει κριθεί διατηρητέο. Το χωριό Μάναρη βρίσκεται 1 χιλιόμετρο από την γέφυρα και εξυπηρετείται από το ασφαλτοστρωμένο αμαξωτό δρόμο που διέρχεται κάτω από αυτήν.



Φωτογραφία 2: Η γέφυρα και ο ασφαλτοστρωμένος δρόμος που διέρχεται κάτω από αυτήν

1.2.2 ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Η γέφυρα είναι καμπυλωτή (τόξο 40 μοιρών, ακτίνα κύκλου 160 μέτρων). Εσωτερικά έχει μήκος 113,943 μέτρα και εξωτερικά 117,257 μέτρα. Έχει οκτώ ανοίγματα (τοξωτές καμάρες) με 12,5 μέτρα μήκος το καθένα. Το μέγιστο ύψος της είναι 22 μέτρα.

Η πέτρα της γέφυρας και της στάσης είναι ντόπια. Την εποχή που κατασκευαζόταν είχαν ανοιχτεί λατομεία στον παρακείμενο ορεινό όγκο «Σπαρτιά» και με Ντεκοβίλ την έφερναν στο χώρο της γέφυρας για πελέκημα και χτίσιμο.



Φωτογραφία 3: Η γέφυρα και ο σταθμός από μακριά



Φωτογραφία 4: Το κτίριο του σταθμού

2 ΦΩΤΟΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΓΕΦΥΡΑΣ

2.1 ΜΕΛΕΤΗ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΓΕΦΥΡΑΣ

Ακολουθώντας τις βασικές αρχές που αναφέρθηκαν στο πρώτο κεφάλαιο, ξεκινάμε την μελέτη φωτισμού της λίθινης γέφυρας Μάναρη.

2.1.1 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

Παρακολουθώντας την όψη της γέφυρας υπό το φως του ήλιου, παρατηρούμε ότι οι καμάρες της παρουσιάζουν σκιές οι οποίες σταδιακά αυξάνουν καθώς απομακρυνόμαστε από το σταθμό του τραίνου.



Φωτογραφία 5: Η γέφυρα υπό το φως του ήλιου

Φυσικά όπως έχει ήδη αναφερθεί, στόχος του φωτισμού δεν είναι απαραίτητα η απομίμηση της όψης της γέφυρας την μέρα αλλά η ανάδειξη των αρχιτεκτονικών της χαρακτηριστικών (καμπυλότητα και καμάρες). Όμως λόγω του ότι η εν λόγω γέφυρα βρίσκεται σε απόλυτα φυσικό τοπίο, μια απομίμηση της φυσικής πρωινής της όψης θα οδηγούσε επίσης σε καλαισθητο αποτέλεσμα.

Άμεση συνέπεια των παραπάνω είναι ότι είναι ιδιαίτερα πιθανό να υπάρχουν δύο λύσεις στις οποίες μπορεί να καταλήξει κανείς. Στην εν λόγω μελέτη, θα αναλυθεί η λύση η οποία τονίζει τα αρχιτεκτονικά χαρακτηριστικά της γέφυρας (έμφαση στις καμάρες).

Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφερθεί ότι η φωταγώγηση θα πρέπει να είναι μετρημένη αφού η γέφυρα βρίσκεται σε επαρχιακό τοπίο, στο οποίο δεν υπάρχουν άλλα φώτα.

2.1.2 ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΤΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ & ΑΝΑΔΕΙΞΗ ΤΗΣ ΓΕΦΥΡΑΣ

Πρέπει αρχικά να τονιστεί, ότι ο εξοπλισμός πρέπει να είναι σε σημείο που να πληρεί τέσσερα βασικά χαρακτηριστικά:

- Προσβασιμότητα
- Αποφυγή θάμβωσης
- Ασφάλεια από βανδαλισμό και κακόβουλη πράξη
- Επίτευξη του επιθυμητού αποτελέσματος

Έχοντας λοιπόν αποφασίσει ότι θα ακολουθήσουμε την λύση ανάδειξης των αρχιτεκτονικών χαρακτηριστικών, προχωράμε στην υλοποίησή της, φροντίζοντας να πληρούνται τα παραπάνω χαρακτηριστικά.

ο Εσωτερικό των τόξων

Σε αυτή την περίπτωση στόχος είναι να τονιστούν οι καμπύλες της γέφυρας και συγκεκριμένα τα τόξα της. Για το λόγο αυτό, θα τοποθετηθούν σε κάθε καμάρα δύο προβολείς. Αυτοί, θα βρίσκονται σε ύψος τρία μέτρα από το έδαφος, πάνω στην εσωτερική επιφάνεια κάθε «ποδιού» του τόξου, και μάλιστα στην μέση του πλάτους του ποδιού (φωτιστικά 2,3 φωτογραφία 6). Η επιλογή του ύψους είναι τέτοια ώστε να αποφεύγεται η κάλυψη των προβολέων από χώμα ή τυχόν φυτά που βρίσκονται στην περιοχή, να είναι προσβάσιμοι με κάποια σκάλα και να είναι σε ασφαλές σημείο που να μην μπορεί να φτάσει ο καθένας.

Η δέσμη των προβολέων θα είναι σχεδόν κάθετη με τον οριζόντιο άξονα (θα σχηματίζει γωνία της τάξης των 70° με αυτόν) και ο προσανατολισμός της θα είναι φυσικά προς τα πάνω έτσι ώστε να τονίζεται η καμάρα με μια δέσμη που θα αναδεικνύει την καμπυλότητα των τόξων της. Το τόξο θα φωτίζεται ουσιαστικά από τις ανακλάσεις που θα συμβαίνουν στην επιφάνεια κάθε ποδιού κοντά στο φωτιστικό.

Η επιλογή της δέσμης είναι τέτοια ώστε να πληρούνται και τα δύο επόμενα κριτήρια τοποθέτησης εξοπλισμού, η αποφυγή της θάμβωσης και η επίτευξη του επιθυμητού αποτελέσματος.

ο Εξωτερικό των τόξων

Σε ότι αφορά τώρα τον φωτισμό της υπόλοιπης γέφυρας θα ακολουθηθεί παρόμοια στρατηγική. Για να αναδειχθεί λοιπόν το ύψος της, αλλά και για να διατηρηθεί ομοιομορφία με τον εσωτερικό φωτισμό των τόξων της, επιλέγονται προβολείς οι οποίοι θα τοποθετηθούν στη μέση των «ποδιών» στο εξωτερικό κάθε τόξου (και από τις δύο πλευρές), επίσης σε ύψος τριών μέτρων (φωτιστικά 1,4 φωτογραφία 6). Ο προσανατολισμός της δέσμης τους θα είναι κατακόρυφος προς τα πάνω, μια και ο φωτισμός από κάτω προς τα πάνω αναδεικνύει καλύτερα ένα οποιοδήποτε ψηλό κτίσμα. Η δέσμη θα σχηματίζει με την κατακόρυφο γωνία της τάξης των 80 μοιρών.

Παρακάτω παρατίθεται ένα τόξο με την προαναφερόμενη τοποθέτηση των φωτιστικών:



Φωτογραφία 6: Τοποθέτηση των φωτιστικών.

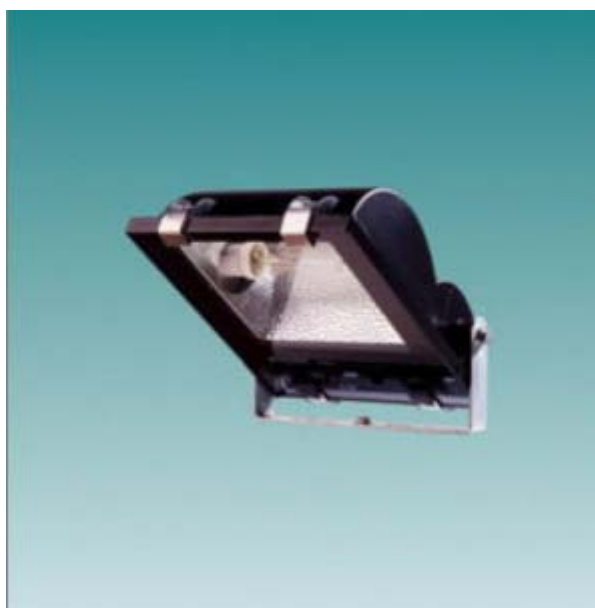
2.1.3 ΧΡΩΜΑ & ΦΩΤΙΣΤΙΚΑ

Σε ότι αφορά τα φωτιστικά, θα χρησιμοποιηθεί πηγή λευκού φωτός προσέχοντας παράλληλα την απόδοση σε lumen και την κατανάλωση των εκάστοτε προβολέων προκειμένου να μην καταλήξουμε σε υπερβολικά φωτισμένο αποτέλεσμα αλλά και σε υπερβολικές καταναλώσεις.

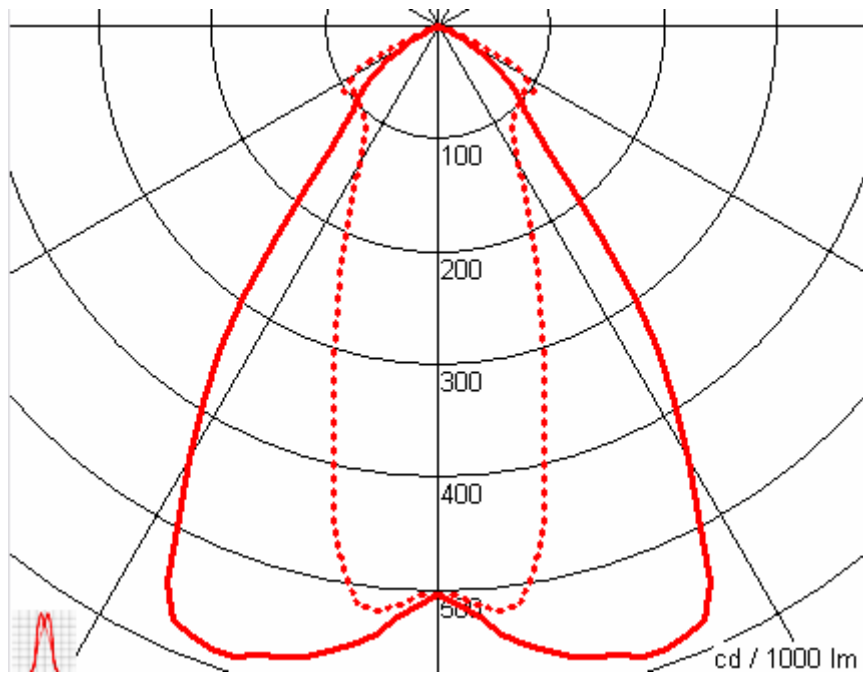
ο Εσωτερικό των τόξων

Για την εν λόγω μελέτη, για το εσωτερικό των τόξων ενδείκνυται προβολέας λευκού φωτός και ανοιχτής δέσμης μια και η επιφάνεια η οποία πρόκειται να φωτιστεί (από το σημείο τοποθέτησης του φωτιστικού μέχρι την αρχή του τόξου) είναι σχετικά μικρού ύψους (περίπου 9,5 μέτρα). Φυσικά βασική προϋπόθεση είναι το εσωτερικό των τόξων να καθαριστεί προκειμένου να είναι δυνατή η ανάδειξη του υλικού και οι ανακλάσεις.

Ο προτεινόμενος τύπος φωτιστικού για την εν λόγω περίπτωση είναι ο προβολέας TEMPO 1-2 (MWF130-CDM-TD70W/830-230V BK) της εταιρίας Philips. Ο προβολέας αυτός έχει αρκετά ανοιχτή δέσμη φωτός και ενδείκνυται για αρχιτεκτονικό φωτισμό. Επιπλέον, ο λαμπτήρας εκκένωσης που έχει (CDM: Ceramic Discharge Metal halide, λαμπτήρας αλογονιδίων μεταλλικών ατμών) είναι κατάλληλος για τον φωτισμό πέτρινης επιφάνειας (Πίνακας 1). Η συνολική φωτεινή ισχύς που μπορεί να αποδώσει είναι 6500 lumen καταναλώνοντας συνολική ισχύ 88 Watt. Παρακάτω παρατίθεται φωτογραφία του φωτιστικού και το πολικό του διάγραμμα.



Φωτογραφία 7: Το φωτιστικό TEMPO 1-2 (MWF130-CDM-TD70W/830-230V BK)



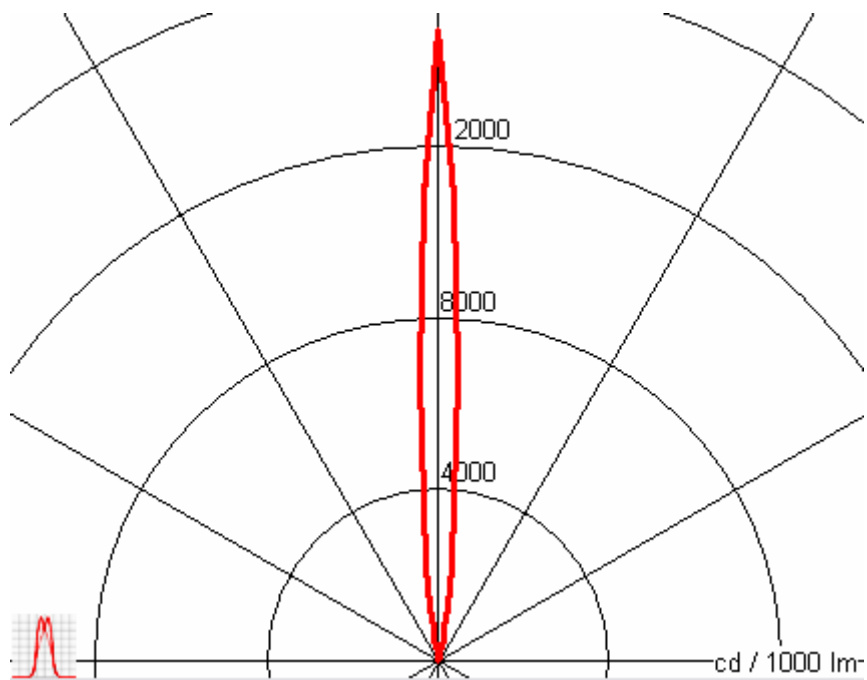
Φωτογραφία 8: Πολικό διάγραμμα φωτιστικού TEMPO 1-2 (MWF130-CDM-TD70W/830-230V BK)

ο Εξωτερικό των τόξων

Σε ότι αφορά τώρα την ανάδειξη των «ποδιών» της γέφυρας, ο προτεινόμενος τύπος φωτιστικού για την περίπτωση μας είναι Pompei EXTENSION (MBF504 1xCDM-T70W CON NB) της εταιρίας Philips. Ο προβολέας αυτός επιλέχθηκε να έχει αρκετά κλειστή δέσμη φωτός μια και η επιφάνεια που πρόκειται να φωτιστεί με αυτόν είναι αρκετά ψηλότερη της εσωτερικής (περίπου 17 μέτρα). Επιπλέον ο εν λόγω προβολέας ενδείκνυται για την ανάδειξη ανάγλυφων επιφανειών και γενικότερα φωτισμού από κάτω προς τα πάνω. Ο λαμπτήρας εκκένωσης που έχει (CDM: Ceramic Discharge Metal halide, λαμπτήρας αλογονιδίων μεταλλικών ατμών) είναι επίσης κατάλληλος για τον φωτισμό πέτρινης επιφάνειας (Πίνακας 1). Η συνολική φωτεινή ισχύς που μπορεί να αποδώσει είναι 6600 lumen καταναλώνοντας συνολική ισχύ 88 Watt. Παρακάτω παρατίθεται φωτογραφία του φωτιστικού και το πολικό του διάγραμμα:



Φωτογραφία 9: Το φωτιστικό Pompei EXTENSION (MBF504 1xCDM-T70W CON NB)



Φωτογραφία 10: Πολικό διάγραμμα φωτιστικού Pompei EXTENSION (MBF504 1xCDM-T70W CON NB)

Είναι βέβαια γεγονός ότι το εν λόγω φωτιστικό ενδείκνυται για τοποθέτηση στο έδαφος (η οποία όμως λόγω περιβάλλοντος δεν θεωρείται ιδιαίτερα κατάλληλη για την εν λόγω μελέτη). Για το λόγο αυτό το μέγεθος του μπορεί να μην είναι ιδιαίτερα διακριτικό στο εξωτερικό του ποδιού του τόξου.

Παρ' όλ' αυτά η ποικιλία φίλτρων που αυτό δέχεται και μπορεί να δώσει διαφορετική όψη στη γέφυρα (π.χ κίτρινη απόχρωση στο εξωτερικό των τόξων), καθώς και τα λοιπά τεχνικά του χαρακτηριστικά (ιδιαίτερα μεγάλη αντοχή) το καθιστούν κατάλληλο για την εν λόγω χρήση.

Στην παράγραφο 2.2.2 παρατίθεται η προσομοίωση της φωτισμένης γέφυρας σύμφωνα με την ρεαλιστική τοποθέτηση που συζητήθηκε στην παράγραφο 2.1.2 καθώς και μια δεύτερη προσομοίωση με τα εν λόγω φωτιστικά στο κατώτερο σημείο των ποδιών του τόξου και παρατηρείται το αισθητικό πλεονέκτημα που μια τέτοια τοποθέτηση παρέχει. Φυσικά και στην πραγματικότητα κάποια από τα φωτιστικά ενδεχομένως να χρειαστούν τοποθέτηση στο έδαφος λόγω ανομοιομορφίας ύψους των ποδιών της γέφυρας. Το θέμα αυτό εξετάζεται αναλυτικά παρακάτω.

- ο Συνολικός αριθμός φωτιστικών

Για λόγους ευκολίας δίνεται μια φωτογραφία της γέφυρας με αριθμημένα τα «πόδια» της και ακολουθεί αναλυτική περιγραφή της τοποθέτησης των φωτιστικών.



Φωτογραφία 11: Αρίθμηση ποδιών γέφυρας.

Το ύψος των ποδιών (μέχρι το σημείο που ξεκινά η το τόξο) ποικίλει. Για το λόγο αυτό και προκειμένου τα φώτα να βρίσκονται σε μια νοητή οριζόντια γραμμή, αυτά θα τοποθετηθούν στην ουσία σε διαφορετικά ύψη. Το ύψος του κάθε ποδιού δίνεται παρακάτω:

Πόδι 1:	6.50 μέτρα
Πόδι 2:	9.80 μέτρα
Πόδι 3:	12.0 μέτρα
Πόδι 4:	13.3 μέτρα
Πόδι 5:	11.8 μέτρα
Πόδι 6:	11.4 μέτρα
Πόδι 7:	7.80 μέτρα

Όπως γίνεται κατανοητό από την παράγραφο 2.1.2, σε κάθε «πόδι» της γέφυρας θα τοποθετηθούν τέσσερα φωτιστικά. Δύο για το φωτισμό του εσωτερικού των τόξων (TEMPO 1-2 (MWF130-CDM-TD70W/830-230V BK)) και δύο για το φωτισμό κάθε πλευράς του εξωτερικού ποδιού της γέφυρας (Pompei EXTENSION (MBF504 1xCDM-T70W CON NB)). Όμως εδώ θα πρέπει να τονιστεί ότι τα τέσσερα προαναφερόμενα φωτιστικά θα τοποθετηθούν στα πέντε από τα επτά πόδια της γέφυρας (πόδια 2-6). Επειδή τα πόδια 1 και 7 είναι αισθητά πιο κοντά από τα υπόλοιπα, στο εξωτερικό αυτών θα χρησιμοποιηθούν ακριβώς ίδιου τύπου προβολείς οι οποίοι όμως θα αποδίδουν την μισή ένταση φωτισμού και συνολικά θα καταναλώνουν λιγότερη ισχύ. Ο εν λόγω τύπος είναι ο Pompei EXTENSION (MBF504 1xCDM-T35W CON NB), αποδίδει φωτεινή ισχύ 3300 lumen και καταναλώνει συνολική ισχύ 47W. Φυσικά και τα φωτιστικά αυτά θα τοποθετηθούν σε ελάχιστο ύψος από το έδαφος για λόγους ομοιομορφίας.

Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφερθεί ότι η τοποθέτηση φωτιστικών σε ύψος τριών μέτρων (η οποία αναφέρεται παραπάνω) ουσιαστικά εφαρμόζεται μόνο στο πόδι 4, ενώ τα υπόλοιπα φωτιστικά τοποθετούνται σε τέτοιο ύψος ώστε να βρίσκονται σε μια νοητή ευθεία με τα φωτιστικά του ποδιού 4. Πιο συγκεκριμένα, η τοποθέτηση των φωτιστικών ανάλογα με το πόδι δίνεται στη συνέχεια:

Πόδι 1:	20 εκατοστά από το έδαφος
Πόδι 2:	20 εκατοστά από το έδαφος
Πόδι 3:	2 μέτρα από το έδαφος
Πόδι 4:	3 μέτρα από το έδαφος
Πόδι 5:	1.5 μέτρα από το έδαφος
Πόδι 6:	1.1 μέτρα από το έδαφος
Πόδι 7:	20 εκατοστά από το έδαφος

Η τοποθέτηση πολύ κοντά στο έδαφος δυστυχώς δεν ήταν εφικτό να αποφευχθεί. Όμως τα φωτιστικά τα οποία έχουν επιλεγεί είναι ιδιαίτερα ανθεκτικά και κατάλληλα και για τέτοια χρήση.

Τελικά, τα φωτιστικά που θα χρησιμοποιηθούν είναι:

- 7 * 2 = 14 φωτιστικά TEMPO 1-2 (MWF130-CDM-TD70W/830-230V BK)
- 5 * 2 = 10 φωτιστικά Pompei EXTENSION (MBF504 1xCDM-T70W CON NB)
- 2 * 2 = 4 φωτιστικά Pompei EXTENSION (MBF504 1xCDM-T35W CON NB)

2.1.4 ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΕΝΤΑΣΗ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

Σύμφωνα με την παραπάνω επιλογή φωτιστικών παρατηρούμε ότι στην εν λόγω μελέτη χρησιμοποιούνται πηγές λευκού φωτός (CDM: Ceramic Discharge Metal halide, δηλαδή λαμπτήρες εκκένωσης ατμών). Επιπλέον, οι επιφάνειες οι οποίες πρόκειται να φωτιστούν (πέτρινες επιφάνειες) είναι ματ. Γίνεται λοιπόν σαφές ότι οι δύο προϋποθέσεις οι οποίες αναφέρονται στην παράγραφο 1.1.3 στο κομμάτι το σχετικό με την προτεινόμενη ένταση φωτισμού τηρούνται. Επομένως είναι σαφές ότι είναι εφικτό να χρησιμοποιηθεί ο Πίνακας 2 της εν λόγω παραγράφου για τον υπολογισμό της προτεινόμενης έντασης φωτισμού στις επιφάνειες που θα φωτιστούν.

Σαν υλικό επιλέγεται η ανοιχτόχρωμη πέτρα μια και από τέτοιου είδους πέτρα είναι χτισμένη η γέφυρα. Επιπλέον σύμφωνα με τα αναφερόμενα στην παράγραφο 2.1.1 η φωταγώγηση της γέφυρας θα πρέπει να είναι χαμηλή αφού αυτή βρίσκεται σε επαρχιακό δρόμο στον οποίο δεν υπάρχουν άλλα φώτα. Η κατάσταση επιφάνειας είναι ιδιαίτερα δύσκολο να καθοριστεί με ακρίβεια διότι η γέφυρα βρίσκεται μεν σε επαρχιακή περιοχή (κατάσταση επιφάνειας: σχετικά καθαρή) αλλά πρόκειται για ένα κτίσμα ιδιαίτερα παλιό (κατάσταση επιφάνειας: σχετικά ακάθαρτη). Επομένως η κατάσταση της επιφάνειάς του εμπίπτει σε μια κατηγορία ανάμεσα στην σχετικά καθαρή και στην ακάθαρτη γεγονός που σημαίνει ότι θα υπάρχει μια πιο ελαστική αντιμετώπιση σε ότι αφορά την προτεινόμενη ένταση φωτισμού. Σύμφωνα λοιπόν με τα παραπάνω, από τον Πίνακα 2 της παραγράφου 1.1.3 βλέπουμε ότι τα προτεινόμενα lux στη υπό μελέτη επιφάνεια σύμφωνα με όλα τα παραπάνω θα μπορούν να κινηθούν σε τιμές μεταξύ 35 και 65.

2.1.5 ΘΑΜΒΩΣΗ

Είναι προφανές ότι από την αρχή της μελέτης τηρήθηκαν οι απαραίτητες προϋποθέσεις προκειμένου να αποφευχθούν φαινόμενα θάμβωσης και φωτεινής ρύπανσης (σωστή επιλογή και τοποθέτηση φωτιστικών). Όμως το αν και κατά πόσο τα φαινόμενα αυτά θα αποφευχθούν στην πράξη, θα γίνει κατανοητό μετά τα αποτελέσματα της προσομοίωσης. Το ζήτημα της θάμβωσης θα εξεταστεί ξανά στην παράγραφο 2.3 όπου αξιολογούνται τα αποτελέσματα της προσομοίωσης.

2.2 ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΤΗΣ ΓΕΦΥΡΑΣ

Η προσομοίωση του φωτισμού της γέφυρας θα γίνει με χρήση του προγράμματος RELUX. Με το εν λόγω πρόγραμμα είναι δυνατόν να έχουμε τρισδιάστατη απεικόνιση της γέφυρας σε εξωτερικές συνθήκες, χωρίς και με φωτισμό. Επιπλέον, έχουμε ιδιαίτερη ευελιξία σχετικά με τη θέση αλλά κυρίως με την επιλογή των φωτιστικών σωμάτων μια και το εν λόγω πρόγραμμα διαθέτει πολυάριθμες βιβλιοθήκες από φωτιστικά διαφόρων εταιριών.

Τέλος πρέπει να αναφερθεί ότι το πρόγραμμα αυτό δίνει την δυνατότητα να επιλέξουμε από μία μεγάλη ποικιλία υλικών το είδος της επιφάνειας μας, αλλά και να εισάγουμε την δική μας φωτογραφία επιφάνειας αν οι υπάρχουσες δεν συμφωνούν πλήρως με την μελέτη μας. Επιπλέον υπάρχει μεγάλη ποικιλία επιφανειών για τον περιβάλλοντα χώρο.

2.2.1 ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΗΣ ΓΕΦΥΡΑΣ ΧΩΡΙΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΑ

Για λόγους ευκολίας και επειδή η γέφυρα παρουσιάζει σχετική ομοιομορφία, στην τρισδιάστατη απεικόνισή της στο RELUX παρουσιάζονται μόνο τέσσερις από τις οκτώ καμάρες της. Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφερθεί ότι έτοιμο μοντέλο της γέφυρας δεν υπήρχε. Ο σχεδιασμός της επιτεύχθηκε με την εισαγωγή πολυάριθμων κύβων διαφόρων διαστάσεων σε τέτοια σημεία ώστε το τελικό αποτέλεσμα να δίνει μια απεικόνιση της γέφυρας σε πραγματικές διαστάσεις.

Στο εν λόγω μοντέλο, λόγω του ότι οι υπάρχουσες επιφάνειες των βιβλιοθηκών του RELUX δεν προσομοιάζαν στην επιφάνεια της γέφυρας, επιλέχθηκε φωτογραφία υψηλής ανάλυσης του υλικού της γέφυρας (όπως αυτή φωτογραφήθηκε από κοντά).

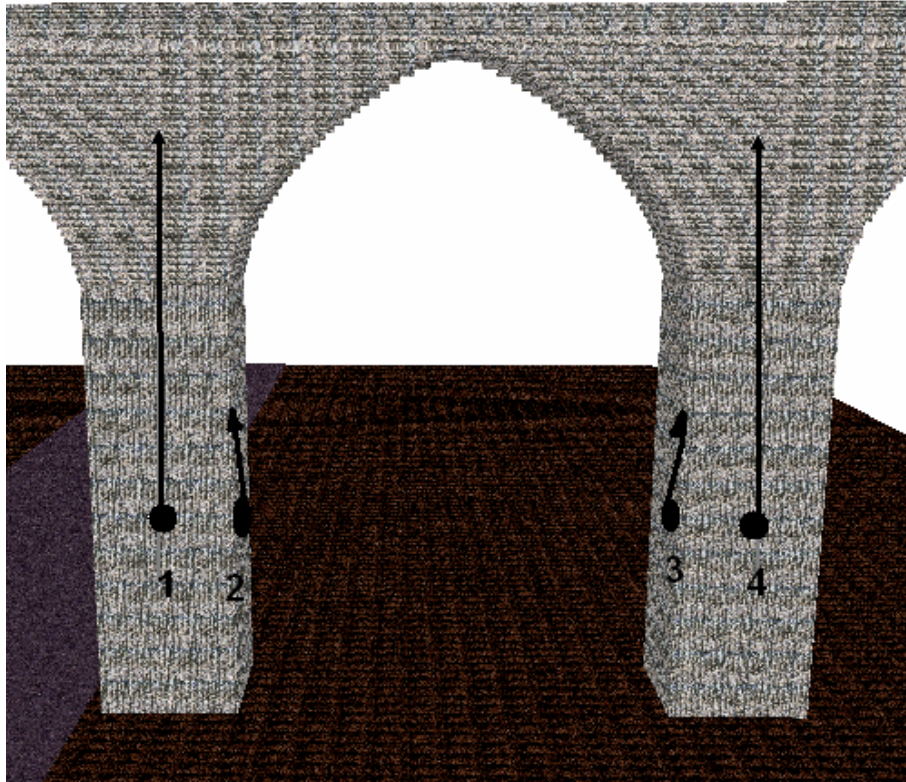
Σε ότι αφορά τον περιβάλλοντα χώρο επιλέχθηκε για δάπεδο χώμα χαμηλής ανακλαστικότητας (8%) και ασφαλτικός δρόμος (από τις βιβλιοθήκες του προγράμματος) προκειμένου οι συνθήκες να είναι όσο το δυνατόν πιο κοντά στις πραγματικές. Το τρισδιάστατο μοντέλο με τη βοήθεια του οποίου θα γίνει η προσομοίωση δίνεται στη σελίδα 30.

2.2.2 ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΗΣ ΓΕΦΥΡΑΣ ΜΕ ΦΩΤΙΣΤΙΚΑ

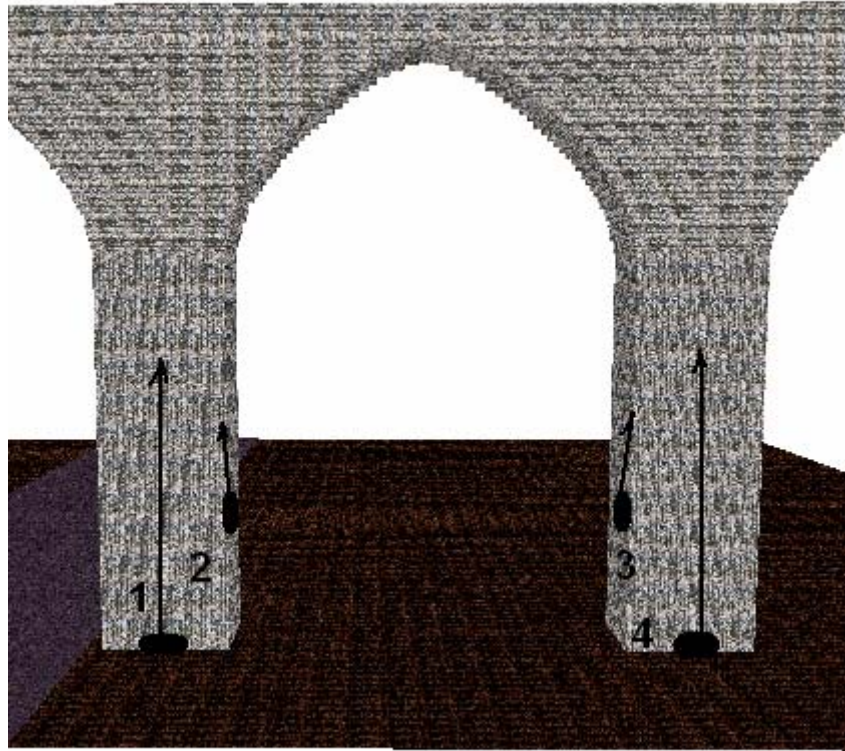
Έχοντας έπειτα από προσεκτική μελέτη επιλέξει τα φωτιστικά σώματα (TEMPO 1-2 (MWF130-CDM-TD70W/830-230V BK)) και Pompei EXTENSION (MBF504 1xCDM-T70W CON NB) της εταιρίας Philips) τα τοποθετούμε σύμφωνα με τα προαναφερόμενα στην παράγραφο της μελέτης φωτισμού 2.1.2 στο τρισδιάστατο μοντέλο προσομοίωσης που σχεδιάστηκε στο πρόγραμμα RELUX. Επιπλέον κάνουμε και μια δεύτερη τοποθέτηση όπως αυτή αναφέρεται στην

παράγραφο 2.1.3 την οποία ονομάζουμε «Αισθητικά ιδανικός φωτισμός» και η οποία δεν θα μας απασχολήσει παραπέρα, μια και η ρεαλιστική τοποθέτηση φωτιστικών είναι αυτή που αναφέρεται στην παράγραφο 2.1.2

Δημιουργώντας την τρισδιάστατη εικόνα ενός τόξου στο πρόγραμμα προσομοίωσης φωτισμού RELUX τοποθετούμε τα φωτιστικά σώματα όπως αναφέρθηκε.



Φωτογραφία 12: Ρεαλιστική θέση των φωτιστικών στο τρισδιάστατο μοντέλο προσομοίωσης.



Φωτογραφία 13: Θέση των φωτιστικών στο τρισδιάστατο μοντέλο προσομοίωσης σύμφωνα με τον αισθητικά ιδανικό φωτισμό.

Στην συνέχεια κάνουμε την προσομοίωση και παίρνουμε το φωτισμένο τρισδιάστατο μοντέλο . Επιπλέον, έχοντας σχεδιάσει σε διαφορετικό αρχείο το εσωτερικό του τόξου, κάνουμε ακόμα μία προσομοίωση προκειμένου να μελετήσουμε το πώς ακριβώς διαχέεται το φως σε αυτό. Τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων, δίνονται σε διαδοχικές φωτογραφίες στις επόμενες σελίδες.

Object : Αφώπιστη Γέφυρα
Installation :
Project number : ΓΕΦΥΡΑ ΜΑΝΑΠΙ
Date : 11.05.2006

3D representation, Variable view



hole_bridge_daylight

Object : Φωτισμένη Γέφυρα
Installation :
Project number : ΓΕΦΥΡΑ ΜΑΝΑΠΙ
Date : 06.05.2006

3D luminance distribution, Variable view



Luminance in the illustration:
Minimum: : 0 cd/m²
Maximum: : 35.6 cd/m²

Object : Φωτισμένη Γέφυρα
Installation :
Project number : ΓΕΦΥΡΑ ΜΑΝΑΠΙ
Date : 06.05.2006

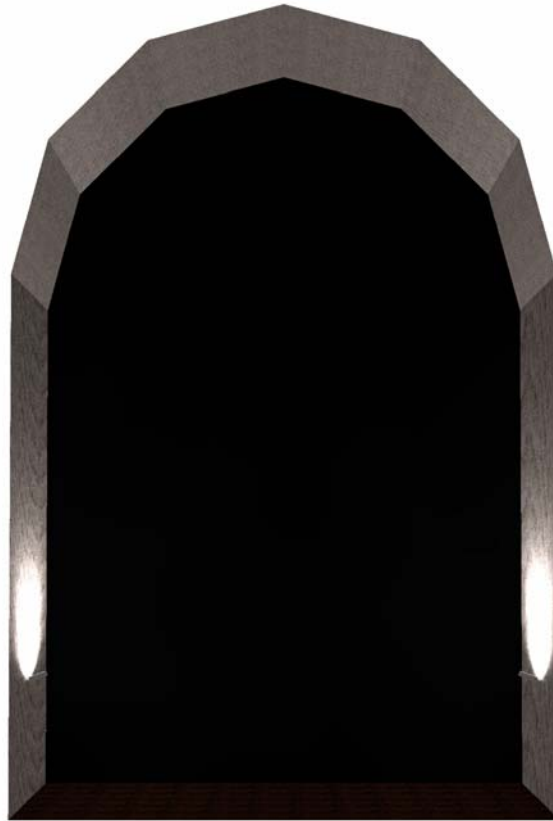
3D luminance distribution, Variable view



Luminance in the illustration:
Minimum: : 0 cd/m²
Maximum: : 2010 cd/m²

Object : Εσωτερικό Καμάρας
Installation :
Project number : ΓΕΦΥΡΑ ΜΑΝΑΠΙ
Date : 01.05.2006

3D luminance distribution, Variable view



Luminance in the illustration:
Minimum: : 0 cd/m²
Maximum: : 1480 cd/m²

2.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥΣ

Στο σημείο αυτό θα γίνει μια προσπάθεια αξιολόγησης του αποτελέσματος της προσομοίωσης τόσο από αισθητική πλευρά όσο και από τεχνική. Θα εξεταστεί το κατά πόσο η αισθητική της φωτισμένης γέφυρας είναι κοντά σε αυτήν που αναμενόταν κατά το σχεδιασμό και κατά πόσο πληρούνται οι λοιποί περιορισμοί σχεδιασμού (θάμβωση, επιθυμητά lux κ.τ.λ).

2.3.1 ΑΙΣΘΗΤΙΚΟ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ

Κατά την εξέταση του αισθητικού αποτελέσματος ουσιαστικά ελέγχεται εάν και κατά πόσο επιτεύχθηκαν τα κριτήρια ανάδειξης του κτιρίου που είχαν ορισθεί κατά τον σχεδιασμό. Για καλύτερη και πιο λεπτομερή εξέταση χωρίζεται ο έλεγχος σε δύο μέρη:

- Εσωτερικό των τόξων

Παρατηρούμε ότι τα όσα αναφέρθηκαν στο κεφάλαιο της μελέτης φωτισμού της γέφυρας, μπόρεσαν να υλοποιηθούν και να δώσουν ένα αποτέλεσμα προσομοίωσης ιδιαίτερα κοντά στο επιθυμητό. Πράγματι, οι επιλεγόμενοι προβολείς TEMPO 1-2 (MWF130-CDM-TD70W/830-230V BK), έπειτα από την αναφερόμενη τοποθέτηση, αναδεικνύουν με ιδιαίτερο τρόπο την καμπυλότητα των τόξων της γέφυρας. Αυτά φωτίζονται λόγω ανακλάσεων με ένα διακριτικό φως που τείνει να αποσβένει ελαφρά πλησιάζοντας την κορυφή τους.

- Ολόκληρη Γέφυρα

Σε ότι αφορά τώρα την υπόλοιπη γέφυρα, παρατηρούμε ότι και πάλι το αποτέλεσμα προσομοίωσης είναι αρκετά κοντά σε αυτό που επιθυμούσαμε να δούμε κάνοντας τον σχεδιασμό. Το ύψος της γέφυρας τονίζεται με τρόπο απλό και διακριτικό (λιγότερα lux από το εσωτερικό των τόξων) αφήνοντας έτσι τις καμάρες να «κλέβουν την παράσταση».

2.3.2 ΤΕΧΝΙΚΟ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ

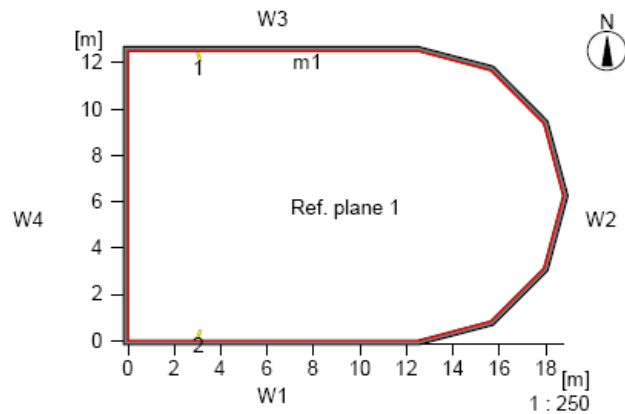
Θα χωρίσουμε και πάλι το αποτέλεσμα σε δύο μέρη. Στο εσωτερικό και στο εξωτερικό των τόξων της γέφυρας. Κατά την εξέταση αυτή θα ελεγχθούν τα λοιπά κριτήρια σχεδιασμού (επιθυμητή ένταση φωτισμού και θάμβωση). Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφερθεί ότι όλες οι επιφάνειες μέτρησης που έχουν ορισθεί για την αξιολόγηση του τεχνικού αποτελέσματος, βρίσκονται στο τέταρτο πόδι της γέφυρας το οποίο είναι το μεγαλύτερο και κατά συνέπεια και το πιο δύσκολο για να επιτευχθεί η προτεινόμενη ένταση φωτισμού.

- Εσωτερικό των τόξων

Η κάτοψη του εσωτερικού του τόξου όπως αυτή σχεδιάστηκε σύμφωνα με τις πραγματικές της διαστάσεις στο RELUX δίνεται στη συνέχεια:

Object : Εσωτερικό Καμάρας
 Installation :
 Project number : ΓΕΦΥΡΑ ΜΑΝΑΠΙ
 Date : 01.05.2006

Floor plan



Room data:

W1 : 12.50
 W2 : 19.63
 W3 : 12.50
 W4 : 12.50
 W5 : ----
 W6 : ----
 Floor: ----
 Ceiling: ----
 Room height [m]: 4.00
 Height of reference plane [m]: 2.00
 Height of luminaire plane [m]: 2.00

Reflectance:

63.8 %
 63.8 %
 63.8 %
 8.3 %

 0.0 %
 0.0 %

Structural elements

Pi : Pillar
 Tr : Partition
 Wo : Real working surface
 m : Virtual measuring area
 S : Skylight
 Pc : Picture
 Wi : Window
 DF : Door
 F : Furniture

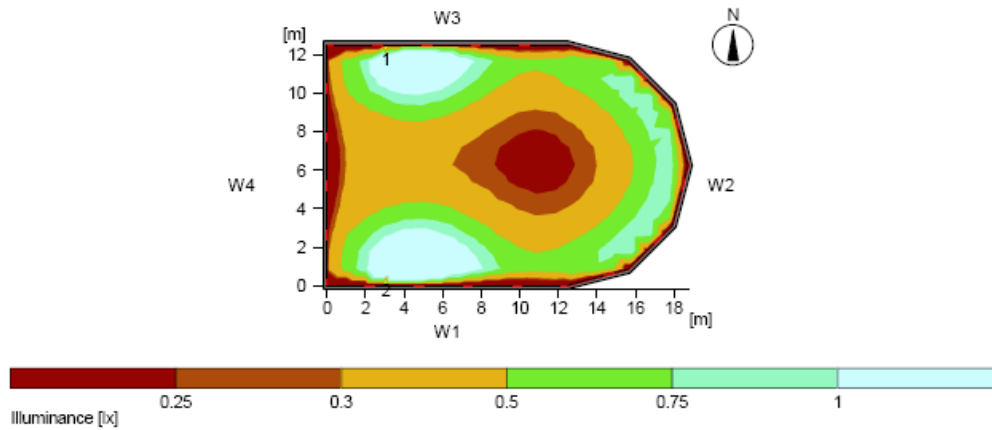
Εδώ πρέπει να αναφερθεί ότι έχουν ορισθεί δύο επιφάνειες μέτρησης. Η πρώτη επιφάνεια μέτρησης βρίσκεται στη μέση του πλάτους του τόξου και έχει ακριβώς το σχήμα και τις διαστάσεις της (πρόκειται για την λεπτή κόκκινη γραμμή η οποία καλύπτει την περίμετρο της κάτοψης) και στόχο έχει να μας δείξει το πώς διαχέεται το φως στο εσωτερικό αυτής.

Η δεύτερη επιφάνεια μέτρησης είναι μια ορθογωνική επιφάνεια που καλύπτει ολόκληρο το εσωτερικό του ποδιού του τόξου (έχει δηλαδή πλάτος 4 μέτρα) από το ύψος του φωτιστικού μέχρι την αρχή του τόξου (πρόκειται για την επιφάνεια m1 που φαίνεται στην κάτοψη και έχει ύψος 9.5 μέτρα). Στόχος της δεύτερης αυτή επιφάνειας είναι να ελέγξουμε αν τελικά στην άμεσα φωτιζόμενη επιφάνεια (πόδι του τόξου) επιτυγχάνεται η προτεινόμενη ένταση φωτισμού η οποία έχει υπολογιστεί κατά την μελέτη φωτισμού μεταξύ 35 και 65 lux.

Στις δύο επόμενες σελίδες δίνονται τα αποτελέσματα της μέτρησης στις δύο επιφάνειες με την σειρά που αυτές αναφέρθηκαν παραπάνω.

Object : Εσωτερικό Καμάρας
 Installation :
 Project number : ΓΕΦΥΡΑ ΜΑΝΑΠΙ
 Date : 01.05.2006

Result overview, Reference plane No. 1



General

Calculation algorithm used	Average indirect fraction
Height of evaluation surface	2.00 m
Height of luminaire plane	2.00 m
Maintenance factor	0.67

Total luminous flux of all lamps	13000 lm
Total power	176 W
Total power per area (214.84 m ²)	0.82 W/m ²

Illuminance

Average illuminance	Eav	0.55 lx
Minimum illuminance	Emin	0.02 lx
Maximum illuminance	Emax	3.15 lx
Uniformity g1	Emin/Em	1:28.3 (0.04)
Uniformity g2	Emin/Emax	1:163 (0.01)

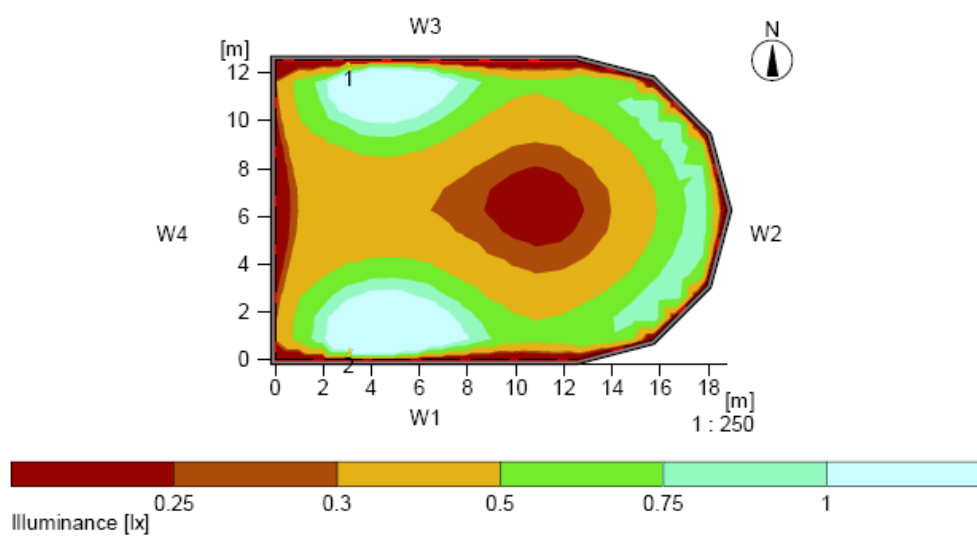
Type No.\Make

10	2	Philips AEG Licht
		Order No. : MWF130-CDM-TD70W/830-230V BK
		Luminaire name : TEMPO 1-2
		Equipment : 1 x CDM-TD70W 70 W / 6500 lm

Πρώτη επιφάνεια μέτρησης

Object : Εσωτερικό Καμάρας
Installation :
Project number : ΓΕΦΥΡΑ ΜΑΝΑΠΙ
Date : 01.05.2006

Pseudo colours, Illuminance, Reference plane No. 1

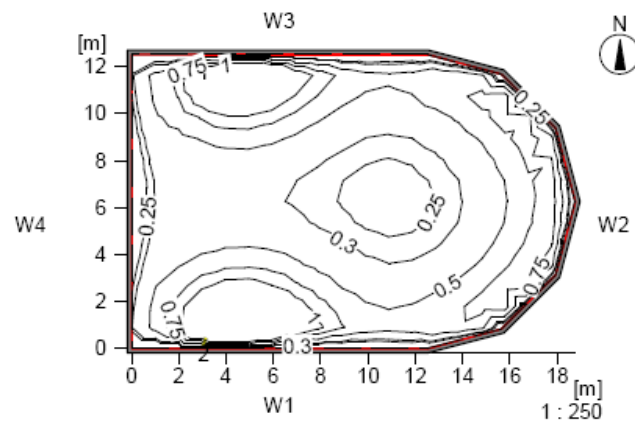


Height of the reference plane	:	2.00 m
Average illuminance	Eav	: 0.55 lx
Minimum illuminance	Emin	: 0.02 lx
Maximum illuminance	E _{max}	: 3.15 lx
Uniformity g1	E _{min} /E _{av}	: 1 : 28.28 (0.04)
Uniformity g2	E _{min} /E _{max}	: 1 : 162.70 (0.01)

Πρώτη επιφάνεια μέτρησης

Object : Εσωτερικό Καμάρας
Installation :
Project number : ΓΕΦΥΡΑ ΜΑΝΑΡΙ
Date : 01.05.2006

Isolines representation, Illuminance, Reference plane No. 1



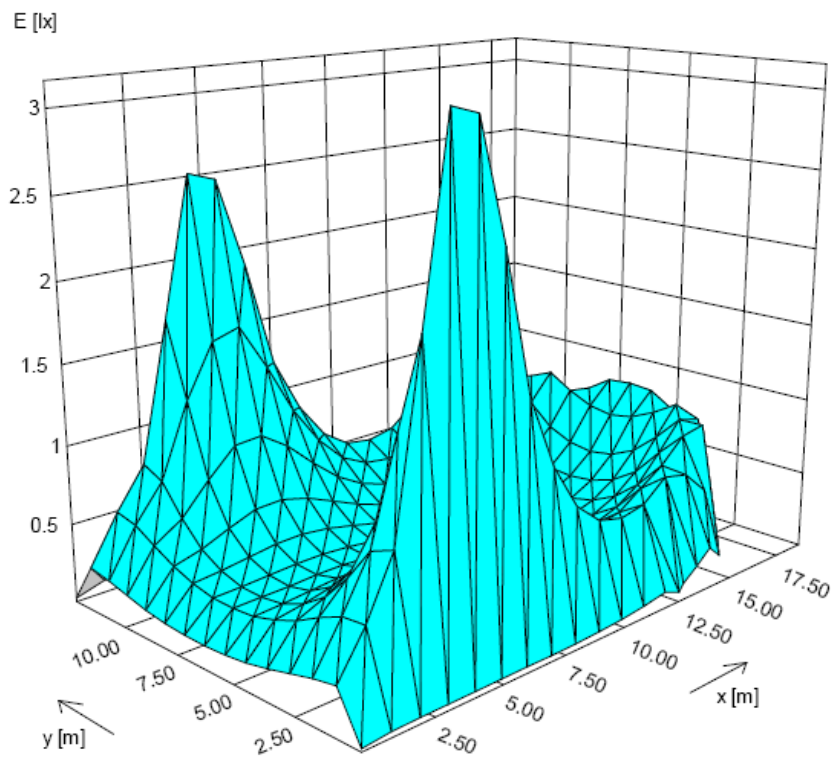
Illuminance [lx]

Height of the reference plane	:	2.00 m
Average illuminance	Eav	: 0.55 lx
Minimum illuminance	Emin	: 0.02 lx
Maximum illuminance	E _{max}	: 3.15 lx
Uniformity g1	E _{min} /E _{av}	: 1 : 28.28 (0.04)
Uniformity g2	E _{min} /E _{max}	: 1 : 162.70 (0.01)

Πρώτη επιφάνεια μέτρησης

Object : Εσωτερικό Καμάρας
Installation :
Project number : ΓΕΦΥΡΑ ΜΑΝΑΡΙ
Date : 01.05.2006

3D mountain plot, Illuminance, Reference plane No. 1

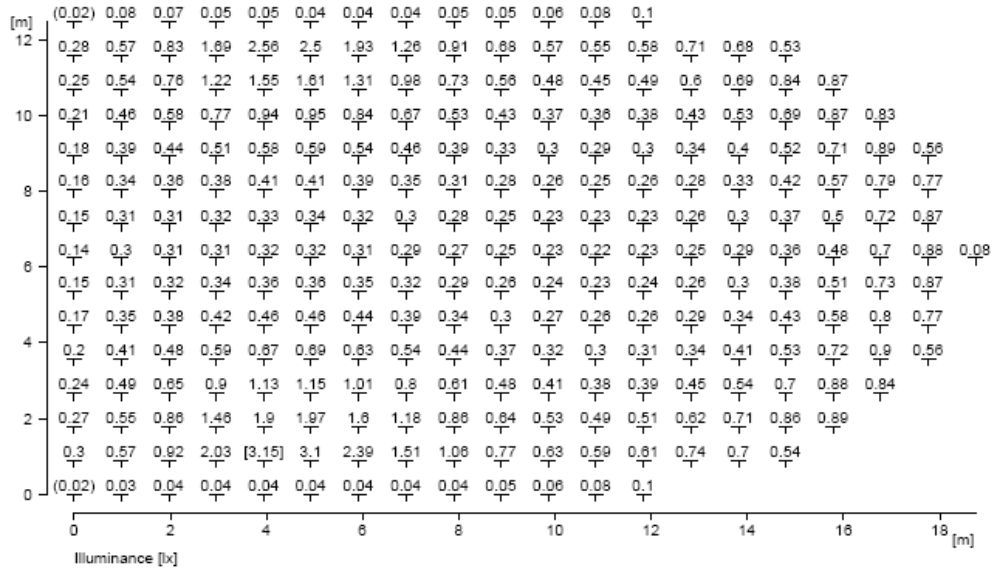


Height of the reference plane	: 2.00 m
Average illuminance	E_{av} : 0.55 lx
Minimum illuminance	E_{min} : 0.02 lx
Maximum illuminance	E_{max} : 3.15 lx
Uniformity g1	E_{min}/E_{av} : 1 : 28.28 (0.04)
Uniformity g2	E_{min}/E_{max} : 1 : 162.70 (0.01)

Πρώτη επιφάνεια μέτρησης

Object : Εσωτερικό Καμάρας
 Installation :
 Project number : ΓΕΦΥΡΑ ΜΑΝΑΡΙ
 Date : 01.05.2006

Table, Illuminance, Reference plane No. 1

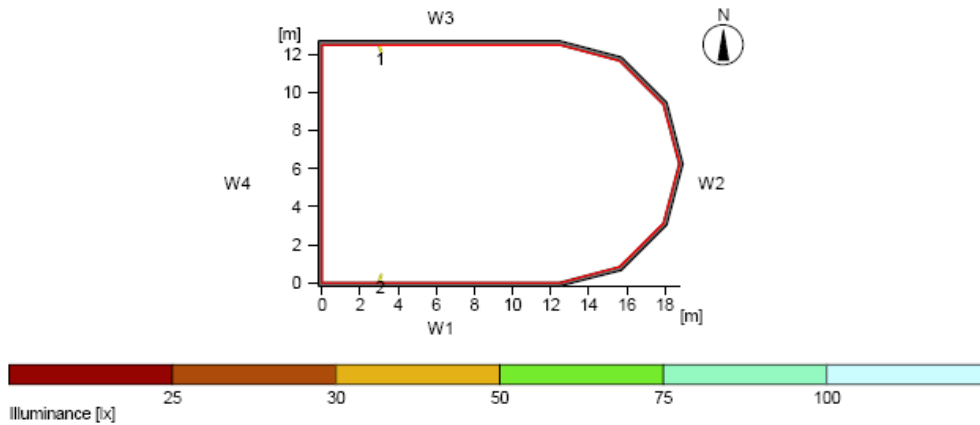


Height of the reference plane : 2.00 m
 Average illuminance Eav : 0.55 lx
 Minimum illuminance Emin : 0.02 lx
 Maximum illuminance Emax : 3.15 lx
 Uniformity g1 Emin/Eav : 1 : 28.28 (0.04)
 Uniformity g2 Emin/Emax : 1 : 162.70 (0.01)

Πρώτη επιφάνεια μέτρησης

Object : Εσωτερικό Καμάρας
 Installation :
 Project number : ΓΕΦΥΡΑ ΜΑΝΑΠΙ
 Date : 01.05.2006

Result overview, Measuring area (virtual) No. 1



General

Calculation algorithm used	Average indirect fraction
Height of luminaire plane	2.00 m
Maintenance factor	0.67
Total luminous flux of all lamps	13000 lm
Total power	176 W
Total power per area (214.84 m ²)	0.82 W/m ²

Illuminance

Average illuminance	Eav	52 lx
Minimum illuminance	Emin	2 lx
Maximum illuminance	Emax	4510 lx
Uniformity g1	Emin/Em	1:23.6 (0.04)
Uniformity g2	Emin/Emax	1:2030 (0)

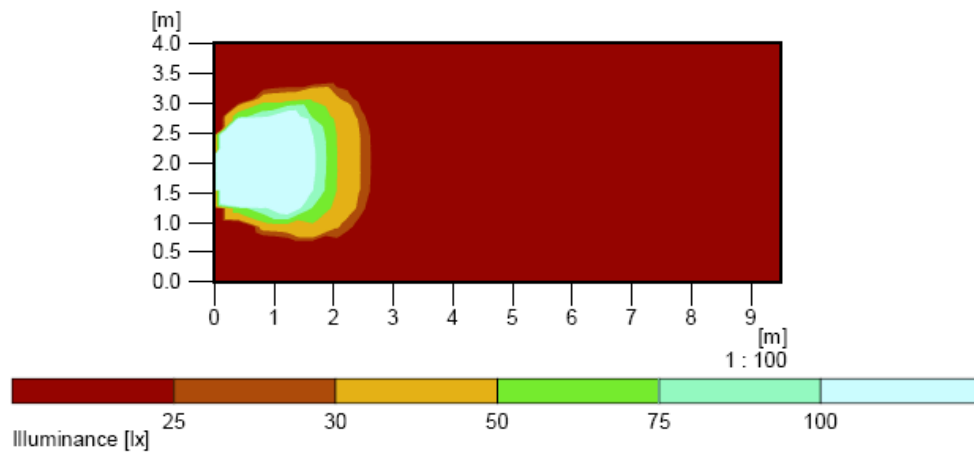
Type No. Make

10	2	Philips AEG Licht
		Order No. : MWF130-CDM-TD70W/830-230V BK
		Luminaire name : TEMPO 1-2
		Equipment : 1 x CDM-TD70W 70 W / 6500 lm

Δεύτερη επιφάνεια μέτρησης

Object : Εσωτερικό Καμάρας
Installation :
Project number : ΓΕΦΥΡΑ ΜΑΝΑΡΙ
Date : 01.05.2006

Pseudo colours, Illuminance, Measuring area (virtual) No. 1

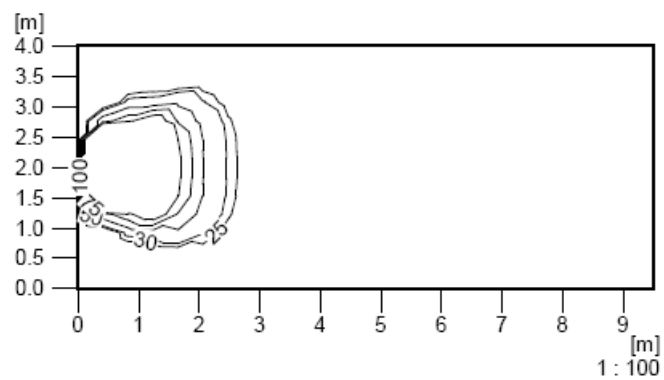


Average illuminance	Eav	: 52 lx
Minimum illuminance	Emin	: 2 lx
Maximum illuminance	Emax	: 4510 lx
Uniformity g1	Emin/Eav	: 1 : 23.57 (0.04)
Uniformity g2	Emin/Emax	: 1 : 2030.71 (0.00)

Δεύτερη επιφάνεια μέτρησης

Object : Εσωτερικό Καμάρας
Installation :
Project number : ΓΕΦΥΡΑ ΜΑΝΑΡΙ
Date : 01.05.2006

Isolines representation, Illuminance, Measuring area (virtual) No. 1



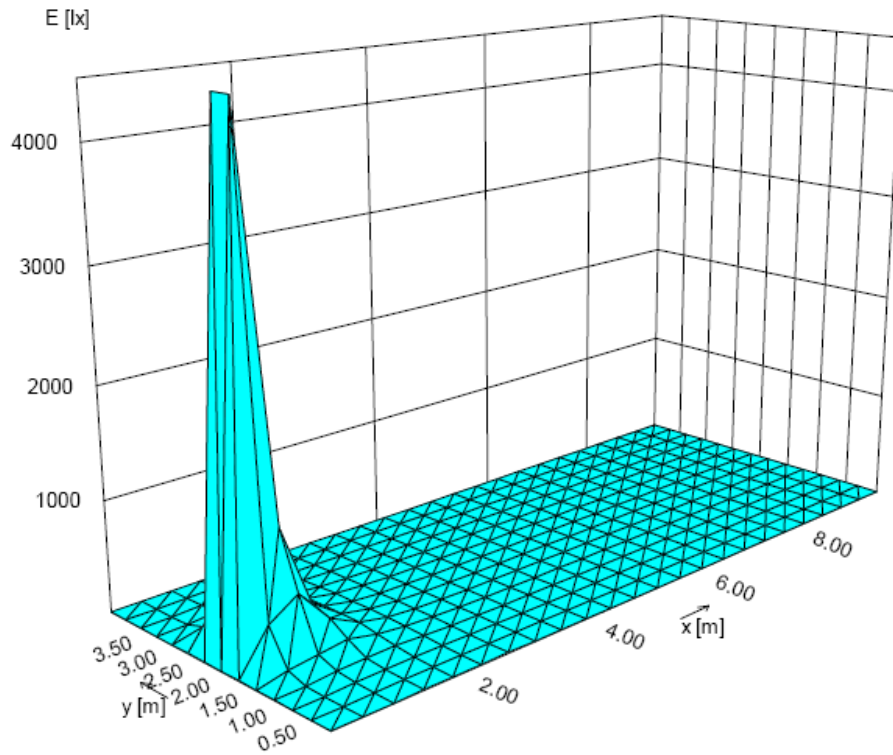
Illuminance [lx]

Average illuminance	Eav	: 52 lx
Minimum illuminance	Emin	: 2 lx
Maximum illuminance	Emax	: 4510 lx
Uniformity g1	Emin/Eav	: 1 : 23.57 (0.04)
Uniformity g2	Emin/Emax	: 1 : 2030.71 (0.00)

Δεύτερη επιφάνεια μέτρησης

Object : Εσωτερικό Καμάρας
Installation :
Project number : ΓΕΦΥΡΑ ΜΑΝΑΠΙ
Date : 01.05.2006

3D mountain plot, Illuminance, Measuring area (virtual) No. 1

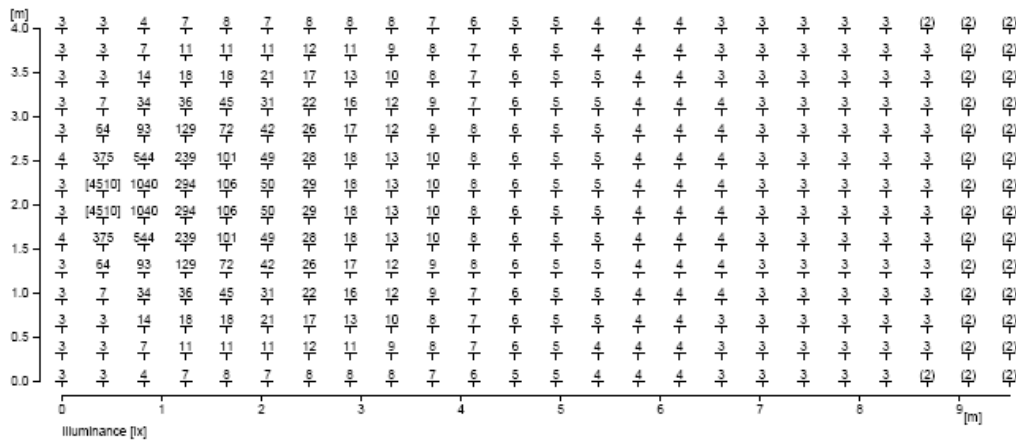


Average illuminance	Eav	: 52 lx
Minimum illuminance	Emin	: 2 lx
Maximum illuminance	Emax	: 4510 lx
Uniformity g1	Emin/Eav	: 1 : 23.57 (0.04)
Uniformity g2	Emin/Emax	: 1 : 2030.71 (0.00)

Δεύτερη επιφάνεια μέτρησης

Object : Εσωτερικό Καμάρας
 Installation :
 Project number : ΓΕΦΥΡΑ ΜΑΝΑΡΙ
 Date : 01.05.2006

Table, Illuminance, Measuring area (virtual) No. 1



Average illuminance Eav : 52 lx
 Minimum illuminance Emin : 2 lx
 Maximum illuminance Emax : 4510 lx
 Uniformity g1 Emin/Eav : 1 : 23.57 (0.04)
 Uniformity g2 Emin/Emax : 1 : 2030.71 (0.00)

Δεύτερη επιφάνεια μέτρησης

Από τα αποτελέσματα της προσομοίωσης παρατηρούμε λοιπόν ότι όσων αφορά στο εσωτερικό του τόξου (πρώτη επιφάνεια μέτρησης), το φως διαχέεται με ομοιομορφία τονίζοντας παράλληλα την καμπυλότητά της. Επιπλέον, η ένταση φωτισμού ($E (lx)$) είναι μεγαλύτερη στα πόδια από ότι στο ημικυκλικό τμήμα του τόξου.

Σε ότι αφορά τώρα την δεύτερη επιφάνεια μέτρησης (που είναι και η ουσιαστική επιφάνεια μέτρησης), παρατηρείται ότι η μέση ένταση φωτισμού είναι $E = 52 lx$. Το γεγονός αυτό σημαίνει ότι σε ό, τι αφορά τουλάχιστον την επίτευξη της αναμενόμενης έντασης φωτισμού, η μελέτη έχει πετύχει το επιθυμητό αποτέλεσμα. Φυσικά, δεν θα πρέπει να καταλήξουμε σε βεβαιωμένα αποτελέσματα πριν δούμε και το αντίστοιχο αποτέλεσμα από την μελέτη ολόκληρης της γέφυρας.

- Ολόκληρη Γέφυρα

Έχοντας πετύχει το επιθυμητό αισθητικό αποτέλεσμα στον συνολικό φωτισμό της γέφυρας, γίνεται στην συνέχεια παρουσίαση και έλεγχος των τεχνικών αποτελεσμάτων της προσομοίωσης.

Στην περίπτωση αυτή θα ελεγχθούν τρεις επιφάνειες μέτρησης. Η μια βρίσκεται στο εσωτερικό του τόξου (και καλύπτει σε πλάτος ολόκληρο το εσωτερικό του ποδιού από το ύψος του φωτιστικού μέχρι την αρχή του τόξου, έχει δηλαδή τις ίδιες με πριν διαστάσεις 4×9.5 μέτρα) και στόχο έχει να επιβεβαιωθούν τα παραπάνω αποτελέσματα και κατά την προσομοίωση φωτισμού ολόκληρης της γέφυρας.

Η δεύτερη, βρίσκεται στο εξωτερικό του «ποδιού» από το ύψος του φωτιστικού μέχρι σχεδόν το άνω άκρο της γέφυρας (έχει δηλαδή πλάτος ίσο με το εξωτερικό πόδι, 3 μέτρα, και ύψος 16.5 μέτρα) και στόχο έχει να επιβεβαιωθεί ότι και το εξωτερικό τμήμα της γέφυρας είναι επαρκώς φωτισμένο, σύμφωνα με την θεωρία που έχει αναπτυχθεί στο πρώτο κεφάλαιο.

Η τρίτη επιφάνεια μέτρησης βρίσκεται στην επιφάνεια του δρόμου, στο τμήμα του που βρίσκεται ακριβώς κάτω από το δεύτερο τόξο. Στόχος αυτής της επιφάνειας μέτρησης είναι να εξετασθεί αν και κατά πόσο η μετρούμενη σε αυτή ένταση φωτισμού (lux) μπορεί να προκαλέσει φαινόμενα ανακλώμενης θάμβωσης. Η επιλογή της επιφάνειας δεν είναι τυχαία. Ο δρόμος είναι το κυρίως σημείο το οποίο πρέπει να ελεγχθεί για το εν λόγω φαινόμενο μια και πιθανή εμφάνιση θάμβωσης στην επιφάνεια του θα ήταν ιδιαίτερα επικίνδυνη για τα διερχόμενα αυτοκίνητα. Επιπλέον, η ανακλαστικότητα του περιβάλλοντα χώρου (χωμάτινο έδαφος) είναι ιδιαίτερα μικρή (8%).

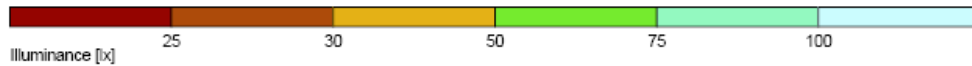
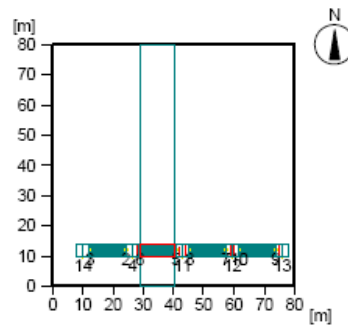
Στο σημείο αυτό θα πρέπει να αναφερθεί ότι τα ονόματα των επιφανειών που εμφανίζονται στα αποτελέσματα του προγράμματος δεν συμπίπτουν με την αρίθμηση που έγινε παραπάνω. Συγκεκριμένα η

πρώτη επιφάνεια μέτρησης παρουσιάζεται με το όνομα Measuring area (virtual) No.3, η δεύτερη επιφάνεια με το όνομα Measuring area (virtual) No.10 και η τρίτη με το όνομα Measuring area (virtual) No.11.

Στην συνέχεια παρατίθενται πρώτα τα αποτελέσματα της εσωτερικής επιφάνειας μέτρησης (πρώτη επιφάνεια μέτρησης) προκειμένου αυτά να συγκριθούν με τα όσα έχουν αναφερθεί παραπάνω.

Object : Φωτισμένη Γέφυρα
 Installation :
 Project number : ΓΕΦΥΡΑ ΜΑΝΑΡΙ
 Date : 06.05.2006

Result overview, Measuring area (virtual) No. 3



General

Calculation algorithm used	Average indirect fraction
photometric centre height. [m]:	3.00 m
Reduction factor	0.80
Total luminous flux of all lamps	85000 lm
Total power	1144 W
Total power per area (6400.00 m ²)	0.18 W/m ²

Illuminance

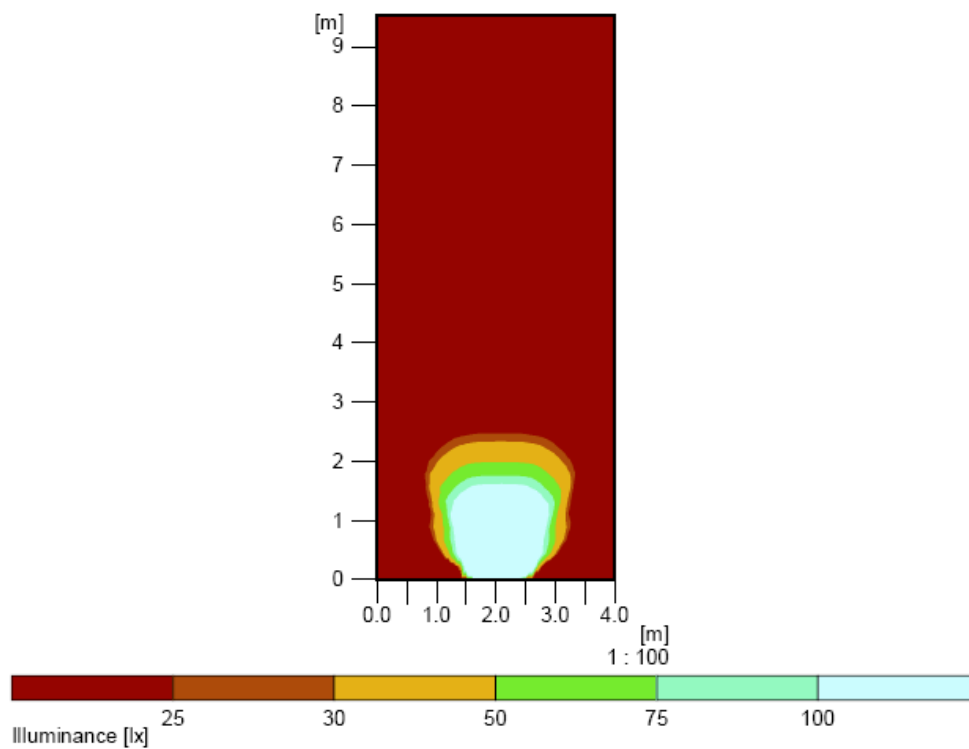
Average illuminance	E _{av}	62 lx
Minimum illuminance	E _{min}	1 lx
Maximum illuminance	E _{max}	8660 lx
Uniformity g1	E _{min} /E _m	1:113 (0.01)
Uniformity g2	E _{min} /E _{max}	1:15800 (0)

Type No. Make

		Philips AEG Licht	
9	8	Order No.	: MWF130-CDM-TD70W/830-230V BK
		Luminaire name	: TEMPO 1-2
		Equipment	: 1 x CDM-TD70W 70 W / 6500 lm
14	5	Order No.	: MBF504 1xCDM-T70W CON NB
		Luminaire name	: Pompei EXTENSION
		Equipment	: 1 x CDM-T70W 70 W / 6600 lm

Object : Φωτισμένη Γέφυρα
Installation :
Project number : ΓΕΦΥΡΑ ΜΑΝΑΡΙ
Date : 06.05.2006

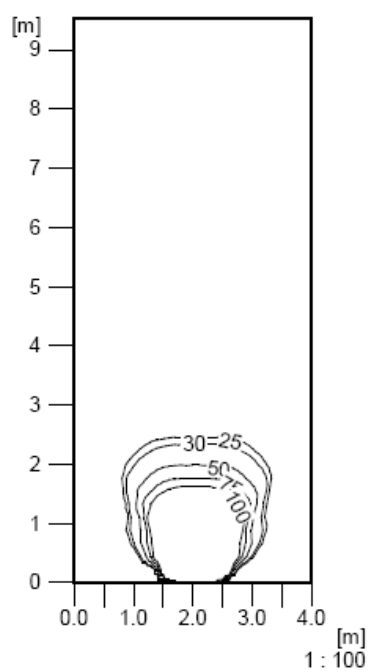
Pseudo colours, Illuminance, Measuring area (virtual) No. 3



Average illuminance	Eav	: 62 lx
Minimum illuminance	Emin	: 1 lx
Maximum illuminance	Emax	: 8660 lx
Uniformity g1	Emin/Eav	: 1 : 113.14 (0.01)
Uniformity g2	Emin/Emax	: 1 : 15799.49 (0.00)

Object : Φωτισμένη Γέφυρα
Installation :
Project number : ΓΕΦΥΡΑ ΜΑΝΑΡΙ
Date : 06.05.2006

Isolines representation, Illuminance, Measuring area (virtual) No. 3



Illuminance [lx]

Average illuminance	Eav	: 62 lx
Minimum illuminance	Emin	: 1 lx
Maximum illuminance	Emax	: 8660 lx
Uniformity g1	Emin/Eav	: 1 : 113.14 (0.01)
Uniformity g2	Emin/Emax	: 1 : 15799.49 (0.00)

Παρατηρούμε λοιπόν ότι κατά την προσομοίωση ολόκληρης της γέφυρας, τα αποτελέσματα τα οποία προκύπτουν για το εσωτερικό των τόξων, σχεδόν ταυτίζονται με τα αποτελέσματα που προέκυψαν κατά την απομονωμένη μελέτη του τόξου.

Στην περίπτωση ολόκληρης της γέφυρας, παρατηρούμε απλά ότι στην μετρούμενη επιφάνεια ($E = 62 \text{ lux}$) έχουμε κατά μέσο όρο 10 lux παραπάνω σε ένταση φωτισμού σε σχέση με την απομονωμένη εξέταση του τόξου, γεγονός που οφείλεται στο ότι ο υπόλοιπος χώρος δεν είναι τελείως αφώτιστος (όπως συνέβαινε στην περίπτωση μεμονωμένης εξέτασης του τόξου). Το αποτέλεσμα αυτό είναι φυσικά πιο ρεαλιστικό μια και εκτός τόξου υπάρχουν φωτιστικά σώματα τα οποία δεν γίνεται να παραληφθούν. Επιπλέον το αποτέλεσμα αυτό είναι επίσης κοντά στο επιθυμητό (αφού η προτεινόμενη ένταση φωτισμού είναι μεταξύ 35 και 65 lux).

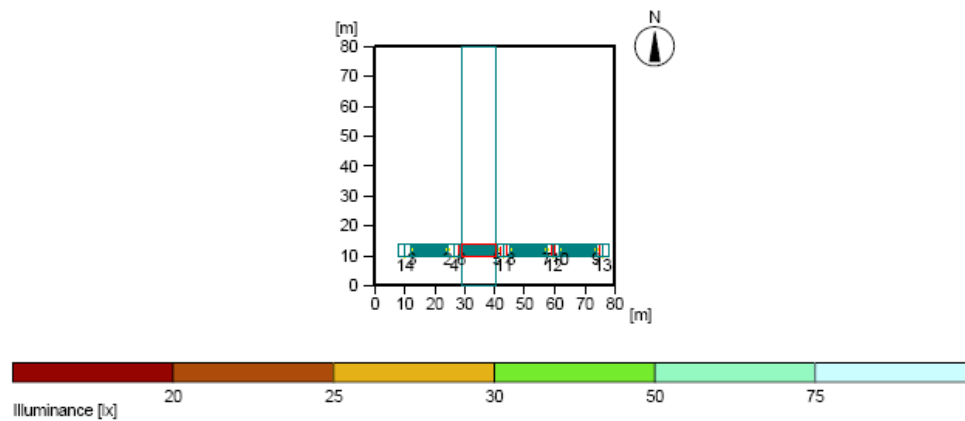
Σε ότι αφορά τώρα την αναπαράσταση της επιφάνειας με ψευδοχρώματα (σελίδα 50), παρατηρούμε ότι και στις δύο περιπτώσεις το αποτέλεσμα είναι το ίδιο και μάλιστα η αναλογία φωτισμένης με αφώτιστη επιφάνεια είναι $1:5$, αναλογία επιθυμητή σε μελέτες τέτοιου είδους.

Έχοντας λοιπόν επιβεβαιώσει την ορθότητα της προηγούμενης μεμονωμένης προσομοίωσης, προχωρούμε στην εξέταση της επιφάνειας στο εξωτερικό του τόξου (δεύτερη επιφάνεια μέτρησης).

Παρακάτω παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της εν λόγω μέτρησης.

Object : Φωτισμένη Γέφυρα
 Installation :
 Project number : ΓΕΦΥΡΑ ΜΑΝΑΡΙ
 Date : 06.05.2006

Result overview, Measuring area (virtual) No. 10



General

Calculation algorithm used	Average indirect fraction
photometric centre height. [m]:	3.00 m
Reduction factor	0.80
Total luminous flux of all lamps	85000 lm
Total power	1144 W
Total power per area (6400.00 m ²)	0.18 W/m ²

Illuminance

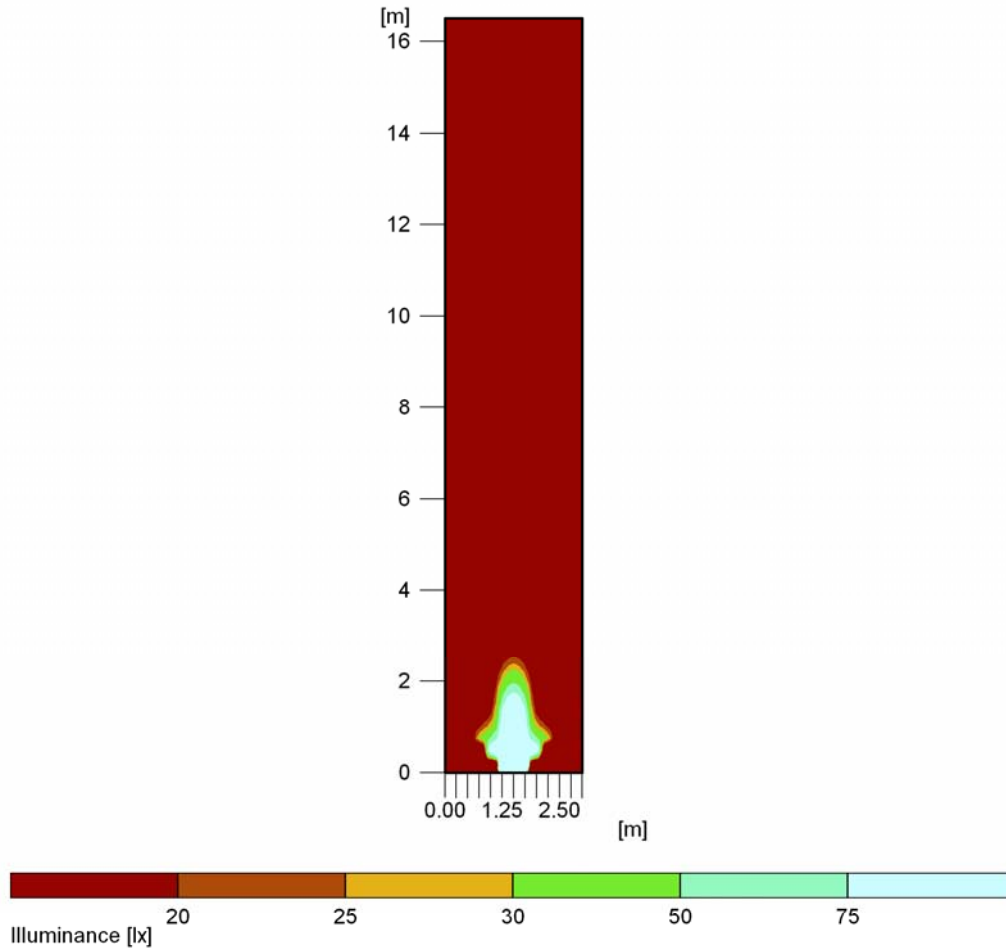
Average illuminance	Eav	57 lx
Minimum illuminance	Emin	0 lx
Maximum illuminance	Emax	99200 lx
Uniformity g1	Emin/Em	1:7700 (0)
Uniformity g2	Emin/Emax	1:1.34e+007 (0)

Type No.Make

Philips AEG Licht		
9	8	Order No. : MWF130-CDM-TD70W/830-230V BK
		Luminaire name : TEMPO 1-2
		Equipment : 1 x CDM-TD70W 70 W / 6500 lm
14	5	Order No. : MBF504 1xCDM-T70W CON NB
		Luminaire name : Pompei EXTENSION
		Equipment : 1 x CDM-T70W 70 W / 6600 lm

Object : Φωτισμένη Γέφυρα
Installation :
Project number : ΓΕΦΥΡΑ ΜΑΝΑΡΙ
Date : 06.05.2006

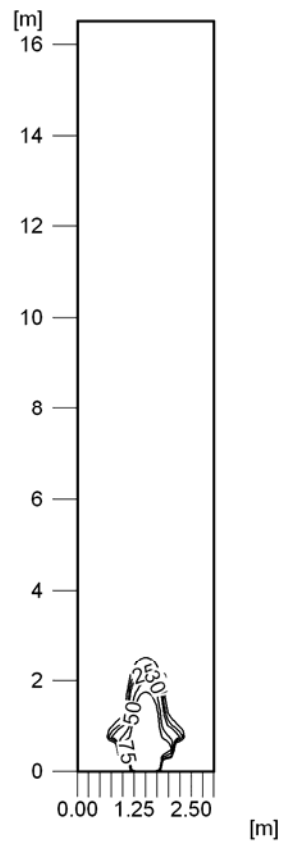
Pseudo colours, Illuminance, Measuring area (virtual) No. 10



Average illuminance	Eav	: 57 lx
Minimum illuminance	Emin	: 0 lx
Maximum illuminance	Emax	: 99200 lx
Uniformity g1	Emin/Eav	: 1 : 7696.72 (0.00)
Uniformity g2	Emin/Emax	: 1 : 13395756.00 (0.00)

Object : Φωτισμένη Γέφυρα
Installation :
Project number : ΓΕΦΥΡΑ ΜΑΝΑΡΙ
Date : 06.05.2006

Isolines representation, Illuminance, Measuring area (virtual) No. 10

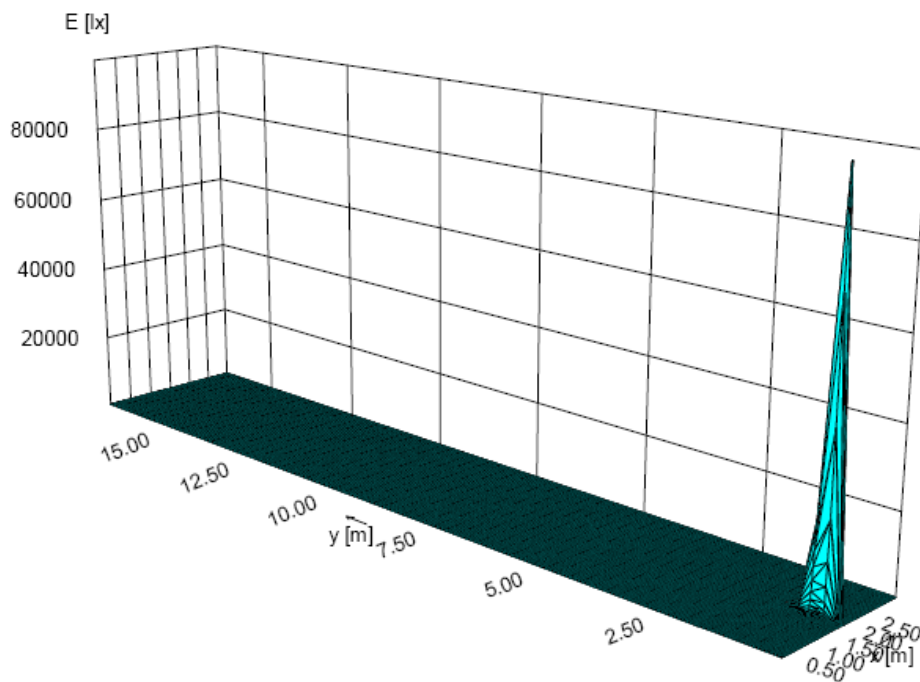


Illuminance [lx]

Average illuminance	Eav	: 57 lx
Minimum illuminance	Emin	: 0 lx
Maximum illuminance	E _{max}	: 99200 lx
Uniformity g1	Emin/Eav	: 1 : 7696.72 (0.00)
Uniformity g2	Emin/E _{max}	: 1 : 13395756.00 (0.00)

Object : Φωτισμένη Γέφυρα
Installation :
Project number : ΓΕΦΥΡΑ ΜΑΝΑΡΙ
Date : 06.05.2006

3D mountain plot, Illuminance, Measuring area (virtual) No. 10



Average illuminance	Eav	: 57 lx
Minimum illuminance	Emin	: 0 lx
Maximum illuminance	Emax	: 99200 lx
Uniformity g1	Emin/Eav	: 1 : 7696.72 (0.00)
Uniformity g2	Emin/Emax	: 1 : 13395756.00 (0.00)

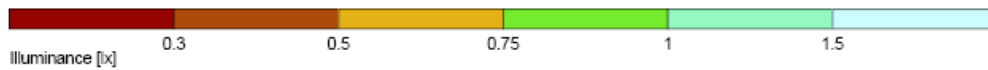
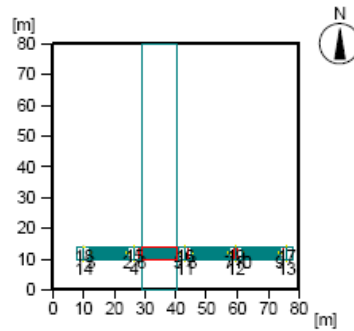
Στην επιφάνεια αυτή η μέση ένταση φωτισμού είναι 57 lux. Η τιμή αυτή είναι επιθυμητή για δύο λόγους. Αφενός είναι τιμή μεταξύ 35 και 65 lux (που είναι η προτεινόμενη ένταση φωτισμού) αλλά παράλληλα είναι και λίγο μικρότερη από την ένταση φωτισμού στο εσωτερικό των τόξων (62 lux) δίνοντας έτσι την ευκαιρία σε αυτά να τονίζονται ελαφρά περισσότερο. Το αποτέλεσμα αυτό είναι αυτό ακριβώς που επιθυμούσαμε κατά τον σχεδιασμό της μελέτης.

Τέλος σε ότι αφορά το ζήτημα της θάμβωσης, έχουμε δύο αποτελέσματα από τα οποία μπορούμε να εξάγουμε συμπεράσματα. Αρχικά, στο αποτέλεσμα της φωτισμένης γέφυρας το οποίο παρατέθηκε στην παράγραφο 2.2, βλέπουμε ότι δεν υπάρχουν σημεία στα οποία να παρατηρείται ανακλώμενη θάμβωση και επιπλέον τα φωτιστικά έχουν τοποθετηθεί υπό τέτοια γωνία προς τις επιφάνειες της γέφυρας που είναι απίθανο να δημιουργήσουν φαινόμενα άμεσης θάμβωσης. Γενικά δεν παρατηρείται κάποιο αισθητά έντονο ή ενοχλητικό αποτέλεσμα.

Στη συνέχεια κάνουμε έλεγχο της τρίτης επιφάνειας μέτρησης η οποία ορίστηκε για αυτόν ακριβώς το σκοπό. Τα αποτελέσματα της προσομοίωσης για την αν λόγω επιφάνεια δίνονται παρακάτω.

Object : Φωτισμένη Γέφυρα
 Installation :
 Project number : ΓΕΦΥΡΑ ΜΑΝΑΡΙ
 Date : 06.05.2006

Result overview, Measuring area (virtual) No. 11



General

Calculation algorithm used	Average indirect fraction
Height of evaluation surface	0.75 m
photometric centre height. [m]:	3.00 m
Reduction factor	0.80

Total luminous flux of all lamps	118000 lm
Total power	1584 W
Total power per area (6400.00 m ²)	0.25 W/m ²

Illuminance

Average illuminance	Eav	0.89 lx
Minimum illuminance	Emin	0.33 lx
Maximum illuminance	Emax	1.26 lx
Uniformity g1	Emin/Em	1:2.73 (0.37)
Uniformity g2	Emin/Emax	1:3.87 (0.26)

Type No. Make

		Philips AEG Licht	
9	8	Order No.	: MWF130-CDM-TD70W/830-230V BK
		Luminaire name	: TEMPO 1-2
		Equipment	: 1 x CDM-TD70W 70 W / 6500 lm
14	10	Order No.	: MBF504 1xCDM-T70W CON NB
		Luminaire name	: Pompei EXTENSION
		Equipment	: 1 x CDM-T70W 70 W / 6600 lm

Από την επιφάνεια αυτή παρατηρούμε ότι η μέση ένταση φωτισμού φτάνει τα 0.89 lux ενώ η μέγιστη πιθανή ένταση φωτισμού, φτάνει τα 1.26 lux. Είναι πλέον κατανοητό ότι με τόσο μικρή ένταση φωτισμού δεν είναι δυνατόν να παρουσιαστούν φαινόμενα θάμβωσης στην επιφάνεια του δρόμου.

3 ΦΩΤΟΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΣΤΑΘΜΟΥ

3.1 ΜΕΛΕΤΗ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ ΤΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ

Το κτίριο του σταθμού, είναι ένα παλιό διατηρητέο κτίσμα, το οποίο πρόκειται να φωτιστεί με ιδιαίτερο τρόπο. Παρακάτω δίνονται δύο φωτογραφίες των δύο όψεων του υπό το φως του ήλιου:



Φωτογραφία 14: Πλάγια όψη του σταθμού



Φωτογραφία 15: Μπροστινή όψη του σταθμού

3.1.1 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

Λόγω του υπόστεγου, γίνεται κατανοητό ότι τουλάχιστον στην πλάγια όψη του σταθμού δεν θα χρησιμοποιηθεί φωτισμός από κάτω προς τα πάνω. Επιπλέον λόγω του ότι το κτίριο είναι διατηρητέο, και λόγω της ιδιαίτερης αρχιτεκτονικής του, προτείνεται να χρησιμοποιηθούν φωτιστικά με κλασική εμφάνιση που θα θυμίζουν την εποχή του και θα φωτίζουν απλά και διακριτικά την πλάγια όψη του.

Σε ότι αφορά τώρα την μπροστινή όψη του σταθμού προτείνεται φωτισμός από κάτω προς τα πάνω για την ανάδειξη του ύψους. Τέλος θα πρέπει να αναφερθεί ότι στην εν λόγω μελέτη, δεν υπάρχουν ιδιαίτερα συγκεκριμένες επιδιώξεις. Η μοναδική επιδίωξη είναι η καλαισθητή, διακριτική και απλοϊκή φωταγώγηση του κτιρίου.

3.1.2 ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΤΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ

Θα τοποθετηθούν τέσσερα φωτιστικά στην πλάγια όψη στα αριστερά και στα δεξιά κάθε πόρτας και σε ύψος περίπου δύο μέτρων. Η δέσμη των φωτιστικών που θα επιλεγθούν θα είναι εξ' ορισμού προς τα κάτω μια και τα φωτιστικά αυτά θα έχουν κλασική μορφή. Σε ότι αφορά τώρα την μπροστινή όψη του σταθμού προτείνεται να τοποθετηθούν δύο προβολείς στο έδαφος στη μέση της απόστασης μεταξύ πόρτας και

κάθε παράθυρου. Παρακάτω παρατίθενται οι δύο όψεις του σταθμού με την αντίστοιχη τοποθέτηση φωτιστικών.



Φωτογραφία 16: Τοποθέτηση φωτιστικών στην πλάγια όψη του σταθμού.



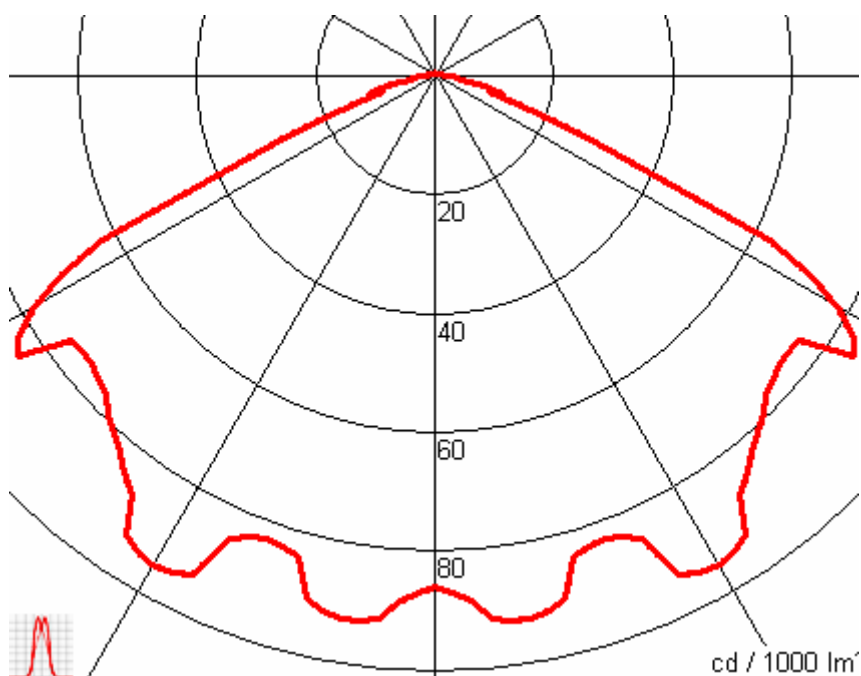
Φωτογραφία 17: Τοποθέτηση φωτιστικών στην μπροστινή όψη του σταθμού.

3.1.3 ΧΡΩΜΑ & ΦΩΤΙΣΤΙΚΑ

Φυσικά είναι κατανοητό ότι και σε αυτήν την περίπτωση θα χρησιμοποιηθεί πηγή λευκού φωτός. Το φωτιστικό που επιλέχθηκε για την πλάγια όψη του σταθμού (σύμφωνα με απλά κριτήρια καλαισθησίας) είναι το Moderna Nero της εταιρίας Lanzini. Το εν λόγω φωτιστικό προτιμήθηκε λόγω της κλασικής του μορφής και του θερμού λευκού του χρώματος (2700°K). Αυτό αποδίδει 1380 lumen φωτεινή ισχύ καταναλώνοντας συνολικά 100 W. Η φωτογραφία και το πολικό του διάγραμμα δίνονται παρακάτω:



Φωτογραφία 18: Το φωτιστικό Moderna Nero

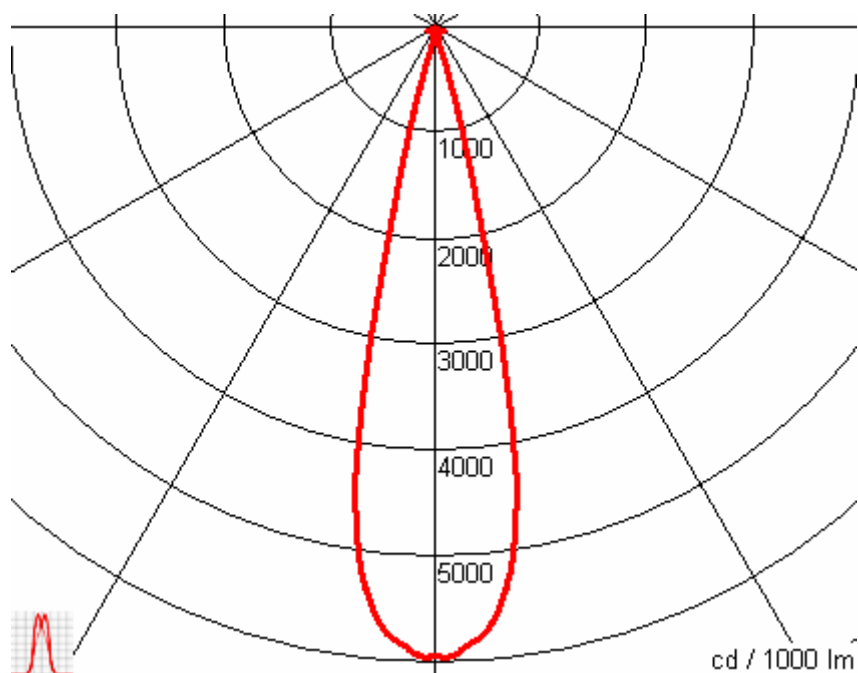


Φωτογραφία 19: Πολικό διάγραμμα φωτιστικού Moderna nero

Στην μπροστινή όψη του σταθμού, προτείνεται να χρησιμοποιηθεί το φωτιστικό Piso Nero 230V της εταιρίας Lanzini. Το φωτιστικό αυτό είναι επίσης μια πηγή θερμού λευκού φωτός (3000° K) και αποδίδει φωτεινή ισχύ 580 lumen καταναλώνοντας 50W. Παρακάτω παρατίθεται η φωτογραφία του και το πολικό του διάγραμμα:



Φωτογραφία 20: Το φωτιστικό Piso Nero



Φωτογραφία 21: Πολικό διάγραμμα φωτιστικού Piso Nero

3.1.4 ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΕΝΤΑΣΗ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

Σύμφωνα με την παραπάνω επιλογή φωτιστικών παρατηρούμε ότι στην εν λόγω μελέτη χρησιμοποιούνται πηγές λευκού φωτός. Επιπλέον, οι επιφάνειες οι οποίες πρόκειται να φωτιστούν είναι ματ. Γίνεται λοιπόν σαφές ότι είναι εφικτό να χρησιμοποιηθεί ο Πίνακας 2 της

παραγράφου 1.1.3 για τον υπολογισμό της προτεινόμενης έντασης φωτισμού στις επιφάνειες που θα φωτιστούν.

Από τον Πίνακα 2 της παραγράφου 1.1.3 βλέπουμε ότι μια φυσιολογική ένταση φωτισμού για το εν λόγω κτήριο θα μπορούσε να έχει τιμή μεταξύ 35 και 65 lux (αφού μιλάμε για κτίσμα από ανοιχτόχρωμη πέτρα, για κατάσταση επιφάνειας μεταξύ σχετικά καθαρής και σχετικά ακάθαρτης και για περιοχή χαμηλής φωτεινότητας).

Βέβαια αφού ο σταθμός δεν είναι το κυρίως κτίσμα για ανάδειξη, υπάρχει σχετική ελαστικότητα σε ότι αφορά την προτεινόμενη ένταση φωτισμού. Επιπλέον, εξ' αιτίας του παραπάνω λόγου, μια τιμή έντασης φωτισμού μικρότερη από την προαναφερόμενη, δεν είναι απλά αποδεκτή αλλά ταυτόχρονα και επιθυμητή μια και στόχος της παρούσας μελέτης είναι να τονιστεί και να αναδειχτεί μέσω του φωτισμού η μεγαλύτερη λίθινη γέφυρας της Ελλάδος. Σε ότι αφορά το σταθμό στόχος είναι ένας διακριτικός φωτισμός από κλασσικά φωτιστικά.

2.1.5 ΘΑΜΒΩΣΗ

Το ζήτημα της θάμβωσης πιθανότατα δεν θα απασχολήσει την εν λόγω μελέτη αφού το κτίριο θα φωτιστεί με σχετικά μικρή ένταση φωτισμού (με λίγα δηλαδή lux).

3.2 ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΤΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στο σημείο αυτό αξίζει να σημειωθεί ότι η μελέτη του κτιρίου του σταθμού δεν θα είναι τόσο σχολαστική μια και τα αποτελέσματα που επιθυμούμε δεν είναι ιδιαίτερα αυστηρά.

3.2.1 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Το τρισδιάστατο μοντέλο του κτιρίου του σταθμού, όπως αυτό σχεδιάστηκε στο RELUX, πριν την τοποθέτηση των φωτιστικών δίνεται στην επόμενη σελίδα. Έπειτα από αυτήν δίνεται και η εμφάνιση του φωτισμένου κτιρίου.

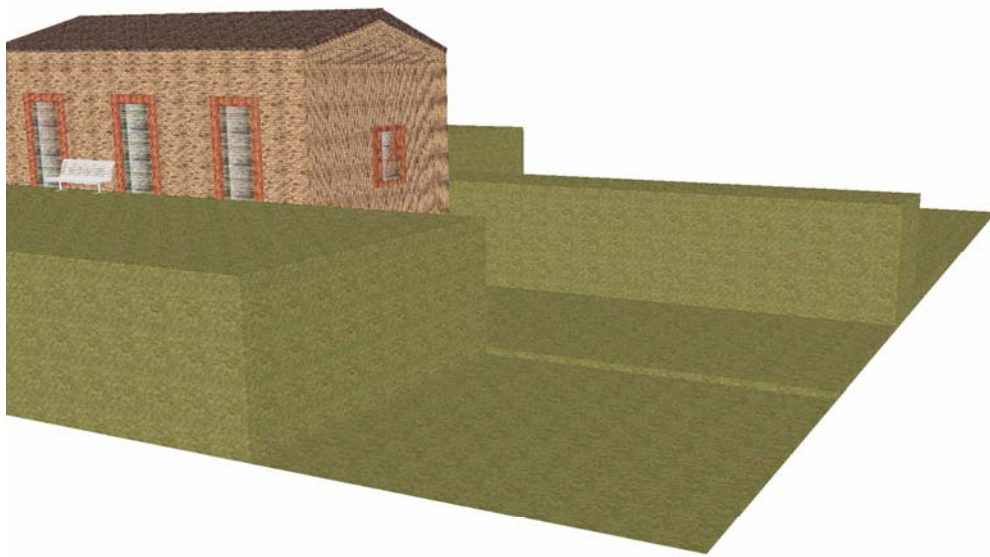
Οι επιφάνειες μέτρησης που έχουν ορισθεί στην εν λόγω μελέτη, είναι δύο. Η πρώτη βρίσκεται στην πλάγια όψη του κτιρίου ακριβώς κάτω από ένα από τα τέσσερα ίδια φωτιστικά σώματα (και συγκεκριμένα κάτω από το δεύτερο από τα αριστερά φωτιστικό) και καλύπτει την πέτρινη επιφάνεια από το ύψος του φωτιστικού έως το δάπεδο. Το πλάτος της είναι σχεδόν δύο μέτρα (1,6 μέτρα) προκειμένου να καλύπτει σχεδόν ολόκληρη την επιφάνεια μεταξύ των δύο πορτών.

Η δεύτερη επιφάνεια μέτρησης βρίσκεται στην μπροστινή όψη του κτιρίου και ξεκινάει από τη βάση του κτιρίου (στο σημείο που βρίσκεται το φωτιστικό σώμα), έχει πλάτος ένα μέτρο (καλύπτοντας την περιοχή μεταξύ πόρτας και παραθύρου) και ύψος ικανό να φτάνει το ύψος του σταθμού (8 μέτρα).

Οι μετρήσεις στις εν λόγω επιφάνειες δίνονται στις σελίδες που ακολουθούν τις φωτογραφίες του τρισδιάστατου μοντέλου προσομοίωσης και της φωτισμένης του αναπαράστασης. Επιπλέον πρέπει να αναφερθεί ότι τα ονόματα των επιφανειών όπως αυτές παρουσιάζονται στο πρόγραμμα, είναι: Measuring area (virtual) No.1 για την πρώτη επιφάνεια Measuring area (virtual) No.6 για την δεύτερη επιφάνεια.

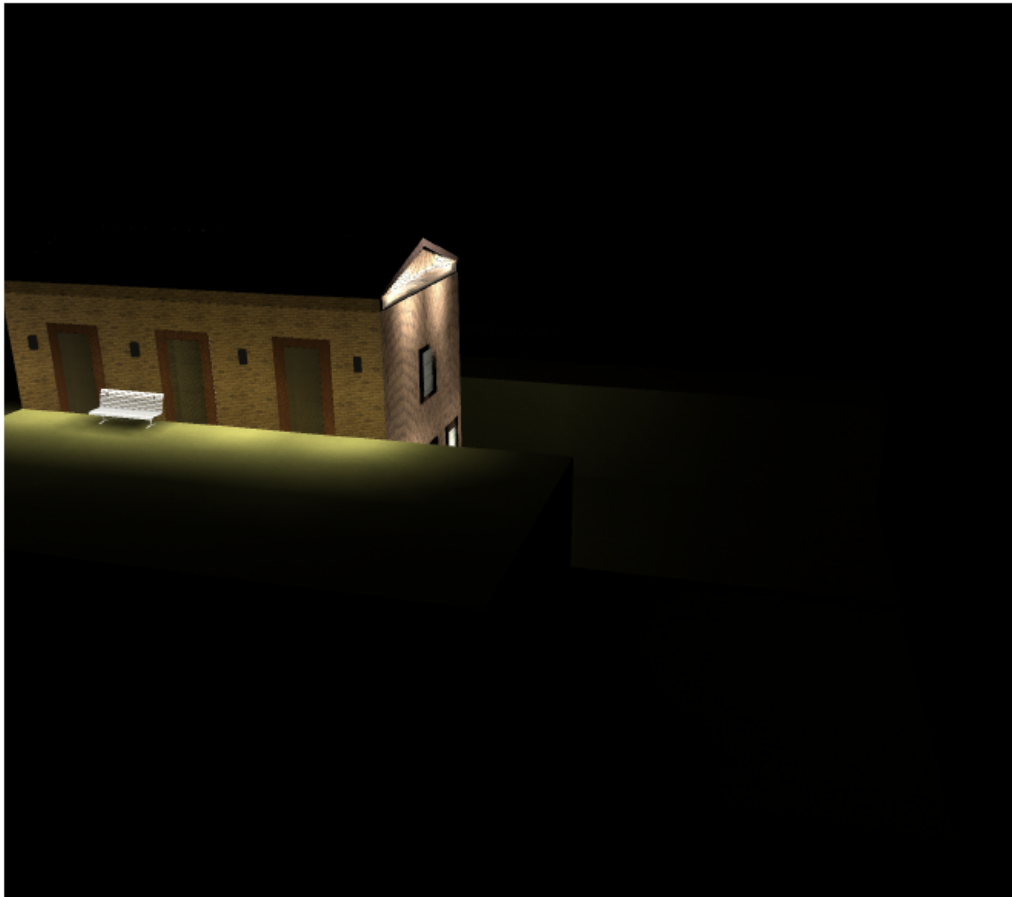
Object : Αφώπιστος Σταθμός
Installation :
Project number : ΣΤΑΘΜΟΣ ΜΑΝΑΡΗ
Date : 15.05.2006

3D representation, Variable view



Object : Φωτισμένος σταθμός
Installation :
Project number : ΣΤΑΘΜΟΣ ΜΑΝΑΡΗ
Date : 15.05.2006

3D luminance distribution, Variable view



Luminance in the illustration:
Minimum: : 0 cd/m²
Maximum: : 10.6 cd/m²

Object : Φωτισμένος σταθμός
Installation :
Project number : ΣΤΑΘΜΟΣ ΜΑΝΑΡΗ
Date : 15.05.2006

3D luminance distribution, Variable view

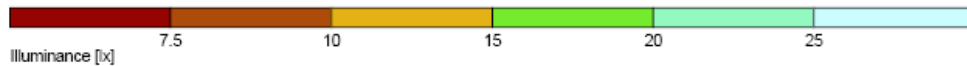
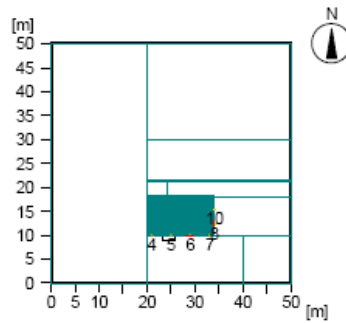


Luminance in the illustration:
Minimum: : 0 cd/m²
Maximum: : 10.6 cd/m²

Object : Φωτισμένος σταθμός
 Installation :
 Project number : ΣΤΑΘΜΟΣ ΜΑΝΑΡΗ
 Date : 15.05.2006

2. Summary

2.1 Result overview, Measuring area (virtual) No. 1



General

Calculation algorithm used	Average indirect fraction
Reduction factor	0.80
Total luminous flux of all lamps	6680 lm
Total power	500 W
Total power per area (2500.00 m ²)	0.20 W/m ²

Illuminance

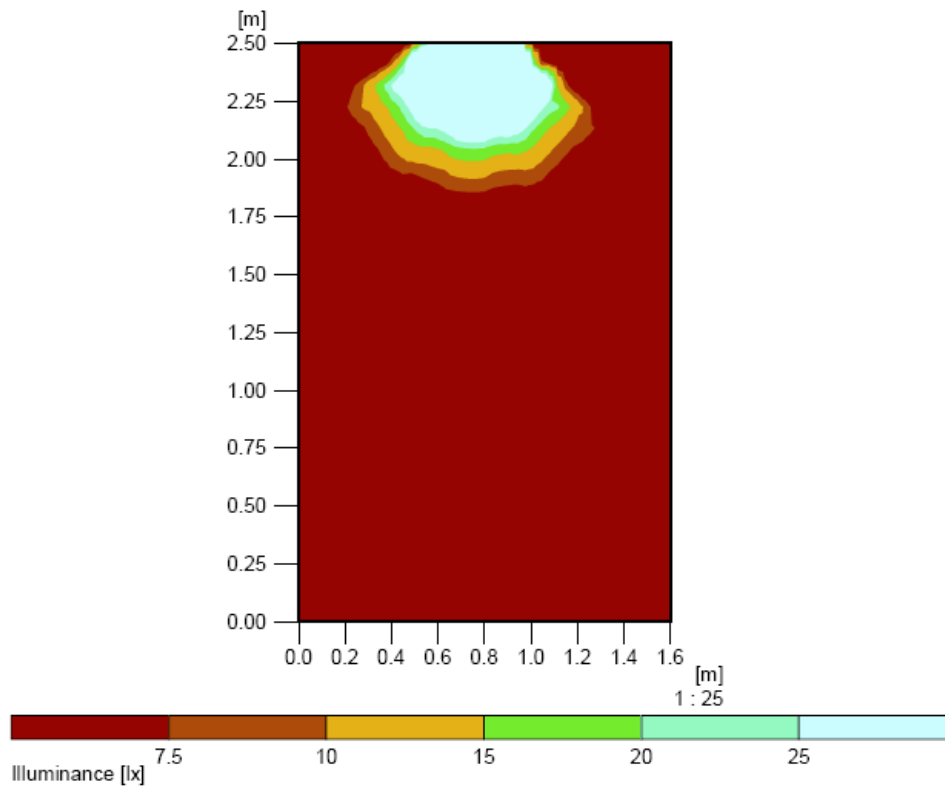
Average illuminance	Eav	20 lx
Minimum illuminance	Emin	0 lx
Maximum illuminance	Emax	7290 lx
Uniformity g1	Emin/Em	1:193 (0.01)
Uniformity g2	Emin/Emax	1:70000 (0)

Type No. Make

6	4	Lanzini	
		Order No.	: 31001
		Luminaire name	: Moderna Nero
		Equipment	: 1 x IAA-Ψ60/c 0° 100 W / 1380 lm
7	2	Order No.	: 61708
		Luminaire name	: Piso Nero 230V
		Equipment	: 1 x HMG//LPΨ111 24° 50 W / 580 lm

Object : Φωτισμένος σταθμός
Installation :
Project number : ΣΤΑΘΜΟΣ ΜΑΝΑΡΗ
Date : 15.05.2006

3.3 Pseudo colours, Illuminance, Measuring area (virtual) No. 1

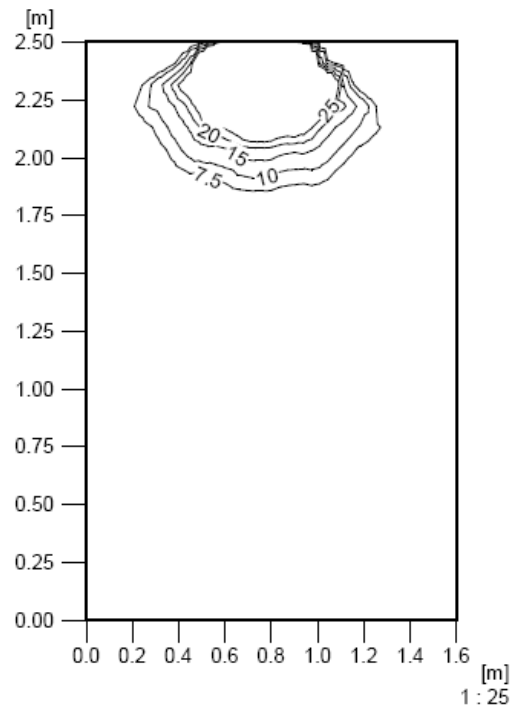


Average illuminance	Eav	: 20 lx
Minimum illuminance	Emin	: 0 lx
Maximum illuminance	Emax	: 7290 lx
Uniformity g1	Emin/Eav	: 1 : 192.57 (0.01)
Uniformity g2	Emin/Emax	: 1 : 70007.68 (0.00)

Object : Φωτισμένος σταθμός
Installation :
Project number : ΣΤΑΘΜΟΣ ΜΑΝΑΡΗ
Date : 15.05.2006

3. Artificial light Results

3.1 Isolines representation, Illuminance, Measuring area (virtual) No. 1

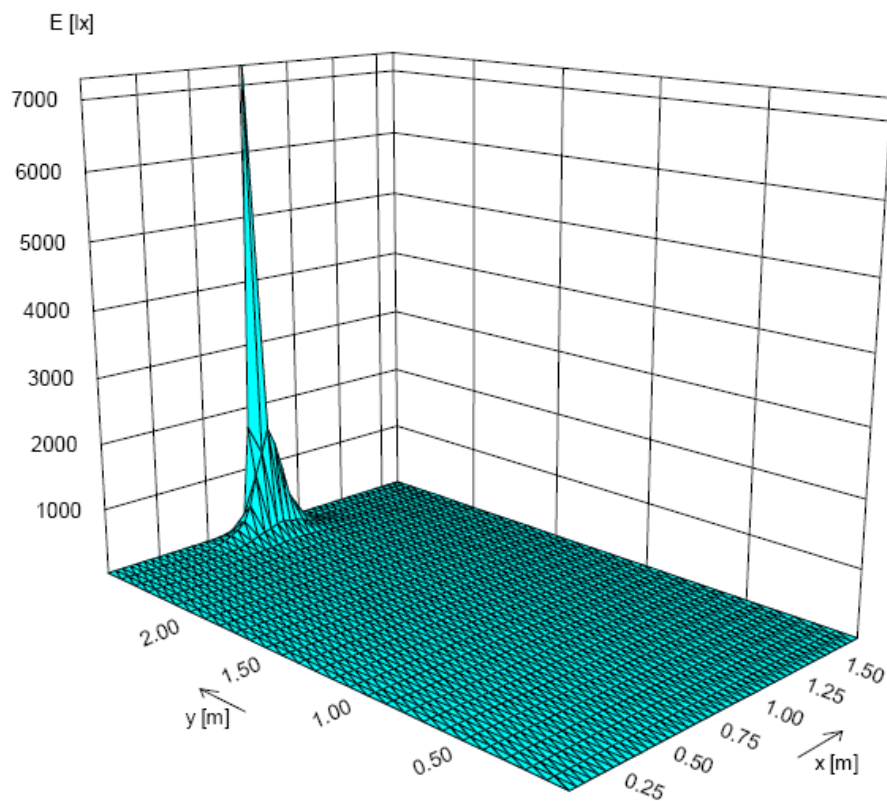


Illuminance [lx]

Average illuminance	Eav	: 20 lx
Minimum illuminance	Emin	: 0 lx
Maximum illuminance	Emax	: 7290 lx
Uniformity g1	Emin/Eav	: 1 : 192.57 (0.01)
Uniformity g2	Emin/Emax	: 1 : 70007.68 (0.00)

Object : Φωτισμένος σταθμός
Installation :
Project number : ΣΤΑΘΜΟΣ ΜΑΝΑΡΗ
Date : 15.05.2006

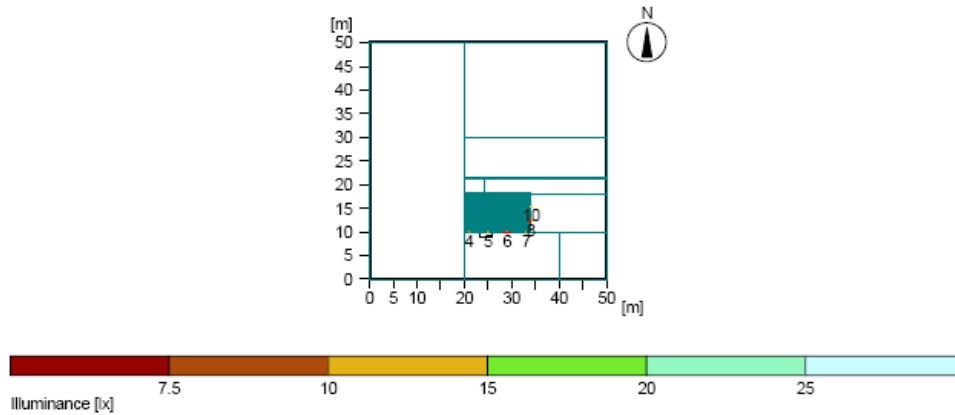
3.5 3D mountain plot, Illuminance, Measuring area (virtual) No. 1



Average illuminance	Eav	: 20 lx
Minimum illuminance	Emin	: 0 lx
Maximum illuminance	Emax	: 7290 lx
Uniformity g1	Emin/Eav	: 1 : 192.57 (0.01)
Uniformity g2	Emin/Emax	: 1 : 70007.68 (0.00)

Object : Φωτισμένος σταθμός
 Installation :
 Project number : ΣΤΑΘΜΟΣ ΜΑΝΑΡΗ
 Date : 15.05.2006

2.2 Result overview, Measuring area (virtual) No. 6



General

Calculation algorithm used	Average indirect fraction
Reduction factor	0.80
Total luminous flux of all lamps	6680 lm
Total power	500 W
Total power per area (2500.00 m ²)	0.20 W/m ²

Illuminance

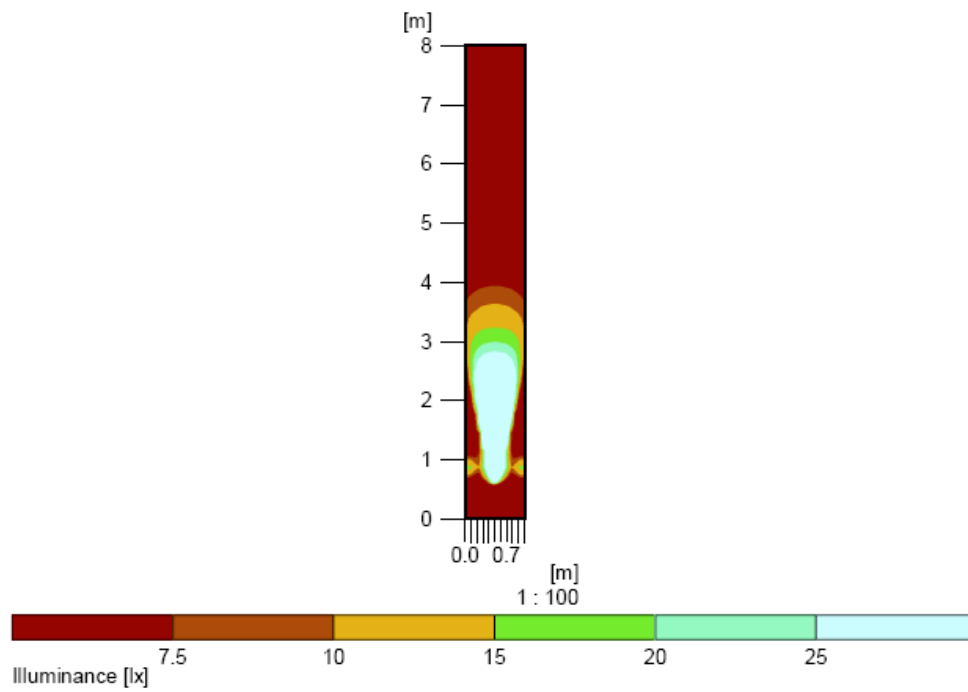
Average illuminance	Eav	21 lx
Minimum illuminance	Emin	0 lx
Maximum illuminance	Emax	1040 lx
Uniformity g1	Emin/Em	1:--- (---)
Uniformity g2	Emin/Emax	1:--- (---)

Type No. Make

6	4	Lanzini	
		Order No.	: 31001
		Luminaire name	: Moderna Nero
		Equipment	: 1 x IAA-Ψ60/c 0° 100 W / 1380 lm
7	2	Order No.	: 61708
		Luminaire name	: Piso Nero 230V
		Equipment	: 1 x HMG//LPΨ111 24° 50 W / 580 lm

Object : Φωτισμένος σταθμός
Installation :
Project number : ΣΤΑΘΜΟΣ ΜΑΝΑΡΗ
Date : 15.05.2006

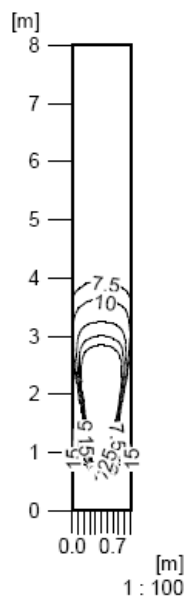
3.4 Pseudo colours, Illuminance, Measuring area (virtual) No. 6



Average illuminance	Eav	: 21 lx
Minimum illuminance	Emin	: 0 lx
Maximum illuminance	Emax	: 1040 lx
Uniformity g1	Emin/Eav	: ---
Uniformity g2	Emin/Emax	: ---

Object : Φωτισμένος σταθμός
 Installation :
 Project number : ΣΤΑΘΜΟΣ ΜΑΝΑΡΗ
 Date : 15.05.2006

3.2 Isolines representation, Illuminance, Measuring area (virtual) No. 6

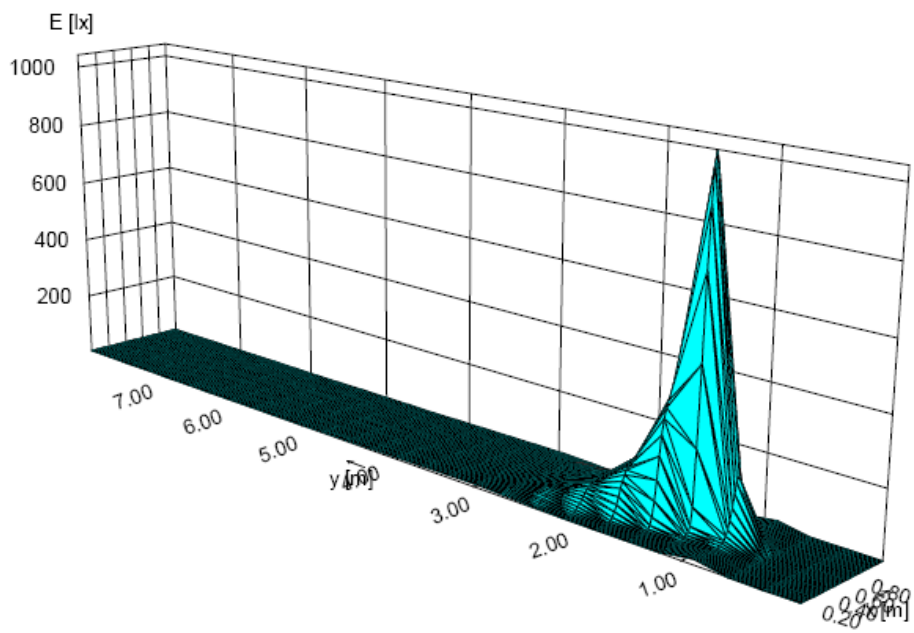


Illuminance [lx]

Average illuminance	Eav	: 21 lx
Minimum illuminance	Emin	: 0 lx
Maximum illuminance	Emax	: 1040 lx
Uniformity g1	Emin/Eav	: ---
Uniformity g2	Emin/Emax	: ---

Object : Φωτισμένος σταθμός
Installation :
Project number : ΣΤΑΘΜΟΣ ΜΑΝΑΡΗ
Date : 15.05.2006

3.6 3D mountain plot, Illuminance, Measuring area (virtual) No. 6



Average illuminance	Eav	: 21 lx
Minimum illuminance	Emin	: 0 lx
Maximum illuminance	Emax	: 1040 lx
Uniformity g1	Emin/Eav	: ---
Uniformity g2	Emin/Emax	: ---

3.2.2 ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Τα εν λόγω αποτελέσματα μας οδηγούν στο συμπέρασμα ότι οι επιφάνειες πράγματι φωτίζονται διακριτικά όπως επιθυμούσαμε. Στην πρώτη επιφάνεια μέτρησης, παρατηρείται μέση ένταση φωτισμού 20 lux, ενώ στην δεύτερη επιφάνεια μέτρησης, παρατηρείται μέση ένταση φωτισμού 21 lux, αποτέλεσμα που αποδεικνύει ότι ο φωτισμός του σταθμού είναι ομοιόμορφος και συγχρόνως διακριτικός.

Προφανώς το γεγονός ότι η μετρούμενη ένταση είναι κατά περίπου 10 lux μικρότερη από την ελάχιστη προτεινόμενη (35 lux), δεν θεωρείται λανθασμένη ή ανεπαρκής διότι όπως αναφέρεται και στην παράγραφο 1.1.3 στο σημείο το σχετικό με την προτεινόμενη ένταση φωτισμού, ο επιτυχημένος φωτισμός βασίζεται σε πολύ περισσότερους παράγοντες από ότι στην επίτευξη των αναφερόμενων lux. Μάλιστα στην συγκεκριμένη περίπτωση αυτή η μικρότερη τιμή είναι ιδιαίτερα επιθυμητή μια και οι στόχοι της μελέτης φωτισμού του σταθμού δεν είναι ιδιαίτερα αυστηροί, και μια και ο σταθμός έπρεπε να φωτιστεί αρκετά πιο διακριτικά από την γέφυρα.

Τέλος σε ότι αφορά το φαινόμενο της θάβωσης τα φωτιστικά σώματα στις θέσεις που έχουν τοποθετηθεί δεν προκαλούν άμεση θάμβωση, ενώ ο τόσο διακριτικός και χαμηλός φωτισμός που έχει επιλεγεί δεν φαίνεται να προκαλεί ούτε φαινόμενα ανακλώμενης θάμβωσης.

4 ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

4.1 ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΕΡΓΟΥ

Στην εν λόγω ενότητα θα εκπονηθεί η ηλεκτρολογική μελέτη. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να αναφερθεί ότι ηλεκτρολογικός πίνακας πλησίον τους σταθμού του τραίνου ή της γέφυρας δεν υπάρχει. Αρκετά κοντά στη γέφυρα υπάρχει κολώνα μέσης τάσης που μεταφέρει το ρεύμα στο ομώνυμο χωριό. Σε κάθε περίπτωση για την υλοποίηση των ηλεκτρολογικών πινάκων που θα σχεδιαστούν παρακάτω, πρέπει ο οικισμός να κάνει αίτηση στην Δ.Ε.Η.

4.1.1 ΓΕΝΙΚΑ

Στη σχεδίαση και τον υπολογισμό των ηλεκτρικών πινάκων χαμηλής τάσης αναγράφεται η εγκατεστημένη ισχύς ανά γραμμή καθώς και ο διαχωρισμός ανά φάση. Οι υπολογισμοί ανάλυσης φορτίου πινάκων θα περιλαμβάνουν τα ακόλουθα:








- Την εγκατεστημένη ισχύ, η οποία για τα ωμικά φορτία είναι ίση με την πραγματική ισχύ ενώ για τα φωτιστικά σώματα χρησιμοποιείται συντελεστής ισχύος ίσος με $\cos\phi = 0.85$.
- Το συντελεστή ζήτησης ανά κατηγορία φορτίου
- Την ζητούμενη ισχύ ανά κατηγορία φορτίου, η οποία προκύπτει από τον πολλαπλασιασμό της εγκατεστημένης ισχύος με τον συντελεστή ζήτησης.

Μέσω των παραπάνω είναι πλέον εφικτό να υπολογιστούν μεγέθη τα οποία μας οδηγούν στην τελική επιλογή καλωδίων και ασφαλειών. Τα μεγέθη αυτά είναι:

- Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς S_{inst}
- Η ζητούμενη ισχύς S_{dem}
- Το μέγιστο ζητούμενο ρεύμα: $I_{dmax} = S_{dem} / (\sqrt{3} \times U_{\pi})$, όπου U_{π} η πολική τάση.
- Το μέγιστο ρεύμα λειτουργίας: $I_{omax} = I_{dmax} \times \text{Εφεδρεία}$. Η εφεδρεία αλλάζει ανάλογα με το είδος του πίνακα. Ένας γενικός πίνακας διανομής πρέπει να έχει μια εφεδρεία της τάξης του 20%.

- Το επιτρεπόμενο ρεύμα καλωδίου: $I_c = I_{o_{max}} \times 1.25$, ώστε το μέγιστο ρεύμα λειτουργίας να μην ξεπερνά το 80% της επιτρεπόμενης φόρτισης του καλωδίου.

Έχοντας λοιπόν υπολογίσει το επιτρεπόμενο ρεύμα καλωδίου, γίνεται η προσωρινή επιλογή της διατομής του καλωδίου. Η επιλογή αυτή βασίζεται σε πίνακες που αντιστοιχούν τιμές επιτρεπόμενης έντασης φόρτισης ανάλογα με το είδος και τη διατομή του καλωδίου. Στη συνέχεια δίνεται ένας τέτοιος πίνακας (Πίνακας 3).

Cable Type Τύπος Καλωδίου	NYY - NYCY - NYCWY (70°C)					NYA - NYM (70°C)	
	Underground (20°C) Υπόγεια VDE 0298		In Air (30°C) Στον Αέρα VDE 0298			In Conduit (30°C) Σε Σωλήνα GREEK CODE	
Cable Configuration Μορφή Καλωδίου							
Cond. Cross Section Διατομή αγωγού (mm ²)	Current Carrying Capacity in Amperes Επιτρεπόμενη Ένταση Φόρτισης σε Αμπέρ						
1,5	26	40	26	18,5	20	14	
2,5	34	54	35	25	27	20	
4	44	70	46	34	37	25	
6	56	90	58	43	48	33	
10	75	122	79	60	66	43	
16	98	160	105	80	89	60	
25	128	206	140	106	118	83	
35	157	249	174	131	145	100	
50	185	296	212	159	176	127	
70	228	365	269	202	224	147	
95	275	438	331	244	271	181	
120	313	499	386	282	314	208	
150	353	561	442	324	361	238	
185	399	637	511	371	412	266	
240	464	743	612	436	484	310	
300	524	843	707	481	549	355	

Πίνακας 3 : Τιμές της επιτρεπόμενης έντασης φόρτισης

Αφού λοιπόν επιλεγθεί καλώδιο, μπορεί να υπολογιστεί η ικανότητα του καλωδίου σε φόρτιση μέσω της επιτρεπόμενης έντασης φόρτισης (Πίνακας 3) και δύο συντελεστών (f_1 , f_2) που αφορούν τη θερμοκρασία που πρόκειται να λειτουργήσει το καλώδιο και την όδυσή του παράλληλα με άλλα καλώδια. Ο τύπος υπολογισμού είναι:

Ικανότητα σε φόρτιση = Επιτρεπόμενη ένταση φόρτισης x f_1 x f_2

Οι τιμές των συντελεστών (f_1 , f_2) δίνονται στους παρακάτω πίνακες.

Ambient Temperature Θερμοκρασία Περιβάλλοντος (°C)	Ambient Temperature Derating Factors Συντελεστής Διόρθωσης για διάφορες Θερμοκρασίες Περιβάλλοντος.		
	VDE 0298		KEHE
	Underground Υπόγεια	In Air Αέρα	In Conduit Σε Σωλήνα
25	0,97	1,07	--
30	0,94	1,00	1,0
35	–	0,94	0,91
40	–	0,87	0,82
45	–	0,79	0,71
50	–	0,71	0,58
55	–	0,61	0,41

Πίνακας 4 : Τιμές συντελεστή f_1

No. of Feeders Αριθμός Καλωδίων	Parallel Feeder Derating Factors Συντελεστής Διόρθωσης Λόγω Ομαδοποίησης Καλωδίων	
	VDE 0298	
	Underground Υπόγεια	In Air Σε Αέρα
2	0,86	0,84
3	0,76	0,80
4	0,71	0,80
5	0,67	0,80
6	0,64	0,75
8	0,60	0,75
9	0,60	0,73

Πίνακας 5 : Τιμές συντελεστή f_2

Γνωρίζοντας λοιπόν τόσο το μέγιστο ρεύμα καλωδίου I_{max} όσο και το επιτρεπόμενο ρεύμα καλωδίου I_c , είναι πλέον εφικτό να γίνει και επιλογή ασφαλειών και διακοπών του καλωδίου. Η επιλογή σε

περίπτωση αισθητής διαφοράς μεταξύ I_c και I_{max} είναι τέτοια ώστε αφενός να καλύπτονται ρεύματα ίσα με το I_{max} και αφετέρου να απορρίπτονται ρεύματα μεγαλύτερα του επιτρεπόμενου ρεύματος καλωδίου I_c . Βέβαια υπάρχουν και έτοιμοι πίνακες συσχετισμού διατομής αγωγού και ασφαλειών οι οποίοι χρησιμοποιούνται στις περισσότερες των περιπτώσεων. Ο εν λόγω πίνακας δίνεται στην συνέχεια.

ΔΙΑΤΟΜΗ ΑΓΩΓΟΥ (mm ²)	ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΕΝΤΑΣΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ (A)
1,5	10
2,5	16
4	20
6	25
10	35
16	63
25	80
50	125
95	200
120	300

Πίνακας 6 : Ονομαστική ένταση ασφαλειών, ανάλογα με την διατομή αγωγών.

Μετά την επιλογή προσωρινής διατομής καλωδίου σύμφωνα με το επιτρεπόμενο ρεύμα καλωδίου I_c , γίνεται έλεγχος αυτής ώστε για όλα τα δίκτυα από τον γενικό πίνακα χαμηλής τάσης μέχρι και τις καταναλώσεις, η πτώση τάσης να είναι κατά μέγιστο 3% για δίκτυα φωτισμού και 5% για δίκτυα κίνησης. Σε περίπτωση που κάτι τέτοιο δεν είναι εφικτό, επιλέγεται μεγαλύτερη διατομή καλωδίου προκειμένου η πτώση τάσης να είναι μικρότερη από τις παραπάνω τιμές (ανάλογα με το υπό εξέταση δίκτυο). Τελικά επιλέγεται η οριστική διατομή του καλωδίου να έχει τέτοια τιμή ώστε να πληρούνται οι παραπάνω περιορισμοί πτώσης τάσεως.

Ο έλεγχος της πτώσης τάσης σε τριφασικό καλώδιο γίνεται για λειτουργία στο μέγιστο ρεύμα λειτουργίας $I_{o,max}$ και υπολογίζεται από τον τύπο:

$$\Delta U = \sqrt{3} \times (K/n) \times L \times I_{\text{omax}} \times 100/380(\%)$$

Όπου:

K: ο συντελεστής απωλειών για δεδομένο συντελεστή ισχύος, ο οποίος δίνεται ανάλογα με το καλώδιο στον Πίνακα 7

n: ο αριθμός των καλωδίων ανά φάση και

L: το μήκος του καλωδίου σε km.

ΔΙΑΤΟΜΗ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (mm ²)	ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ «Κ» ΓΙΑ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΙΣΧΥΟΣ 0.8 "Κ" (Ù/km) cosφ =0.8	ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ «Κ» ΓΙΑ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΙΣΧΥΟΣ 0.9 "Κ" (Ù/km) cosφ =0.9
1,5	12.4	12.4
2,5	7.42	7.42
4	4.63	4.63
6	3.09	3.09
10	1.89	1.89
16	1.16	1.16

Πίνακας 7: Παράγοντας «Κ» για τον υπολογισμό της πτώσης τάσεως

Φυσικά πρέπει να αναφερθεί ότι όλα τα παραπάνω ισχύουν για τριφασική παροχή και τριφασικό καλώδιο. Στην περίπτωση μονοφασικού καλωδίου ισχύουν όλα τα παραπάνω μόνο που όλα υπολογίζονται για την μία και μοναδική φάση. Η μόνη διαφορά τέλος είναι ο τύπος που υπολογίζεται η πτώση τάσης στην περίπτωση μονοφασικής παροχής. Ο τύπος αυτός δίνεται στη συνέχεια:

$$\Delta U = 2 \times (K/n) \times L \times I_{\text{omax}} \times 100/230(\%).$$

4.2 ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΓΕΦΥΡΑΣ ΚΑΙ ΣΤΑΘΜΟΥ

4.2.1 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ

Για τον φωτισμό τόσο της γέφυρας όσο και του σταθμού χρησιμοποιήθηκαν τα παρακάτω φωτιστικά:

- 14 φωτιστικά TEMPO 1-2 (MWF130-CDM-TD70W/830-230V BK) με συνολική κατανάλωση 88 Watt το καθένα
- 10 φωτιστικά Pompei EXTENSION (MBF504 1xCDM-T70W CON NB) με συνολική κατανάλωση 88 Watt το καθένα
- 4 φωτιστικά Pompei EXTENSION (MBF504 1xCDM-T35W CON NB) με συνολική κατανάλωση 47 Watt το καθένα
- 4 φωτιστικά Moderna Nero (Lanzini) με συνολική κατανάλωση 100 Watt το καθένα και
- 2 φωτιστικά Piso Nero 230 V (Lanzini) με συνολική κατανάλωση 50 Watt το καθένα.

Κατά συνέπεια η συνολική ενεργός ισχύς που θα καταναλώνει το σύστημα φωτισμού γέφυρας και σταθμού θα είναι:

$14 \cdot 88 + 10 \cdot 88 + 4 \cdot 47 = 2300$ Watt για την γέφυρα, και

$4 \cdot 100 + 2 \cdot 50 = 500$ Watt για τον σταθμό.

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να αναφέρουμε ότι λόγω φωτιστικών σωμάτων τα οποία έχουν συντελεστή ισχύος $\cos\phi = 0.85$, η εγκατεστημένη ισχύς είναι:

$$\begin{aligned} \text{Εγκατεστημένη Ισχύς} &= \text{Φαινόμενη Ισχύς} = \text{Πραγματική Ισχύς} / \cos\phi \\ &= 2800 / 0.85 \\ &= 3294 \text{ VA} \end{aligned}$$

Λόγω της αρχιτεκτονικής της γέφυρας και του σταθμού, προτείνεται να μοιραστούν τα φώτα σε τέσσερις γραμμές. Η μία θα εξυπηρετεί τα φώτα του πρώτου, δεύτερου και έβδομου ποδιού της γεφύρας, η δεύτερη τα φώτα του τρίτου και τέταρτου ποδιού της γεφύρας, η τρίτη τα φώτα του πέμπτου και έκτου ποδιού της γέφυρας και η τέταρτη τα φώτα του σταθμού.

Επομένως θεωρούμε ότι στην πρώτη γραμμή συνδέονται τα ακόλουθα φωτιστικά σώματα :

- 4 φωτιστικά TEMPO 1-2 * 88 Watt = 352 Watt
- 4 φωτιστικά Pompei EXTENSION *88 Watt = 352 Watt
- 4 φωτιστικά Pompei EXTENSION *47 Watt = 188 Watt

Συνολικά δηλαδή 892 Watt $\rightarrow 892 / 0.85 = 1049 \text{ VA}$.

Στην δεύτερη γραμμή έχουμε:

- 4 φωτιστικά TEMPO 1-2 * 88 Watt = 352 Watt
- 4 φωτιστικά Pompei EXTENSION *88 Watt = 352 Watt

Συνολικά δηλαδή 704 Watt $\rightarrow 704 / 0.85 = 828 \text{ VA}$.

Όμοια στην τρίτη γραμμή συνδέονται:

- 4 φωτιστικά TEMPO 1-2 * 88 Watt = 352 Watt
- 4 φωτιστικά Pompei EXTENSION *88 Watt = 352 Watt

Συνολικά δηλαδή 704 Watt $\rightarrow 704 / 0.85 = 828 \text{ VA}$

Τέλος στην τέταρτη γραμμή έχουμε:

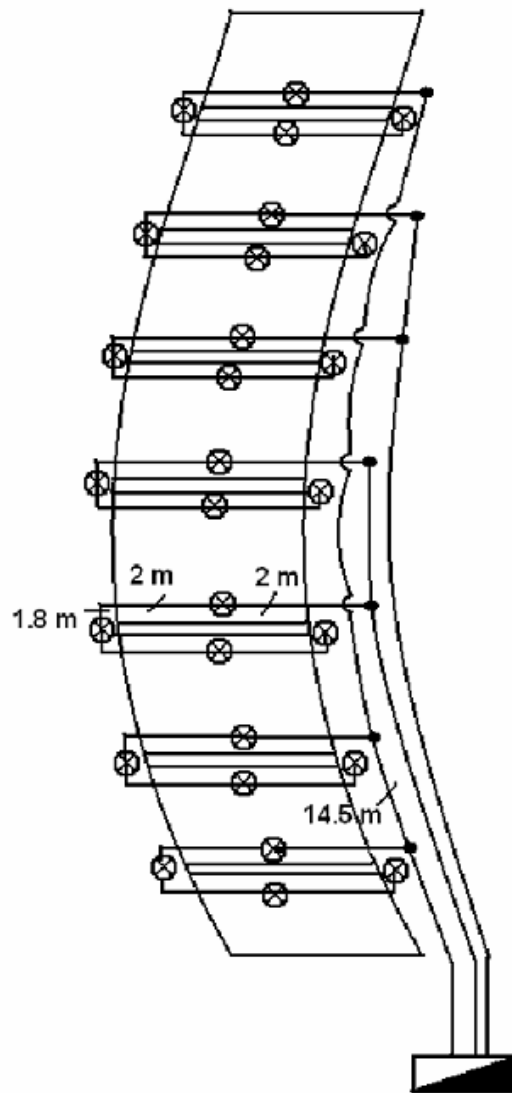
- 4 φωτιστικά Moderna Nero * 100 Watt = 400 Watt
- 2 φωτιστικά Piso Nero *50 Watt = 100 Watt.

Συνολικά δηλαδή 500 Watt $\rightarrow 500 / 0.85 = 588 \text{ VA}$.

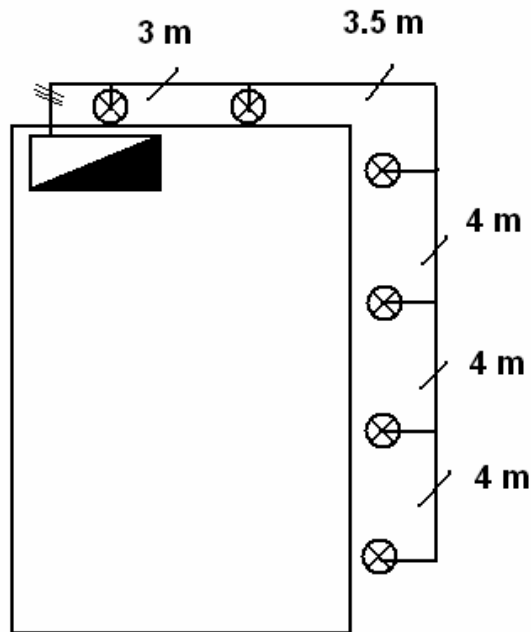
Λόγω μη ύπαρξης παροχής χαμηλής τάσης, θεωρούμε ότι θα τοποθετηθεί ένας εξωτερικός πίνακας σε εκείνο το άκρο της γέφυρας που δεν βρίσκεται ο σταθμός και από τον πίνακα αυτό θα ξεκινά ένα τριφασικό καλώδιο στο οποίο θα συνδεθούν όλα τα φώτα της γέφυρας. Επιπλέον θα τοποθετηθεί ένας πίνακας εσωτερικός ο οποίος θα βρίσκεται στο εσωτερικό του σταθμού και από τον οποίο θα ξεκινά ένα μονοφασικό καλώδιο στο οποίο θα συνδεθούν τα φώτα του σταθμού. Φυσικά είναι προφανές ότι από την παροχή (κολώνα της Δ.Ε.Η) θα χρησιμοποιηθεί τριφασικό καλώδιο μέχρι τον πρώτο πίνακα και μονοφασικό μέχρι τον δεύτερο.

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να αναφερθεί ότι θεωρήθηκε ότι το πλησιέστερο σημείο χαμηλής τάσης είναι το άκρο της γέφυρας που δεν βρίσκεται ο σταθμός αφενός διότι είναι το πιο κοντινό σημείο στο χωριό (από το οποίο μπορεί να πάρει κανείς παροχή χαμηλής τάσης) και αφετέρου διότι από το σημείο αυτό περνά κολώνα μέσης τάσης από την οποία με χρήση μετασχηματιστή Μ.Τ/Χ.Τ θα ήταν εφικτό να δοθεί παροχή χαμηλής τάσης.

Παρακάτω παρατίθενται η κάτοψη του μονογραμμικού σχεδίου της ηλεκτρολογικής εγκατάστασης στην γέφυρα και το σταθμό.



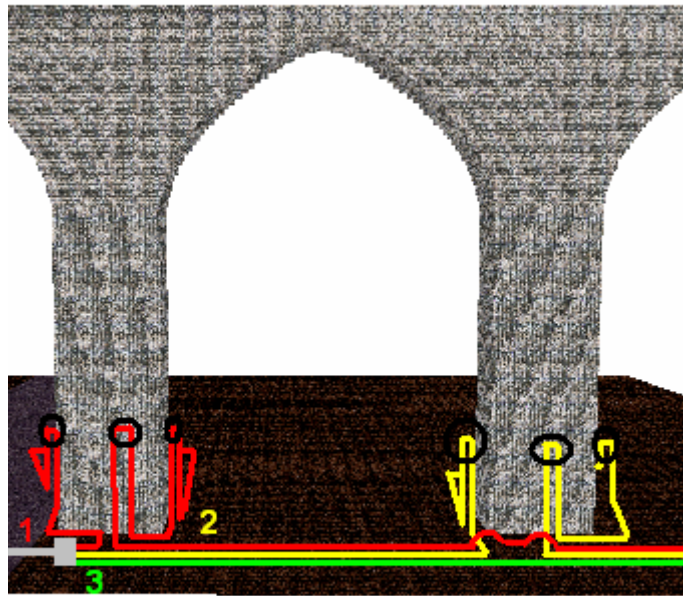
Φωτογραφία 22: Μονογραμμικό σχέδιο ηλεκτρολογικής εγκατάστασης γέφυρας (κάτοψη).



Φωτογραφία 23: Μονογραμμικό σχέδιο ηλεκτρολογικής εγκατάστασης σταθμού (κάτοψη).

Τα φωτιστικά της γέφυρας τοποθετήθηκαν σε διάφορα ύψη από το έδαφος, όπως αναφέρεται αναλυτικά στην παράγραφο 2.1.3. Κατά συνέπεια στην κάτοψη αυτό δεν μπορεί να σχεδιαστεί. Επιπλέον τα φωτιστικά της πλαϊνής όψης του κτιρίου του σταθμού τοποθετήθηκαν σε ύψος 2 μέτρων, το οποίο επίσης δεν φαίνεται στην κάτοψη. Επομένως, αναφέρεται ότι όπου υπάρχει φωτιστικό σημείο στην κάτοψη της γέφυρας, αυτό είναι τοποθετημένο στο ύψος που αναφέρεται στην παράγραφο 2.1.3, ενώ όπου υπάρχει φωτιστικό σώμα στην πλάγια όψη του σταθμού, αυτό είναι τοποθετημένο σε ύψος 2 μέτρων.

Στη συνέχεια παρατίθεται μια ενδεικτική φωτογραφία ενός τόξου της γέφυρας για την πλήρη εποπτική κατανόηση της καλωδίωσης. Με κόκκινο χρώμα έχει σημειωθεί η γραμμή ένα, ενώ με κίτρινο χρώμα η γραμμή δύο και με πράσινο η γραμμή τρία.



Φωτογραφία 24: Τοποθέτηση καλωδίου

4.2.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΛΩΔΙΩΝ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΩΝ

Όπως αναφέρθηκε στην προηγούμενη παράγραφο, για την ηλεκτρολογική εγκατάσταση χρειαζόμαστε τέσσερις γραμμές. Επιπλέον, τα φωτιστικά της γέφυρας θα συνδεθούν σε ένα τριφασικό καλώδιο το οποίο θα ξεκινά από έναν εξωτερικό πίνακα ο οποίος θα βρίσκεται πολύ κοντά στην θεωρούμενη παροχή χαμηλής τάσης (περίπου σε απόσταση 5 m) ενώ τα φωτιστικά του σταθμού θα συνδεθούν σε μονοφασική παροχή και ο πίνακας θα είναι εσωτερικός.

Κατά συνέπεια θα ακολουθήσουν δύο ηλεκτρολογικές μελέτες, μια για τα φωτιστικά της γέφυρας και τον πίνακα τους και μία για τα φωτιστικά του σταθμού και τον αντίστοιχο πίνακα τους.

- ***Ηλεκτρολογική μελέτη γέφυρας***

Στην περίπτωση αυτή συμφέρει για λόγους οικονομίας να χρησιμοποιηθεί ένα τριφασικό καλώδιο το οποίο θα εξυπηρετήσει όλη την εγκατάσταση. Επειδή, όπως αναφέρθηκε στην παράγραφο 4.1.2, χρειαζόμαστε τρεις γραμμές για την σύνδεση των φωτιστικών σωμάτων της γέφυρας (γραμμή 1: 1049 VA, γραμμή 2: 828 VA και γραμμή 3: 828 VA), και επειδή αυτές δεν παρουσιάζουν μεγάλη ανομοιομορφία φόρτισης, κάθε μία από αυτές θα συνδεθεί σε μία φάση.

Σύμφωνα με τα όσα αναφέρθηκαν στην παράγραφο 4.1.1, θα υπολογιστεί η προσωρινή διατομή των καλωδίων. Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς για τα φώτα της γέφυρας είναι 2705 VA μοιρασμένη στις τρεις φάσεις ως εξής:

R: 1049 VA
S: 828 VA
T: 828 VA

Επομένως, το μέγιστο φασικό ρεύμα θα είναι:

$$I_{f_max} = S_{inst} / 230 = 1049 / 230 = 4.6 \text{ A}$$

Ο συντελεστής ζήτησης είναι προφανώς ίσος με την μονάδα, μια και στόχος της μελέτης είναι να φωτίζεται η γέφυρα και ο σταθμός κάθε βράδυ. Συνεπώς η μέγιστη ζητούμενη φασική ισχύς είναι η εγκατεστημένη φασική ισχύς. Επομένως, το μέγιστο ζητούμενο φασικό ρεύμα είναι:

$$I_{dmax} = I_{f_max} \times (\Sigma Z) = 4.6 \times 1 = 4.6 \text{ A}$$

Κατά συνέπεια το μέγιστο ρεύμα λειτουργίας λαμβάνοντας υπ' όψη και την εφεδρεία (20%) θα είναι:

$$I_{omax} = I_{dmax} \times \text{Εφεδρεία} = 4.6 \times 1.2 = 5.5 \text{ A}$$

Ενώ το επιτρεπόμενο ρεύμα καλωδίου έτσι ώστε αυτό να φορτίζεται στο 80% της ονομαστικής του τιμής θα είναι:

$$I_c = I_{omax} \times 1.25 = 5.5 \times 1.25 = 6.8 \text{ A}$$

Από τον Πίνακα 3 καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι αν επιλέξουμε καλώδια NYΥ διαμέτρου 1.5 mm² στον αέρα, η επιτρεπόμενη έντασή τους σε Αμπέρ είναι 18.5 A, οπότε προφανώς το καλώδιο αυτό αντέχει ρεύμα $I_{max} = 5.5 \text{ A}$. Επομένως, από τον Πίνακα 4 για θερμοκρασία περιβάλλοντος 30° C, προκύπτει ότι $f_1=1$, ενώ από τον Πίνακα 5 προκύπτει ότι για 4 καλώδια στον αέρα (ένα καλώδιο σε κάθε φάση και ο ουδέτερος) $f_2=0.8$. Κατά συνέπεια, η ικανότητα του καλωδίου σε φόρτιση, είναι:

$$\text{Ικανότητα καλωδίου σε φόρτιση}(30^\circ \text{ C}) = 18.5 * 1 * 0.83 = 14.8 \text{ A}$$

Από τη στιγμή λοιπόν που έχει επιλεγεί καλώδιο NYΥ διαμέτρου 1.5 mm² από τον Πίνακα 6 προκύπτει ότι η κατάλληλη ασφάλεια για το εν λόγω καλώδιο είναι 10 A (ασφάλεια που προφανώς επιτρέπει την διέλευση του μέγιστου ρεύματος καλωδίου $I_{max} = 5.5 \text{ A}$). Στην προκειμένη περίπτωση χρησιμοποιήθηκε κατευθείαν ο Πίνακας 6 λόγω του ότι τα ρεύματα I_c και I_{omax} έχουν πολύ μικρή διαφορά μεταξύ τους.

Επιπλέον θα πρέπει να τονιστεί ότι στην εν λόγω μελέτη είναι απαραίτητο να χρησιμοποιηθεί καλώδιο NYΥ το οποίο ενδείκνυται για υπαίθριες εγκαταστάσεις (πολλές φορές και εντός του εδάφους) και γενικά όπου είναι αναγκαία η προστασία από υγρασία (όπως και στη συγκεκριμένη μελέτη) και όχι κάποιο από τα NYA ή NYM που χρησιμοποιούνται κυρίως σε εσωτερικούς χώρους.

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να τονίσουμε ότι η παραπάνω επιλογή καλωδίου ενδέχεται φυσικά να δημιουργεί προβλήματα πτώσης τάσεως μη αποδεκτά από το δίκτυο. Μια και ασχολούμαστε με δίκτυο φωτισμού η μέγιστη επιτρεπόμενη πτώση τάσης είναι της τάξης του 3%. Στη συνέχεια λοιπόν θα υπολογιστεί η πτώση τάσης για το μέγιστο μήκος του προεπιλεγέντος καλωδίου.

Το μήκος του τριφασικού καλωδίου που θα χρησιμοποιηθεί προκειμένου να καλύψει όλη την ισχύ των φωτιστικών σωμάτων της γέφυρας είναι:

118 m (το μήκος του τόξου της γέφυρας) – 12 m (η απόσταση από το τελευταίο πόδι της γέφυρας μέχρι το τέλος του τόξου) + 54 m (μήκος απαραίτητο για να περάσει το καλώδιο, ακολουθώντας το τόξο, πάνω από το δρόμο) = 160 m = 0.16 km.

Επομένως σύμφωνα με την παράγραφο 4.1.1 η πτώση τάσης στην περίπτωση που χρησιμοποιηθεί καλώδιο διαμέτρου 1.5 mm² θα είναι:

$$\begin{aligned}\Delta U &= \sqrt{3} \times (K/n) \times L \times I_{o\max} \times 100/380(\%) \\ &= 1.732 \times (12.4/1) \times 0.16 \times 5.5 \times 100/380(\%) \\ &= 4.12\%\end{aligned}$$

Το K επιλέχθηκε φυσικά ίσο με 12.4 διότι από τον Πίνακα 7 βλέπουμε ότι αυτή είναι η τιμή του για καλώδιο διαμέτρου 1.5 mm².

Σύμφωνα με αυτά που αναφέρονται στην παράγραφο 4.1.1 παρατηρούμε ότι η παραπάνω πτώση τάσης είναι μη αποδεκτή αφού υπερβαίνει το 3%. Κατά συνέπεια επιλέγουμε καλώδιο μεγαλύτερης διαμέτρου (και κατά συνέπεια μικρότερου-Πίνακας 7- K) προκειμένου η πτώση τάσης να κυμαίνεται μέσα στα επιτρεπτά όρια. Με καλώδιο λοιπόν διαμέτρου 2.5 mm² και K = 7.42 η πτώση τάσεως θα είναι:

$$\begin{aligned}\Delta U &= \sqrt{3} \times (K/n) \times L \times I_{o\max} \times 100/380(\%) \\ &= 1.732 \times (7.42/1) \times 0.16 \times 5.5 \times 100/380(\%) \\ &= 2.47\%\end{aligned}$$

τιμή φυσικά αποδεκτή.

Καταλήγοντας λοιπόν, για τον φωτισμό της γέφυρας θα χρησιμοποιηθεί τριφασικό καλώδιο NYΥ με διάμετρο 2.5 mm² και μήκος 160 περίπου μέτρα το οποίο θα ασφαλιστεί με ασφάλεια 16 A (σύμφωνα με τον Πίνακα 6).

Κατά συνέπεια αφού πλέον θα χρησιμοποιηθεί καλώδιο με διάμετρο 2.5 mm^2 η ικανότητα του σε φόρτιση θα αλλάξει. Χρησιμοποιώντας τα δεδομένα των πινάκων 4, 5 και 6 καταλήγουμε στο ότι $f_1=1$, $f_2=0.8$ και φυσικά ότι η τιμή της επιτρεπόμενης έντασης φόρτισης είναι πια 25 A. Επομένως, η ικανότητα του καλωδίου σε φόρτιση, είναι:

Ικανότητα καλωδίου σε φόρτιση(30° C)= $25 \cdot 1 \cdot 0.8 = 20 \text{ A}$

Για την τοποθέτηση του καλωδίου θα πρέπει να ανοιχτεί χαντάκι βάθους 80 mm το οποίο θα σκεπαστεί με τσιμέντο για την προστασία του καλωδίου.

Σε περίπτωση τώρα που ο πίνακας τοποθετηθεί σε διαφορετικό από το προαναφερόμενο σημείο επιβάλλεται να επαναπροσδιοριστεί η διάμετρος του καλωδίου αν το μήκος αυτού ξεπεράσει τα 160 μέτρα, διότι μια τέτοια εκδοχή μπορεί να οδηγήσει σε πτώση τάσης μεγαλύτερη από 3%.

- **Ηλεκτρολογική μελέτη σταθμού**

Στην περίπτωση αυτή συμφέρει φυσικά να χρησιμοποιηθεί ένα μονοφασικό καλώδιο. Όπως αναφέρθηκε στην παράγραφο 4.1.2, χρειαζόμαστε μια γραμμή για την σύνδεση των φωτιστικών σωμάτων του σταθμού. Συνολικά το μονοφασικό καλώδιο το οποίο θα μεταφέρει το ρεύμα στον πίνακα του σταθμού θα εξυπηρετήσει 500 Watt δηλαδή φαινόμενη ισχύ ίση με $500 / 0.85 = 588 \text{ VA}$.

Ο συντελεστής ζήτησης είναι και πάλι ίσος με την μονάδα, μια και στόχος της μελέτης είναι να φωτίζεται η γέφυρα και ο σταθμός κάθε βράδυ. Συνεπώς η μέγιστη ζητούμενη ισχύς είναι η εγκατεστημένη ισχύς. Επομένως, το μέγιστο ζητούμενο ρεύμα είναι:

$$I_{dmax} = [S_{inst} / 230] \times (\Sigma Z) = [588 / 230] \times 1 = 2.6 \text{ A}$$

Κατά συνέπεια το μέγιστο ρεύμα λειτουργίας λαμβάνοντας υπ' όψη και την εφεδρεία (20%) θα είναι:

$$I_{omax} = I_{dmax} \times \text{Εφεδρεία} = 2.6 \times 1.2 = 3.1 \text{ A}$$

Ενώ το επιτρεπόμενο ρεύμα καλωδίου έτσι ώστε αυτό να φορτίζεται στο 80% της ονομαστικής του τιμής θα είναι:

$$I_c = I_{omax} \times 1.25 = 3.1 \times 1.25 = 3.8 \text{ A}$$

Από τον Πίνακα 3 καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι αν επιλέξουμε μονοφασικό καλώδιο NYΥ (με επιστροφή ουδετέρου) διαμέτρου 1.5 mm^2 στον αέρα, η επιτρεπόμενη έντασή του σε Αμπέρ είναι 20 A, οπότε προφανώς το καλώδιο αυτό αντέχει ρεύμα $I_{max} = 3.1 \text{ A}$. Επομένως, από τον Πίνακα 4 για θερμοκρασία περιβάλλοντος 30° C ,

προκύπτει ότι $f_1=1$, ενώ από τον Πίνακα 5 προκύπτει ότι για 2 καλώδια στον αέρα, $f_2=0.83$. Κατά συνέπεια, η ικανότητα του καλωδίου σε φόρτιση, είναι:

$$\text{Ικανότητα καλωδίου σε φόρτιση}(30^\circ \text{ C}) = 20 \cdot 1 \cdot 0,83 = 16.6 \text{ A}$$

Όπως προκύπτει από τον Πίνακα 6, για καλώδιο διατομής 1.5 mm^2 επιλέγουμε ασφάλεια 10 A. Φυσικά η ασφάλεια αυτή επιτρέπει την διέλευση του μέγιστου ρεύματος καλωδίου $I_{\max} = 3.1 \text{ A}$. Και πάλι σε αυτή την περίπτωση χρησιμοποιήθηκε κατευθείαν ο Πίνακας 6 λόγω του ότι τα ρεύματα I_c και I_{\max} έχουν πολύ μικρή διαφορά μεταξύ τους.

Στη συνέχεια θα πρέπει και πάλι να υπολογίσουμε αν το μονοφασικό καλώδιο το οποίο θα παρέχει στον εσωτερικό πίνακα του σταθμού ρεύμα προκαλεί πτώση τάσης μεγαλύτερη του 3%.

Το μήκος του μονοφασικού καλωδίου που θα χρησιμοποιηθεί προκειμένου να καλύψει όλη την ισχύ των φωτιστικών σωμάτων του σταθμού είναι:

118 m (το μήκος του τόξου της γέφυρας) + 20 m (μήκος απαραίτητο για να φτάσει το καλώδιο από το άκρο της γέφυρας στο εσωτερικό του σταθμού όπου βρίσκεται ο πίνακας) = 138 m = 0.138 km.

Επομένως σύμφωνα με την παράγραφο 4.1.1 η πτώση τάσης στην περίπτωση που χρησιμοποιηθεί καλώδιο διαμέτρου 1.5 mm^2 ($K = 12.4$ από Πίνακα 7) θα είναι:

$$\begin{aligned} \Delta U &= 2 \times (K/n) \times L \times I_{\max} \times 100/230(\%) \\ &= 2 \times (12.4/1) \times 0.138 \times 2.6 \times 100/230(\%) \\ &= 3.98\% \end{aligned}$$

Σύμφωνα με την παράγραφο 4.1.1, η παραπάνω πτώση τάσης είναι μη αποδεκτή αφού υπερβαίνει το 3%. Κατά συνέπεια επιλέγουμε καλώδιο μεγαλύτερης διαμέτρου (και κατά συνέπεια μικρότερου-Πίνακας 7- K) προκειμένου η πτώση τάσης να κυμαίνεται μέσα στα επιτρεπτά όρια. Με καλώδιο λοιπόν διαμέτρου 2.5 mm^2 και $K=7.42$ η πτώση τάσεως θα είναι:

$$\begin{aligned} \Delta U &= 2 \times (K/n) \times L \times I_{\max} \times 100/230(\%) \\ &= 2 \times (7.42/1) \times 0.138 \times 2.6 \times 100/230(\%) \\ &= 2.38\% \end{aligned}$$

τιμή φυσικά αποδεκτή.

Καταλήγοντας λοιπόν, για την μεταφορά του ρεύματος από την κολώνα χαμηλής τάσης μέχρι τον εσωτερικό πίνακα του σταθμού θα χρησιμοποιηθεί μονοφασικό καλώδιο NYΥ με διάμετρο 2.5 mm^2 και μήκος 138 περίπου μέτρα το οποίο θα ασφαλιστεί με ασφάλεια 16 A

(σύμφωνα με τον Πίνακα 6). Το καλώδιο αυτό μπορεί να μεταφερθεί εναέρια.

Κατά συνέπεια αφού πλέον θα χρησιμοποιηθεί καλώδιο με διάμετρο 2.5 mm^2 η ικανότητα του σε φόρτιση θα αλλάξει. Χρησιμοποιώντας τα δεδομένα των πινάκων 3, 4 και 5 καταλήγουμε στο ότι $f_1=1$, $f_2=0.83$ και φυσικά ότι η τιμή της επιτρεπόμενης έντασης φόρτισης είναι πια 27 A. Επομένως, η ικανότητα του καλωδίου σε φόρτιση, είναι:

Ικανότητα καλωδίου σε φόρτιση(30° C)= $27 \cdot 1 \cdot 0.83 = 22.41 \text{ A}$

Στη συνέχεια ακολουθεί ανάλυση σε ότι αφορά το καλώδιο που θα χρησιμοποιηθεί από τον εσωτερικό πίνακα και μετά. Φυσικά σε ότι αφορά το μέγιστο ρεύμα (I_{f_max}), το μέγιστο ζητούμενο ρεύμα (I_{dmax}), το μέγιστο ρεύμα λειτουργίας (I_{omax}) και το επιτρεπόμενο ρεύμα καλωδίου (I_c) οι τιμές του δεν αλλάζουν αφού η ισχύς που πρέπει να εξυπηρετηθεί μετά τον εσωτερικό πίνακα είναι φυσικά ίση με 588 VA.

Αυτό που αλλάζει είναι το μήκος του εν λόγω καλωδίου. Επειδή μετά τον πίνακα η μέγιστη απόσταση που αυτό θα πρέπει να διανύσει είναι: 14 m (μήκος της πλάγιας όψης του σταθμού) + 8 m (μήκος της μπροστινής όψης του σταθμού) = 22 m , θεωρητικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί καλώδιο NYΥ διατομής 1.5 mm^2 . Ελέγχοντας την πτώση τάσεως για την εν λόγω διατομή ($K = 12.4$) παρατηρούμε ότι αυτή θα είναι:

$$\begin{aligned} \Delta U &= 2 \times (K/n) \times L \times I_{omax} \times 100/230(\%) \\ &= 2 \times (12.4/1) \times 0.022 \times 2.6 \times 100/230(\%) \\ &= 0.62\% \end{aligned}$$

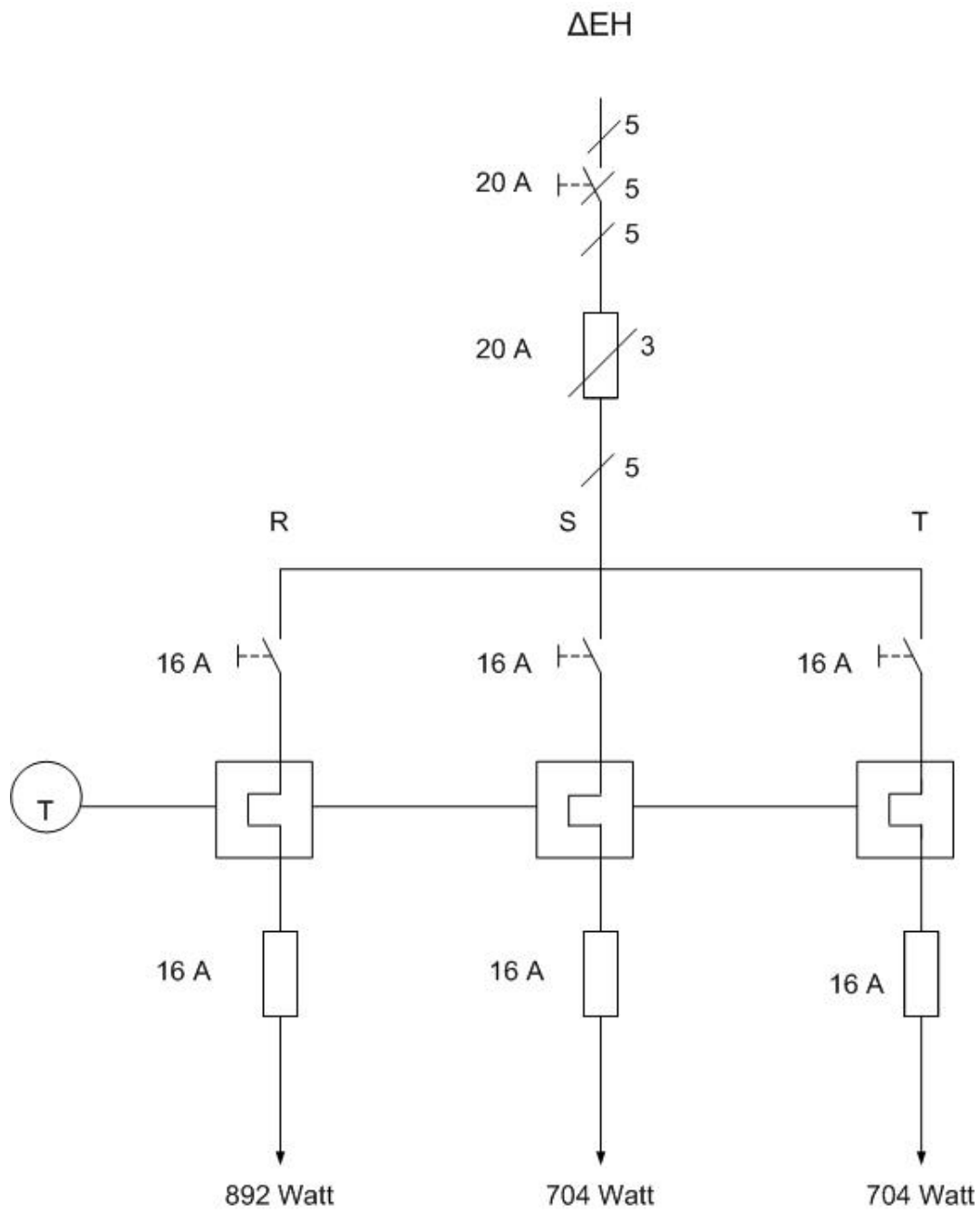
Τιμή φυσικά αποδεκτή.

Καταλήγοντας λοιπόν, για τον φωτισμό του σταθμού θα χρησιμοποιηθεί μετά τον εσωτερικό πίνακά του μονοφασικό καλώδιο NYΥ με διάμετρο 1.5 mm^2 και μήκος 22 περίπου μέτρα το οποίο θα ασφαλιστεί με ασφάλεια 10 A (σύμφωνα με τον πίνακα 7).

4.2.3 ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ

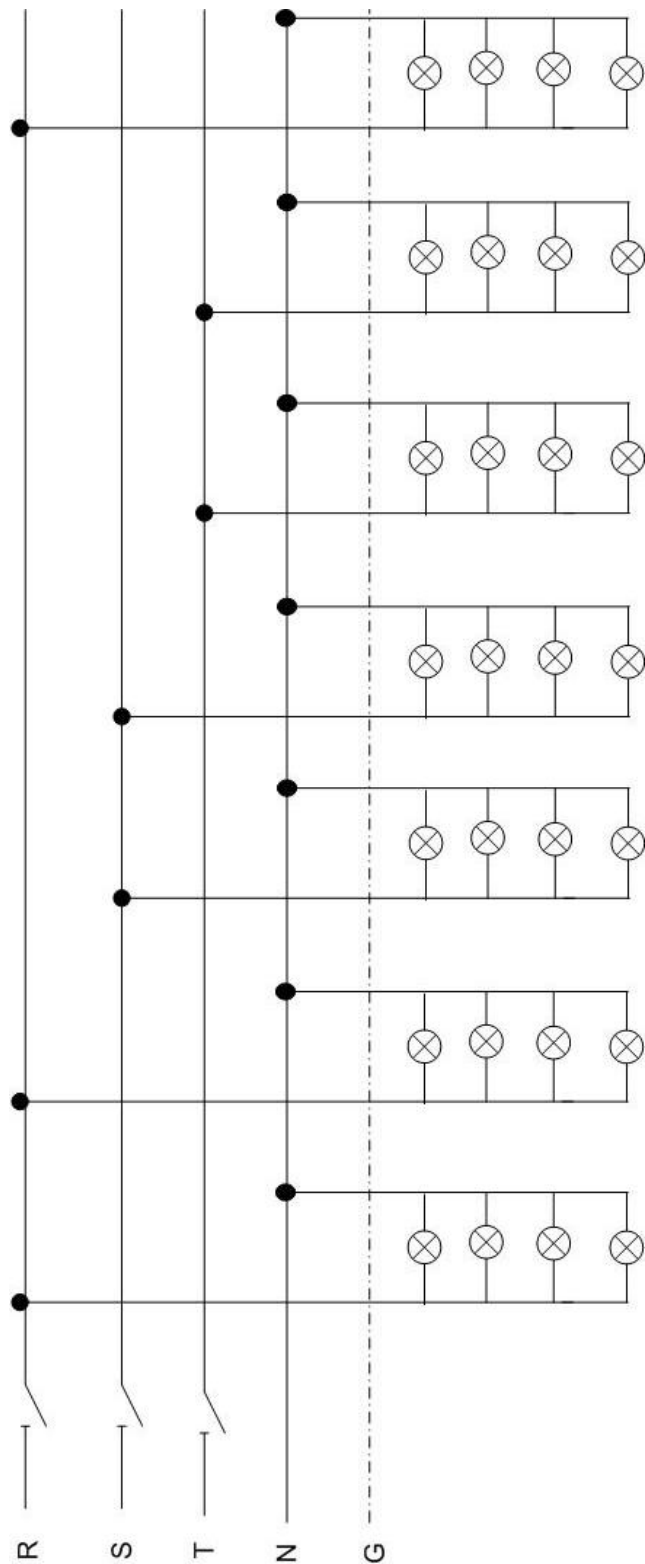
Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφερθεί ότι και στους δύο πίνακες είναι απαραίτητη η χρησιμοποίηση χρονοδιακόπτη προκειμένου ο φωτισμός της γέφυρας και του σταθμού να λαμβάνει χώρα μόνο κατά τη διάρκεια της νύχτας.

Σε ότι αφορά τον πίνακα της γέφυρας, είναι προφανές ότι αφού χρησιμοποιήθηκε τριφασικό καλώδιο 2.5 mm^2 και ασφάλειες των 16 A σε κάθε φάση, η γενική ασφάλεια του πίνακα, θα είναι 20 A προκειμένου να προστατευθεί ολόκληρη η εγκατάσταση.



Φωτογραφία 25: Ηλεκτρολογικός πίνακας γέφυρας

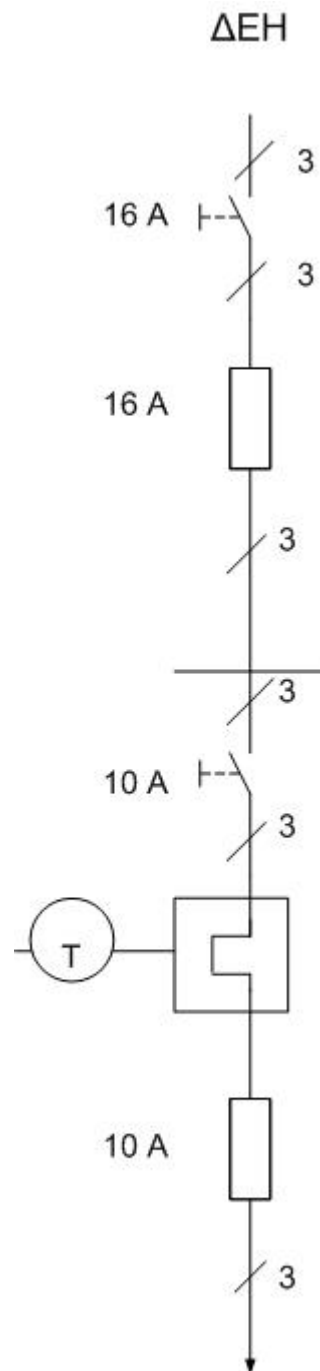
Στο σημείο αυτό θα παρατεθεί το πολυγραμμικό σχέδιο του τριφασικού καλωδίου που χρησιμοποιήθηκε προκειμένου να γίνει σαφής η αναλυτική σύνδεση των φωτιστικών στις τρεις φάσεις. Το εν λόγω σχέδιο δίνεται παρακάτω:



Φωτογραφία 26: Πολυγραμμικό σχέδιο τριφασικού καλωδίου γέφυρας

Στη συνέχεια θα παρατεθεί ο πίνακας του σταθμού. Όπως αναφέρθηκε στην προηγούμενη παράγραφο, το μονοφασικό καλώδιο το οποίο μεταφέρει το ρεύμα στον πίνακα είναι NYΥ διαμέτρου 2.5 mm^2 και είναι ασφαλισμένο με ασφάλεια 16 A. Τα φώτα του σταθμού είναι

συνδεδεμένα επίσης σε μονοφασικό καλώδιο ΝΥΥ διαμέτρου 1.5 mm²,
οποίο ασφαλίζεται με 10 Α ασφάλεια. Ο πίνακας του σταθμού δίνεται
παρακάτω:



Φωτογραφία 27: Ηλεκτρολογικός πίνακας σταθμού

5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας ήταν η μελέτη φωτισμού καθώς και η ηλεκτρολογική μελέτη της μεγαλύτερης λίθινης σιδηροδρομικής γέφυρας της Ελλάδας και του σιδηροδρομικού σταθμού πλησίον αυτής. Έπειτα από αναλυτική επεξεργασία της βιβλιογραφίας, επιλέχθηκαν κάποιες αρχές στις οποίες στηρίχτηκε τόσο η φωτοτεχνική όσο και η ηλεκτρολογική μελέτη.

Ιδιαίτερα σε ότι αφορά την μελέτη της γέφυρας, εκτός από την επιτυχία ενός καλαίσθητου αποτελέσματος, όσο αυτό μπορεί να ελεγχθεί από τα αποτελέσματα προσομοίωσης του λογισμικού RELUX, τέθηκαν και άλλοι στόχοι. Οι στόχοι λοιπόν αυτοί, ήταν αρχικά η επιλογή κατάλληλων για την πέτρινη επιφάνεια της γέφυρας, φωτιστικών. Επιπλέον, η επίτευξη τιμών έντασης φωτισμού στις επιφάνειες της γέφυρας κοντά στις προτεινόμενες θεωρητικές τιμές και αφετέρου η αποφυγή φαινομένων θάμβωσης.

Φυσικά σε ότι αφορά την φωτοτεχνική μελέτη του σταθμού, τέθηκαν επίσης οι τέσσερεις παραπάνω στόχοι απλά τα κριτήρια ελέγχου τους δεν ήταν τόσο αυστηρά λόγω του ότι η φωτοτεχνική μελέτη της γέφυρας ήταν η μελέτη μείζονος σημασίας. Επιπλέον λόγω του ότι ο σταθμός φωτίστηκε πιο διακριτικά και μια και δεν βρίσκεται κοντά στον δρόμο δεν υπήρχε και ουσιαστικό πρόβλημα θάμβωσης.

Σύμφωνα λοιπόν με τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στην παράγραφο 2.1.3 τα φωτιστικά που χρησιμοποιήθηκαν για τον φωτισμό της γέφυρας είναι αφενός κατάλληλα για αρχιτεκτονικό φωτισμό και αφετέρου οι λαμπτήρες τους είναι κατάλληλοι για την πέτρα (Πίνακας 1). Στη συνέχεια στην παράγραφο 2.3 παρατηρούμε ότι η προσομοίωση φωτισμού της γέφυρας έδωσε ένα καλαίσθητο φωταγωγημένο αποτέλεσμα, ενώ σε ότι αφορά στα τεχνικά αποτελέσματα, η τιμή της έντασης φωτισμού των μετρούμενων επιφανειών είναι μέσα στα θεωρητικά απαιτούμενα όρια. Τέλος, έπειτα από έλεγχο για φαινόμενα θάμβωσης επί της οδού που διέρχεται κάτω από τη γέφυρα, παρατηρήθηκε ότι δεν παρουσιαζόταν πρόβλημα (η ένταση φωτισμού επί του οδοστρώματος είχε αισθητά μικρή τιμή).

Σχετικά με την φωτοτεχνική μελέτη του σταθμού, οι προδιαγραφές δεν ήταν και τόσο αυστηρές. Τα αποτελέσματα της μελέτης που παρουσιάζονται στην παράγραφο 3.2 επιβεβαιώνουν φυσικά την επίτευξη των στόχων σε ότι αφορά την καλαίσθητη και συγχρόνως διακριτική φωταγωγήσή του.

Σε ότι αφορά τέλος την ηλεκτρολογική μελέτη, στόχος υπήρξε η όσο το δυνατόν οικονομικότερη από ενεργειακή άποψη, εκπόνησή της. Τα φωτιστικά, ιδιαίτερα της γέφυρας, έπρεπε να επιλεγθούν έτσι ώστε να δίνουν την μέγιστη επιθυμητή φωτεινή ισχύ, καταναλώνοντας όσο το δυνατόν λιγότερη ηλεκτρική ισχύ. Επιπλέον, τα καλώδια έπρεπε επίσης να επιλεγούν και με κριτήρια ενεργειακής εξοικονόμησης. Λόγω απαίτησης μεγάλου μήκους καλωδίου (της τάξης των 300 μέτρων) τόσο για την εξυπηρέτηση της γέφυρας όσο και του σταθμού, ήταν αναγκαίο να βρεθεί η πιο οικονομική και ταυτόχρονα ασφαλής, σε ότι αφορά την πτώση τάσεως, λύση.

Όπως λοιπόν γίνεται κατανοητό από τα αποτελέσματα τα οποία παρουσιάζονται στην παράγραφο 2.1.3 και 3.1.3 η επιλογή των φωτιστικών είναι τέτοια που επιτρέπει την επίτευξη των επιθυμητών αποτελεσμάτων έντασης φωτισμού, και παράλληλα είναι ιδιαίτερα οικονομική (π.χ το φωτιστικό Tempo 1-2 αποδίδει 6500 lumen φωτεινή ισχύ, καταναλώνοντας μόνο 88 Watt).

Επιπλέον στην παράγραφο 4.2 γίνεται κατανοητό ότι οι παράγοντες οικονομίας σε ότι αφορά τα καλώδια λαμβάνονται επίσης υπ' όψη. Αφενός, η επιλογή τριφασικού καλωδίου για την εξυπηρέτηση των φωτιστικών σωμάτων της γέφυρας βοηθά στην μείωση προβλημάτων πτώσης τάσεως μια και κατά την επιστροφή τους τα ρεύματα των τριών φάσεων αλληλοεξουδετερώνονται. Παράλληλα πρέπει να αναφερθεί ότι παρά την αλλαγή διατομής των καλωδίων από 1.5 mm^2 σε 2.5 mm^2 (προκειμένου να αποφεύγονται πτώσεις τάσεως μεγαλύτερες από 3%), η διατομή των 2.5 mm^2 συνεχίζει να είναι οικονομική.

Καταλήγοντας λοιπόν η μελέτη πέτυχε όχι μόνο τους αισθητικούς αλλά παράλληλα και τους τεχνικούς στόχους και περιορισμούς, δίνοντας ένα ολοκληρωμένο αλλά και τεχνικά άρτιο αποτέλεσμα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] W. K. Lumsden, R. C. Aldworth, R. L. C. Tate, Outdoor lighting handbook, Essex : Gower Press , 1974
- [2] Δημόπουλος, Φίλιππος Ι., Φωτοτεχνία : τεχνική του φωτισμού, Αθήνα 1975
- [3] Maurice Lewis, Electrical Installation Technology 1: Theory and Regulation, Third Edition, London, 1992
- [4] SIEMENS, Electrical Engineering Handbook, Fifth Wiley Eastern Reprint, Munchen, 1993
- [5] Τοπαλής, Φ.Β, Φωτοτεχνία : βασικές αρχές φωτομετρίας και μελέτες φωτισμού, Αθήνα, 1994
- [6] Phillips, Derek, Lighting historic buildings, Oxford : Architectural Press, 1997
- [7] Tregenza Peter, The design of lighting, London : E & FN Spon , 1998
- [8] Rea, Mark S., The IESNA lighting handbook : reference and application / Illuminating Engineering Society of NY, 9th Edition, New York, 2000
- [9] RELUX PROFESSIONAL: Πακέτο λογισμικού για την προσομοίωση φωτισμού εσωτερικών και εξωτερικών χώρων

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΑ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ

1. TEMPO 1 MWF/SWF 130
2. POMPEI MBF 505/504
3. MODERNA NERO (31001)
4. PISO NERO 230V (61708)



Tempo 1 MWF/ SWF130

Compact, sturdy, general-purpose floodlight complete with lamp and integral gear, particularly suited to small-scale area or surface lighting. All-weather construction designed for simple cleaning and speedy servicing.

Main applications

- Industrial areas
- Car parks
- Security
- Architectural flood lighting
- Parks/pathways/gardens

Suitable lamp types

- SON-T 70 W
- SON-I 70 W
- CDM-TD 70 W
- MHN-TD 70-150 W
- Luminaires are available as standard in kombipack format (K), complete with relevant lamp type.

Features

- High-grade symmetrical (S) reflector projects a highly efficient light beam
- Wall, ceiling and surface mountings with wide ranges of adjustment for both down- and uplighting
- Rugged, corrosion-resistant housing with integral gear box
- Compensated electrical control gear ensures constant performance
- Quick, easy access to lamp and gear, without affecting beam adjustment, through hinged front window with quick-release clips
- Rubber gasket bonded to housing renders the

luminaire dustproof and waterproof to IP65

- Also suitable for indoor use in ambient temperatures up to 25°C
- SON control gear controlled by a thermal protected ballast

Materials and finish

- Non-corrosive, high-pressure die-cast aluminium housing with low copper content
- Pre-anodised (2 micron) high-purity aluminium reflector with hammered rear surface and smooth side surfaces
- Toughened 4 mm-thick glass, with rubber seal
- Hot-dipped galvanised steel mounting bracket
- All external fixings in stainless steel
- Finishing in high-grade black polyester

Installation

- Universal mounting bracket allows ceiling-, wall- or surface mounting. Cable entry via M20 cable gland.
- Front glass with quick-release hinge clips for in-position lamp replacement.
- Housing dustproof and waterproof to IP65; no internal cleaning required.

Accessories

- Stainless-steel U-shaped bracket for mounting on 60 – 76 mm poles ZNF210 MB.

8 ψηφιος Ευρωπαϊκός Κωδικός Παραγωγής	Όνομασία προϊόντος
933443 00	MWF130 CDM-TD70W K S
933436 00	SWF130 SON-T70W K S

PHILIPS

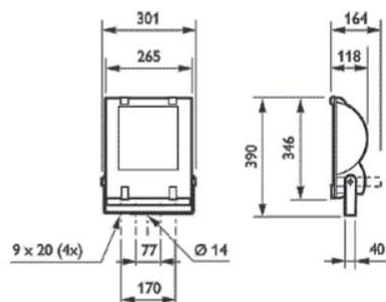
Γλωσσάρι

Ορισμός	Στοιχεία	Επεξήγηση
Kombipack	K	Lamp included
Lamp family code	CDM-TD	MASTER Colour CDM-TD
Lamp family code	SON-T	SON-T Pro
Optic	S	Symmetrical

Βασικά Χαρακτηριστικά - Outdoor Luminaires

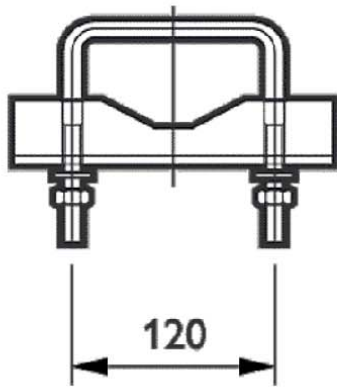
8 ψηφίος
Ευρωπαϊκός
κωδικός
Παράγγε-
λίας

	Product	Lamp	Rated	Optic
	Family Code	Family Code	Lamp Power [W]	
933443 00	MWF130	CDM-TD	70W	S
933436 00	SWF130	SON-T	70W	S



Dimensions in mm
MWF130/SWF130

PHILIPS



U-shaped bracket for pole mounting. Dimensions in mm
ZNF210 MB



MWF130/SWF130





Pompeï MBF505/504

Ground-recessed floodlight for outdoor uplighting effects.

Main applications

- Residential areas
- Shopping areas
- Squares
- Parks/pathways/gardens
- Sculptures

Suitable lamp types

- MBF505
- CDM-T 150 W
- SON-T 70 W
- SDW-T 50 W/100 W
- MBF504
- CDM-T 35 W - 70 W

Features

- Sealed with protection rating IP67: suitable for permanent installation below ground with effective drainage
- Choice of narrow- (NB), medium- (MB) and wide-beam (WB) reflectors, providing ample application flexibility. Aimable +/- 20°
- Maximum load resistance: 4 000 kg
- Front safety glass IK10 (20 J)
- Two M20 cable glands
- Integrated gear 230 - 240 AC, 50 Hz plug connection to terminals
- Looping connection 3 x 2.5 mm² H07RNF cable
- Complies with the standards laid down by EN 60598-2-3

Materials and finish

- Die-cast aluminium housing
- Aluminium reflector
- Stainless-steel screws
- Solid, corrosion resistant construction
- Finishing of the housing in dark grey

Installation

- The luminaire is supplied with a protective PVC tube and supportive ring (for proper positioning during installation work). Alternatively, the luminaire can be secured in a self-draining concrete-lined hole. The reflector can be aimed +/- 20° with or without accessories, Azimuth 180°, locking after adjustment. The location of the luminaire must take into account the high operating temperature at the centre of the front glass. Ambient temperature: 25 °C outdoor.

Accessories

- Stainless-steel ring
- Adjustable square tile (400 x 400 mm)
- Frosted glass (half-moon or ring) on the inside of the luminaire to soften the edges of the beam on the façade
- Anti-slip glass, frosted glass on the outside
- Circular internal louvre
- Colour filters, available in red, yellow, green and blue as standard
- Radial shield, where the luminaire is used to

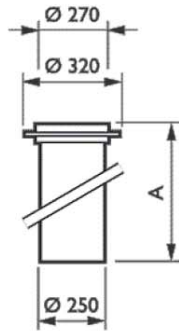
PHILIPS

- provide visual guidance
- Temperature protection grid

8 ψηφίος Ευρωπαϊκός Κωδικός Παραγγελίας	Ονομασία προϊόντος
823218 00	MBF505 CDM-T150W 230V I MB
823201 00	MBF505 CDM-T150W 230V I NB
823225 00	MBF505 CDM-T150W 230V I WB
823119 00	MBF505 SDW-T100W 230V I MB
823102 00	MBF505 SDW-T100W 230V I NB
823126 00	MBF505 SDW-T100W 230V I WB
823966 99	ZBF505 F-RD
824062 99	ZBF505 FRG
824055 99	ZBF505 GC-AS
824017 99	ZBF505 GS
824086 99	ZBF505 HMG-FR
824024 99	ZBF505 RL
823287 00	MBF504 CDM-T35W 230V I MB
823256 00	MBF504 CDM-T70W 230V I MB
823263 00	MBF504 CDM-T70W 230V I WB

Γλωσσάρι

Ορισμός	Στοιχεία	Επεξήγηση
Filters and lenses	F-RD	Colour filter red
Glare shielding accessories	GS	Glare shield
Glare shielding accessories	RL	Round louvre
Lamp family code	CDM-T	MASTER Colour CDM-T
Lamp family code	SDW-T	MASTER SDW-T White SON
Optic	MB	Medium beam
Optic	NB	Narrow beam
Optic	WB	Wide beam
Optical cover	GC-AS	Glass cover anti-slip
Safety class	I	Safety class I

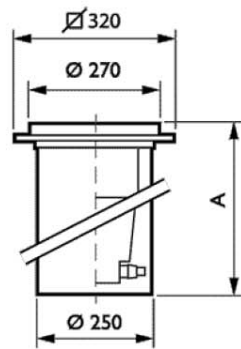


MBF504

Ονομασία προϊόντος A mm

MBF504 352

PHILIPS



SBF505i

Όνομα
σία
προτό
τυπος

A mm

MBF505 450

Βασικά Χαρακτηριστικά - Outdoor Luminaires

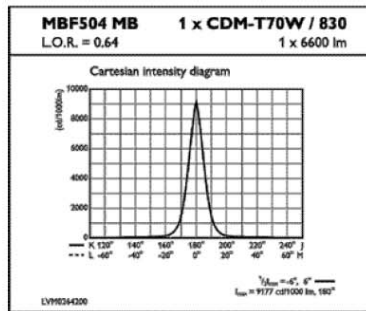
8 ψηφίος Ευρωπαϊκός Κωδικός Παραγωγής	Product	Lamp	Rated	Optic
	Family Code	Family Code	Lamp Power [W]	
823287 00	MBF504	CDM-T	35W	MB
823256 00	MBF504	CDM-T	70W	MB
823263 00	MBF504	CDM-T	70W	WB
823218 00	MBF505	CDM-T	150W	MB
823201 00	MBF505	CDM-T	150W	NB
823225 00	MBF505	CDM-T	150W	WB
823119 00	MBF505	SDW-T	100W	MB
823102 00	MBF505	SDW-T	100W	NB
823126 00	MBF505	SDW-T	100W	WB

Βασικά Χαρακτηριστικά - Outdoor Accessories

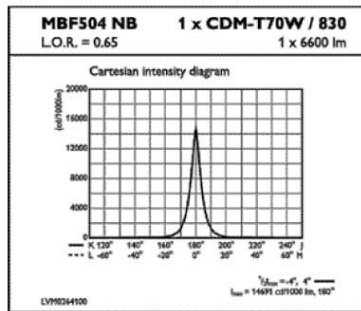
8 ψηφίος Ευρωπαϊκός Κωδικός Παραγωγής	Product	Optical
	Family Code	Cover
823966 99	ZBF505	
824062 99	ZBF505	

PHILIPS

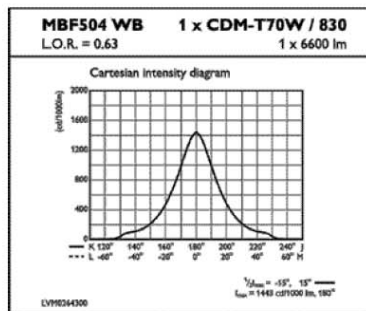
8 ψηφιος Ευρωπαϊς κωδ. Παραγγελιας	Product Code	Optical
	Family Code	Cover
82405599	ZBF505	GC-AS
82401799	ZBF505	
82408699	ZBF505	
82402499	ZBF505	



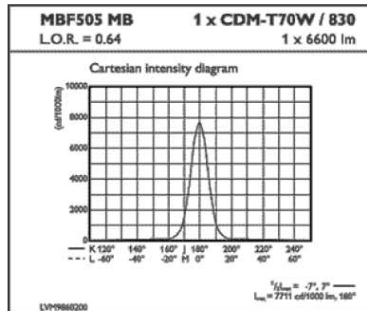
MBF504 CDM-T 70W MB



MBF504 CDM-T 70W NB

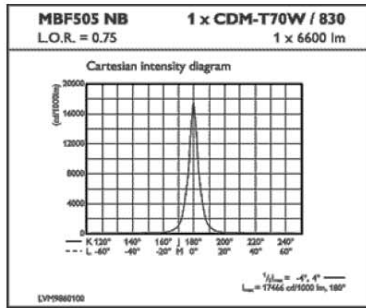


MBF504 CDM-T 70W WB

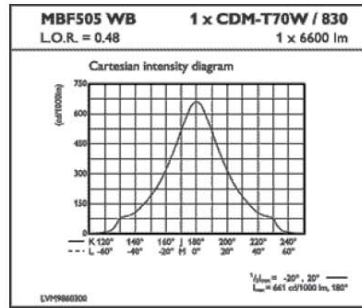


MBF505 CDM-T 70W/830 MB

PHILIPS



MBF505 CDM-T 70W/830 NB



MBF505 CDM-T 70W/830 WB



Glass frame
 ZBF505



Temperature glass
 ZBF505



Coloured filters in the colour blue (BL), green (GN), red (RD), and yellow (YE). Retained by three clips and tilt $\pm 20^\circ \text{ C}$.
 ZBF505 F-BL



Coloured filters in the colour blue (BL), green (GN), red (RD), and yellow (YE). Retained by three clips and tilt $\pm 20^\circ \text{ C}$.
 ZBF505 F-GN

PHILIPS



Coloured filters in the colour blue (BL), green (GN), red (RD), and yellow (YE). Retained by three clips and tilt $\pm 20^\circ\text{C}$.
ZBF505 F-RD

Frosted glass
ZBF505 FRG



Frosted glass (inside) for softening beam and creating diffuse and uniform lighting.
ZBF505 FRG

Frosted glass with circle (inside) to create a diffuse light and a decorative appearance.
ZBF505 FRG-C



Coloured filters in the colour blue (BL), green (GN), red (RD), and yellow (YE). Retained by three clips and tilt $\pm 20^\circ\text{C}$.
ZBF505 F-YE

Anti-slip glass with a rough pattern at the outside.
ZBF505 GC-AS



Radial shield
ZBF505 GS

Radial shield for visual guidance.
ZBF505 GS

PHILIPS



Half-moon frosted glass (inside) to soften edges of the beams against the wall and to have a nice horizontal cut off at the bottom. Frosted part is towards the façade.
ZBF505 HMG-FR



Temperature protection grid
ZBF505 PG



Stainless-steel decorative ring
ZBF505 RD



Internal round louvre to reduce glare, retained by 3 springs. Tilt +/- 20°. ZBF505 RL



Internal round louvre
ZBF505 RL



Square tile
ZBF505 TL



MBF505 + MBF504

PHILIPS



Pompei reflectors are aimable $\pm 20^\circ$ within the luminaires.



Medium beam reflector
MB



Narrow beam reflector
NB



Wide beam reflector
WB



Data sheet, Moderna Nero (31001)

Manufacturer: Lanzini

31001 Lantern Moderna Nero

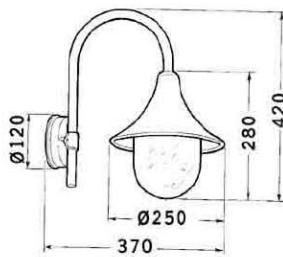
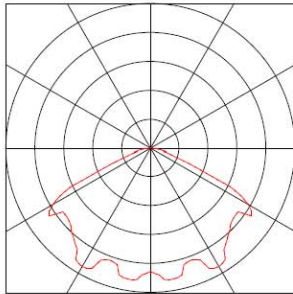
Metallic lantern with innovative design. Body, base and accessories in die-cast aluminium, UNI 5076 alloy, lamp-stand Ψ 20mm in extruded aluminium, UNI 3369 alloy. Painting in black RAL 9005, white and orange-peel metallized grey, made by means of polyester powders. Welding between body and lamp-stand on the whole perimeter, for a stronger tightness. Internal terminal holding base in plastic material. Outside bolts and screws in inox steel. Protection diffuser in transparent polycarbonate with UV filter and drain hole for any possible infiltration of liquids. Easy lamp maintenance, thanks to the bayonet tightening system of the diffuser, which allows its opening without any tool. Thermo-plastic lampholder type E27. Silicone cables with glass braided wire sheath, which guarantee perfect insulation. Lantern available in class I.

Luminaire data

Luminaires efficiency	: 33.2
Control gear	: none
System power	: 100 W
Length	: 375 mm
Width	: 250 mm
Height	: 466 mm

Equipped with

Number of	: 1
Designation	: IAA- Ψ 60/c 0°
Power	: 100 W
Colour	: ww/2700K
Luminous flux	: 1380 lm



Data sheet, Piso Nero 230V (61708)

Manufacturer: Lanzini

61708 projector Piso Nero 230V

Innovative lighting fitting for versatile indoor, outdoor and under-water use (max.1m). Body in die-cast aluminium, UNI 5076 alloy, and inox steel bracket. Painting in RAL9005 black and RAL9010 white colours, made by means of polyester powders. Tempered glass, sodic/calcic type, 5mm thick, heat-proof and crash-proof. Outside bolts and screws in inox steel. Simplified cabling and lamp's maintenance thanks to the easy opening system of the frame, whereby it is possible to access to a steel plate. This plate holds the electrical terminal board and the ceramic lampholder. Silicone gaskets. Insulation class III for very-low voltage versions 12V with ceramic lampholder type GU5.3 and lamp's anti-loss spring. Fitting IP68 suitable for under-water use. Insulation class I for 230V versions with ceramic lampholder type GU10 and lamp's anti-loss spring. IP65 lighting fitting not suitable for under-water use.

Luminaire data

Luminaires efficiency	: 100
Control gear	: none
System power	: 50 W
Diameter	: 98 mm
Height	: 105 mm

Equipped with

Number of	: 1
Designation	: HMG//LPΨ111 24°
Power	: 50 W
Colour	: ww/3000K
Luminous flux	: 580 lm

