



**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
& ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΙΣΧΥΟΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΦΩΤΟΤΕΧΝΙΑΣ**

**ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΣΤΙΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΚΑΙ ΤΑ
ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΟΔΙΚΟΥ
ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΠΟΥ ΠΡΟΚΥΠΤΟΥΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΥΙΟΘΕΤΗΣΗ ΤΗΣ
ΜΕΣΟΠΙΚΗΣ ΘΕΩΡΗΣΗΣ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Παναγιώτης Ν. Μπαρτσακούλιας

Επιβλέπων : Φραγκίσκος Β. Τοπαλής
Αν. Καθηγητής Ε.Μ.Π.

ΑΘΗΝΑ, Φεβρουάριος 2006



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
& ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΙΣΧΥΟΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΦΩΤΟΤΕΧΝΙΑΣ

**ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΣΤΙΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΚΑΙ ΤΑ
ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΟΔΙΚΟΥ
ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΠΟΥ ΠΡΟΚΥΠΤΟΥΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΥΙΟΘΕΤΗΣΗ ΤΗΣ
ΜΕΣΟΠΙΚΗΣ ΘΕΩΡΗΣΗΣ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Παναγιώτης Ν. Μπαρτσακούλιας

Επιβλέπων : Φραγκίσκος Β. Τοπαλής
Αν. Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή επιτροπή την 22^η Φεβρουαρίου 2006

.....
Φ. Τοπαλής
Αν. Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....
Ι. Σταθόπουλος
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....
Π. Μπούρκας
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

ΑΘΗΝΑ, Φεβρουάριος 2006

.....
Παναγιώτης Ν. Μπαρτσακούλιας

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών
Ε.Μ.Π

Copyright © Παναγιώτης Ν. Μπαρτσακούλιας, 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

Αντικείμενο αυτής της διπλωματικής εργασίας είναι η τεχνική και οικονομική αξιολόγηση εγκαταστάσεων φωτισμού δρόμων. Στην αξιολόγηση αυτή εισάγεται ως παράμετρος και η συμπεριφορά των λαμπτήρων στην μεσοπική περιοχή όρασης. Μελετώνται τυπικές περιπτώσεις δρόμων, με διαφορετικά συστήματα φωτισμού. Με κατάλληλο λογισμικό υπολογίζονται τα φωτομετρικά μεγέθη και διεξάγονται συγκρίσεις ως προς τις παραμέτρους ποιότητας φωτισμού. Ακολουθώς υπολογίζεται το κόστος εγκατάστασης με πραγματικές τιμές. Τέλος αξιολογούνται τα μελετηθέντα συστήματα, ως προς το κόστος και την ποιότητα φωτισμού που παρέχουν.

Λέξεις-κλειδιά

Φωτισμός δρόμων, Φωτοπική όραση, Μεσοπική όραση, Ανάκλαση, Φασματική ευαισθησία, Κόστος, Οικονομοτεχνική αξιολόγηση

Abstract

Scope of this thesis is the technical and economical evaluation of road lighting installations. A parameter of this evaluation is also the lamp behavior in the mesopic vision area. Typical road situations with different lighting systems are studied and with the use of appropriate software the photometric parameters are calculated and there is a comparison regarding the lighting quality parameters. Next, the installation cost is being calculated using real prices. Finally the studied lighting systems are evaluated concerning the cost and the lighting quality they provide.

Key words

Road lighting, Photopic vision, Mesopic vision, Reflectance, Fasmatic sensitivity, Cost, Economical and technical evaluation

Σημείωση:

Ευχαριστώ θερμά τον κ.Φ.Τοπαλή και τον κ.Ν.Μπισκετζή για την πολύτιμη βοήθεια, την καθοδήγηση και για την συμπαράστασή τους καθόλη τη διάρκεια εκπόνησης αυτής της διπλωματικής εργασίας.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Εισαγωγή	9
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο	11
1.1 Φυσιολογία	12
1.1.1 Οφθαλμός	12
1.1.2 Τα φωτοευαίσθητα κύτταρα (φωτοϋποδοχείς)	12
1.2 Χαρακτηριστικά της όρασης	13
1.2.1 Φασματική ευαισθησία του ανθρώπινου οφθαλμού	14
1.3 Μεσοπική όραση	16
1.4 Μοντέλα μεσοπικής όρασης	17
1.5 Το μοντέλο του Ian Lewin	18
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο	21
2.1 Γενικά περί φωτισμού δρόμων	22
2.2 Ποιοτικά κριτήρια για το φωτισμό δρόμου	22
2.2.1 Μέση λαμπρότητα	22
2.2.2 Ομοιομορφία λαμπρότητας	23
2.2.3 Θάμβωση	23
2.2.4 Φωτισμός του περιβάλλοντος χώρου	23
2.2.5 Οπτική καθοδήγηση	24
2.3 Θεμελιώδη μεγέθη	26
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο	29
3.1 Πηγές φωτισμού	30
3.1.1 Λαμπτήρες Πυρακτώσεως	30
3.1.2 Λαμπτήρες Φθορισμού	30
3.1.3 Λαμπτήρες Υδραργύρου	31
3.1.4 Λαμπτήρες Μετάλλων Αλογονιδίων	31
3.1.5 Λαμπτήρες Νατρίου Υψηλής Πίεσης	31
3.1.6 Λαμπτήρες Νατρίου Χαμηλής Πίεσης	31
3.2 Φωτιστικά σώματα	32
3.3 Γήρανση λαμπτήρα	38
3.4 Μείωση απόδοσης λαμπτήρα λόγω ρύπανσης	39
3.5 Κατηγοριοποίηση IP	41

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4°	44
4.1 Διατάξεις στήριξης φωτιστικών σωμάτων	45
4.2 Εγκάρσια και διαμήκης τοποθέτηση ιστών	47
4.2.1 Εγκάρσια τοποθέτηση	47
4.2.2 Διαμήκης τοποθέτηση	47
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5°	50
5.1 Σύγκριση απόδοσης λαμπτήρων	51
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6°	53
6.1 Μελέτη φωτισμού κλάσης M1	54
6.2 Μελέτη φωτισμού κλάσης M2 (πλάτος δρόμου 10m)	55
6.3 Μελέτη φωτισμού κλάσης M2 (πλάτος δρόμου 6m)	57
6.4 Μελέτη φωτισμού κλάσης M3	59
6.5 Μελέτη φωτισμού κλάσης M4	62
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7°	65
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8°	77
8.1 Κλάση φωτισμού M1	78
8.2 Κλάση φωτισμού M2	79
8.2.1 Πλάτος δρόμου 10m	79
8.2.2 Πλάτος δρόμου 6m	80
8.3 Κλάση φωτισμού M3	82
8.4 Κλάση φωτισμού M4	83
8.5 Γενικά συμπεράσματα	84
Παράρτημα Α Σχήματα εξομοιώσεων φωτισμού	86
Παράρτημα Β Χαρακτηριστικά φωτιστικών σωμάτων	119
Παράρτημα Γ Α.Τ.Η.Ε.	128
Βιβλιογραφία	162

Εισαγωγή

Η ανθρώπινη όραση διακρίνεται σε τρεις περιοχές ανάλογα με το επίπεδο φωτισμού. Στην φωτοπική περιοχή (φως ημέρας), την σκοτοπική περιοχή (έναστρος ουρανόσ) και τέλος την μεσοπική περιοχή (μια μεταβατική περιοχή από το ένα είδος όρασης στο άλλο). Η οπτική απόδοση του οφθαλμού είναι διαφορετική σε κάθε είδος όρασης. Μάλιστα μεταβαίνοντας από την φωτοπική στην σκοτοπική περιοχή η απόδοση στα μικρά μήκη κύματος αυξάνει ενώ στα μεγάλα μειώνεται.

Οι προδιαγραφές που πρέπει να ικανοποιούν τα φωτομετρικά μεγέθη, στην περίπτωση φωτισμού δρόμων, βρίσκονται στην μεσοπική περιοχή. Κατά τη νυκτερινή οδήγηση, η όποια βοήθεια λαμβάνει ο οδηγός από τους προβολείς του οχήματος που οδηγεί περιορίζονται σε ένα πολύ συγκεκριμένο εύρος με αποτέλεσμα η δημιουργούμενη μέση λαμπρότητα να βρίσκεται στην μεσοπική περιοχή. Τα ονομαστικά lumen ενός λαμπτήρα έχουν ισχύ εφ' όσον ο ανθρώπινος οφθαλμός λειτουργεί σε φωτοπικές συνθήκες. Όταν ένας λαμπτήρας γίνεται αντιληπτός σε μεσοπικές συνθήκες λαμπρότητας τότε τα αποδιδόμενα lumen μεταβάλλονται ανάλογα με την φασματική κατανομή που παρουσιάζει ο λαμπτήρας. Εάν το φάσμα του λαμπτήρα είναι πλούσιο σε μικρά μήκη κύματος τότε η απόδοση του στην μεσοπική περιοχή αυξάνεται, εάν είναι πλούσιο σε μεγάλα μήκη κύματος αυτή μειώνεται. Συνεπώς μια μελέτη φωτισμού που γίνεται με τη χρήση των ονομαστικών lumen του λαμπτήρα, δεν θα ικανοποιεί και τις προδιαγραφές φωτισμού τις οποίες έχει θεσπίσει η Διεθνής Επιτροπή Φωτισμού (CIE) και τις οποίες έχει υιοθετήσει και η χώρα μας. Οι λαμπτήρες υψηλής πίεσης νατρίου, οι οποίοι κατά κόρον χρησιμοποιούνται και στη χώρα μας, υπό συνθήκες μεσοπικής όρασης δεν αποδίδουν τα ονομαστικά lumen. Λόγω της διαφοροποιημένης φασματικής ευαισθησίας του ανθρώπινου οφθαλμού στην μεσοπική περιοχή, η απόδοσή τους είναι μικρότερη. Αντίθετα οι λαμπτήρες μεταλλικών αλογονιδίων (Metal Halide) παρουσιάζεται να έχουν καλύτερη απόδοση στην μεσοπική περιοχή.

Είναι χρήσιμη λοιπόν η εκπόνηση μιας μελέτης που να πραγματεύεται τις μεταβολές που επέρχονται σε μια μελέτη φωτισμού δρόμων εάν ληφθεί υπ' όψη η συμπεριφορά των λαμπτήρων στην μεσοπική περιοχή. Αυτό ακριβώς είναι και το αντικείμενο αυτής της διπλωματικής εργασίας.

Στην εργασία αυτή εξετάζονται διάφορα συστήματα φωτισμού δρόμου τόσο με λαμπτήρες υψηλή πίεσης νατρίου όσο και με λαμπτήρες μεταλλικών αλογονιδίων. Επίσης επιχειρείται η προσέγγιση της μελέτης φωτισμού δρόμων υπό μεσοπικές συνθήκες, χρησιμοποιώντας το μοντέλο του Lewin. Μελετάται η απόδοση λαμπτήρων υψηλής πίεσης νατρίου τόσο σε φωτοπικές όσο και σε μεσοπικές συνθήκες με σκοπό να γίνουν σαφείς οι διαφορές που παρουσιάζονται σε επίπεδο φωτισμού και σε επίπεδο κόστους εγκατάστασης, ενώ για τις ίδιες ακριβώς συνθήκες γίνεται και μια μελέτη με τη χρήση λαμπτήρων μεταλλικών αλογονιδίων. Με τον τρόπο αυτό παρουσιάζονται και οι διαφορές που υπάρχουν μεταξύ των δύο λύσεων (υψηλής πίεσης νατρίου και μεταλλικών αλογονιδίων) στα επίπεδα φωτισμού και κόστους. Οι διαφορές που παρατηρούνται δεν είναι τόσο δραστικές ώστε να προκαλέσουν συζήτηση περί αλλαγής ή τροποποίηση των κανονισμών φωτισμού δρόμων. Σίγουρα όμως διαφοροποιούν την προσέγγιση στο θέμα της μελέτης φωτισμού δρόμων αναφορικά με την ασφάλεια των ανθρώπων που χρησιμοποιούν τους δρόμους. Συγκεκριμένα τίθεται το ερώτημα του κατά πόσο τηρούνται οι προδιαγραφές ασφαλείας που έχουν θεσπισθεί, όταν το θέμα εξετασθεί υπό το πρίσμα της μεσοπικής όρασης. Επίσης τίθεται το ερώτημα εάν ο σχεδιασμός των εγκαταστάσεων φωτισμού δρόμων κάτω από το πρίσμα της μεσοπικής όρασης συμβάλλει πέρα από την ασφάλεια και σε εξοικονόμηση ενέργειας.

Σκοπός της εργασίας είναι να εξάγει κάποια χρήσιμα συμπεράσματα αναφορικά με τα δύο ερωτήματα που τίθενται και όχι να προτείνει κάποια συγκεκριμένη λύση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο

***ΣΥΝΤΟΜΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΗΣ
ΑΝΘΡΩΠΙΝΗΣ ΟΡΑΣΗΣ ΚΑΙ ΠΩΣ ΑΥΤΗ ΤΥΠΟΠΟΙΕΙΤΑΙ ΣΤΗ
ΦΩΤΟΜΕΤΡΙΑ***

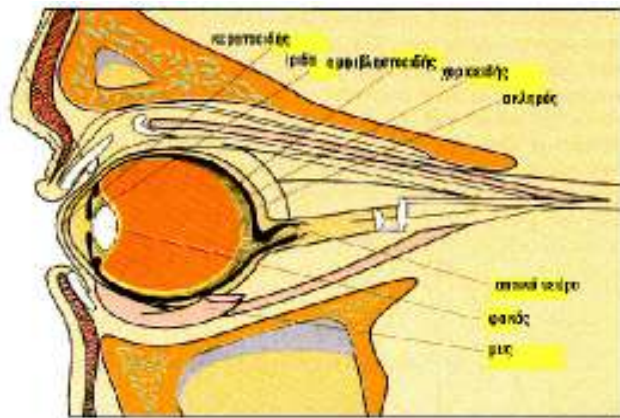
1.1 Φυσιολογία

1.1.1 Οφθαλμός

Η όραση αποτελεί την ανώτερη αισθητηριακή αντίληψη του φωτός, των αντικειμένων και των χρωμάτων. Χάρη σ' αυτήν την ικανότητα ερχόμαστε σε επαφή με τον έξω κόσμο και συνειδητοποιούμε τη θέση μας και τη κίνησή μας μέσα στο χώρο.

Οι φωτεινές ακτίνες όταν προσπέσουν στο μάτι μας, περνούν τα διαφανή στοιχεία του (τον κερατοειδή, το υδατοειδές υγρό, το φακό και το υαλοειδές σώμα) που λέγονται και διαθλαστικά μέσα και τέλος συγκεντρώνονται στον αμφιβληστροειδή (ωχρά κηλίδα).

Οι ακτίνες αυτές ερεθίζουν τους φωτοανιχνευτές του ανθρώπινου οφθαλμού (κωνία και ραβδία) προκαλώντας φωτοχημικές αντιδράσεις και βιοηλεκτρικές μεταβολές οι οποίες τελικά παράγουν νευρικά σήματα που μεταφέρονται με το οπτικό νεύρο στον εγκέφαλο. Στον εγκέφαλο (στον ηνιακό βολβό αυτού) τα σήματα αυτά κατά κάποιο τρόπο "κωδικοποιούνται" και ολοκληρώνεται η όλη λειτουργία της όρασης



Εικόνα 1.1 Φυσιολογία του οφθαλμού

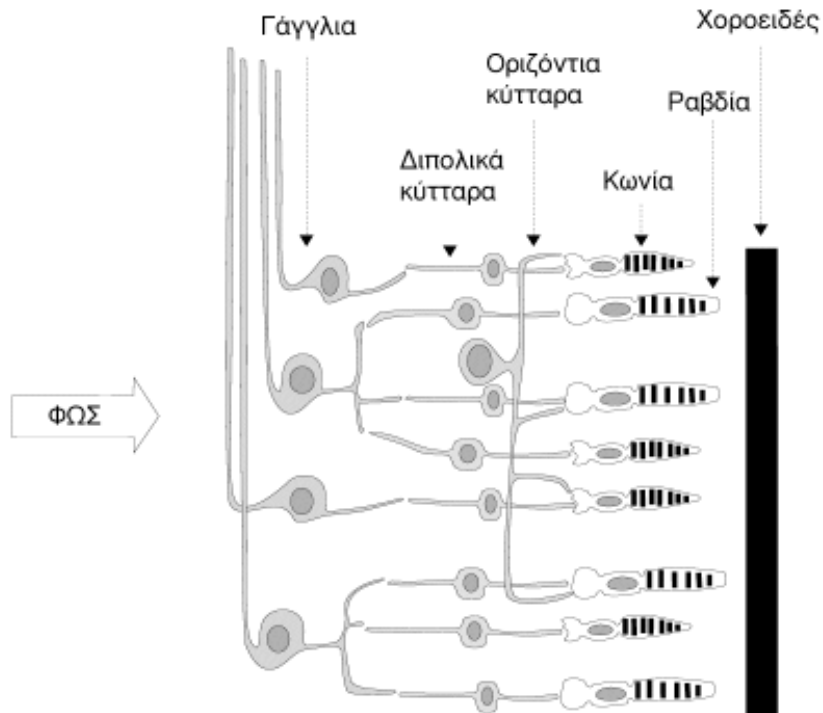
1.1.2 Τα φωτοευαίσθητα κύτταρα (φωτοϋποδοχείς)

Υπάρχουν δύο κατηγορίες φωτοανιχνευτών: τα Ραβδία και τα Κωνία, που έχουν παρόμοια κατασκευή αλλά είναι ευαίσθητα σε διαφορετικά επίπεδα φωτισμού [2, 3].

Τα ραβδία είναι ευαίσθητα σε πολύ χαμηλά επίπεδα φωτισμού και φθάνουν στην μέγιστη απόδοσή τους σε μέτρια επίπεδα φωτισμού. Σε μεγαλύτερα επίπεδα

φωτισμού η απόδοσή τους δεν εξαρτάται από τον ίδιο το φωτισμό. Επίσης δεν αντιλαμβάνονται χρώμα, ξεχωρίζουν μόνο μαύρο, άσπρο και αποχρώσεις του γκριζου.

Τα κωνία αντίθετα είναι πολύ λιγότερο ευαίσθητα στον χαμηλό φωτισμό, ανταποκρίνονται όμως σε υψηλά επίπεδα φωτισμού, ενώ σε αυτά δεν παρουσιάζεται το φαινόμενο του κορεσμού.



Εικόνα 1.2 φωτούποδοχείς

1.2 Χαρακτηριστικά της όρασης

Η οπτική ανταπόκριση του οφθαλμού εξαρτάται από το επίπεδο λαμπρότητας. Η περιοχή της λαμπρότητας μέσα στην οποία υπάρχει η αίσθηση της όρασης χωρίζεται σε τρεις περιοχές [4]:

- Φωτοπική περιοχή. Στην περίπτωση αυτή η λαμπρότητα είναι μεγαλύτερη από 10 cd/m^2 και η όραση οφείλεται κυρίως στα κωνία. Όπως είδαμε και προηγουμένως τα κωνία βρίσκονται σε κορεσμό και έχουν έτσι μικρή συνεισφορά.
- Σκοτοπική περιοχή. Η λαμπρότητα είναι μικρότερη από 10^{-2} cd/m^2 και η όραση οφείλεται αποκλειστικά στα ραβδία.

- Μεσοπική περιοχή. Η περιοχή αυτή είναι το μεταβατικό στάδιο από το ένα είδος όρασης στο άλλο. Στην περιοχή αυτή συνεισφέρουν όλα τα είδη των φωτοανιχνευτών στην αίσθηση της όρασης.

1.2.1 Φασματική ευαισθησία του ανθρώπινου οφθαλμού

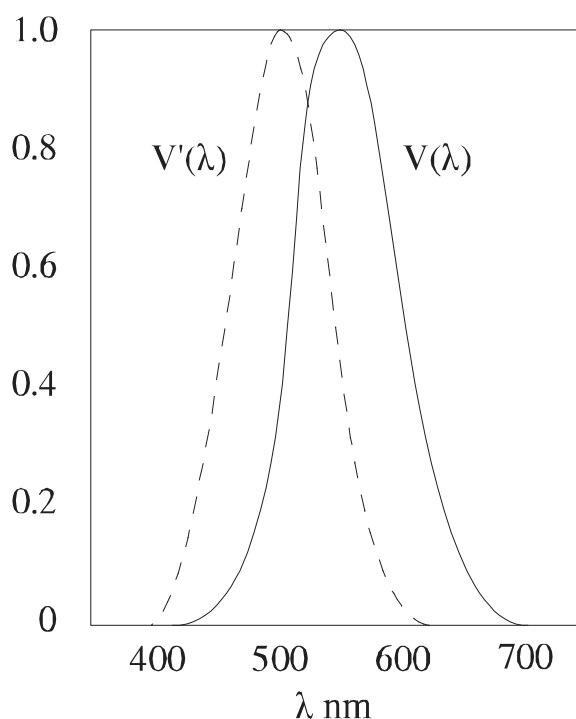
Ένας πρώτος ορισμός για το φως είναι: ‘φως ονομάζουμε κάθε ακτινοβολία η οποία μπορεί να ερεθίσει τον ανθρώπινο οφθαλμό’. Είναι γνωστό ότι το μέγεθος της ανταπόκρισης του οφθαλμού στο φως εξαρτάται από πολλούς παράγοντες . Δυο από τους βασικότερους είναι το μήκος κύματος και η λαμπρότητα της πηγής. Την εξάρτηση της οπτικής ανταπόκρισης του ανθρώπινου οφθαλμού από το μήκος κύματος της προσπίπτουσας σε αυτό ακτινοβολίας, ονομάζουμε φασματική ευαισθησία. Μια κύρια παράμετρος που επηρεάζει την φασματική ευαισθησία είναι η λαμπρότητα. Ονομάζουμε σχετική φασματική ευαισθησία του ανθρώπινου οφθαλμού την ‘κανονικοποιημένη’ φασματική ευαισθησία. Αυτή ορίζεται ως εξής[5]:

«Η σχετική φασματική ευαισθησία του οφθαλμού (για μια μονοχρωματική ακτινοβολία μήκους κύματος λ) είναι ο λόγος της ροής σε μήκος κύματος λ_m προς αυτήν σε μήκος κύματος λ , έτσι ώστε και οι δυο ακτινοβολίες να παράγουν ίδια ένταση φωτεινής αίσθησης κάτω από καθορισμένες φωτομετρικές συνθήκες. ενώ η λ_m έχει επιλεγεί με τέτοιο τρόπο ώστε η μέγιστη τιμή αυτού του λόγου να είναι 1.»

Τα πειραματικά δεδομένα που απαιτούνται για να κατασκευαστεί η καμπύλη της σχετικής φασματικής ευαισθησίας εξαρτώνται από παρά πολλές παραμέτρους μερικές από τις οποίες είναι η επιλογή του παρατηρητή, η κατάσταση προσαρμογής του ματιού, το γωνιακό άνοιγμα της δέσμης, καθώς και η γωνιακή της θέση , η μέθοδος μέτρησης, καθώς επίσης και τα επίπεδα λαμπρότητας στα οποία έγιναν οι μετρήσεις. Με σκοπό να δοθεί μια, βάση για συγκρίσεις ακτινοβολιών με διαφορετικά μήκη κύματος η C.I.E. εισήγαγε δυο συναρτήσεις: την $V(\lambda)$ για την φωτοπική και την $V'(\lambda)$ για την σκοτοπική όραση (σχ. 1.3).

Η συνάρτηση $V(\lambda)$ (σχετική φασματική ευαισθησία για την φωτοπική όραση) καθορίστηκε στην περιοχή 360 έως 830 nm με βήμα 1 nm [6]. Για ενδιάμεσες τιμές πρέπει να χρησιμοποιηθεί γραμμική παρεμβολή. Οι τελικές τιμές υιοθετήθηκαν από τη C.I.E. το 1970 και από την C.I.P.M. το 1972. Η $V(\lambda)$ έχει μέγιστη τιμή στα 555nm.

Οι προϋποθέσεις κάτω από τις οποίες έγιναν οι μετρήσεις από τις οποίες κατασκευάστηκε η $V(\lambda)$ ήταν ότι χρησιμοποιήθηκαν μικρά εύρη οπτικών πεδίων (2 έως 3 μοίρες) πάνω στον οπτικό άξονα του ματιού, με λαμπρότητες συχνά κάτω από 10cd/m^2 , οι οποίες όμως είναι αρκετά υψηλές για να εξασφαλίζουν φωτοπική όραση, ενώ οι μέθοδοι μέτρησης ήταν η flicker photometry, ώστε να αποφεύγονται εντελώς η ετεροχρωματική ταύτιση φωτεινότητας και η step-by-step brightness matching, που δίνει μόνο μικρές διαφορές αποχρώσεων μεταξύ των δυο μερών του φωτομετρικού πεδίου.



Σχήμα 1.3 Συναρτήσεις $V(\lambda)$, $V'(\lambda)$

Η συνάρτηση $V'(\lambda)$ (σχετική φασματική ευαισθησία για την σκοτοπική όραση) καθορίστηκε στο διάστημα 380 έως 780 nm με βήμα 1nm. Οι τελικές τιμές υιοθετήθηκαν από τη CIE το 1951 και από την CIPM το 1972. Η $V'(\lambda)$ έχει μέγιστη τιμή στην περιοχή 506 έως 508 nm [7].

Οι μετρήσεις από τις οποίες κατασκευάστηκε η $V'(\lambda)$ ήταν οι μετρήσεις του Crawford το 1949 και του Wald το 1945. Ο Crawford [16] χρησιμοποίησε απευθείας ταύτιση φωτεινότητας με διμερές πεδίο 20° λαμπρότητας περίπου $30\mu\text{cd/m}^2$. Ο Wald [8] μετρήσε τα κατώφλια όρασης για τα ραβδία σε διάφορα

μήκη κύματος και τα αποτελέσματα του βρίσκονται σε ικανοποιητική συμφωνία με τις μετρήσεις του Crauford.

Ένας ανιχνευτής ακτινοβολίας του οποίου η φασματική ευαισθησία συμφωνεί με τη $V(\lambda)$ ή την $V'(\lambda)$ αναφέρεται σαν τυπικός παρατηρητής (standard observer) για την φωτοπική ή την σκοτοπική όραση.

Μετά από αυτά η φωτεινή ροή και η λαμπρότητα μιας φωτεινής πηγής μπορεί να ορισθεί για την φωτοπική ή τη σκοτοπική περιοχή ως εξής [5]:

Φωτοπική όραση

$$\Phi_{(v)} = K_m \int_{360}^{830} \Phi_{e,\lambda}(\lambda) V_{(\lambda)} d\lambda$$

$$L_{(v)} = K_m \int_{360}^{830} L_{e,\lambda}(\lambda) V_{(\lambda)} d\lambda$$

όπου K_m είναι η μέγιστη φασματική ευαισθησία για την φωτοπική όραση και έχει την τιμή $K_m = 683,002 \text{ lmW}^{-1} = 683 \text{ lmW}^{-1}$

ενώ η φασματική ευαισθησία θα δίνεται από $K_{(\lambda)} = K_m V_{(\lambda)}$ (lm/Watt)

Σκοτοπική όραση

$$\Phi'_{(v)} = K'_m \int_{380}^{780} \Phi_{e,\lambda}(\lambda) V'_{(\lambda)} d\lambda$$

$$L'_{(v)} = K'_m \int_{380}^{780} L_{e,\lambda}(\lambda) V'_{(\lambda)} d\lambda$$

όπου K'_m είναι η μέγιστη φασματική ευαισθησία για την σκοτοπική όραση και έχει την τιμή $K'_m = 1700,06 \text{ lmW}^{-1} = 1700 \text{ lmW}^{-1}$ ενώ η φασματική ευαισθησία θα δίνεται από:

$$K'_{(\lambda)} = K'_m V'_{(\lambda)} \text{ (lm/Watt)}$$

1.3 Μεσοπική όραση

Μεσοπική περιοχή [9] είναι η περιοχή όρασης ανάμεσα στην σκοτοπική και φωτοπική περιοχή. Κύριο χαρακτηριστικό αυτής της περιοχής είναι ότι δεν χαρακτηρίζεται από μια μόνο καμπύλη φασματικής ευαισθησίας, αλλά από μια οικογένεια καμπύλων που πρέπει να εξασφαλίζουν την ομαλή μετάβαση από το ένα είδος της όρασης στο άλλο.

Τα φαινόμενα που επηρεάζουν τη μεσοπική όραση είναι τα παρακάτω:

- Το χρωματικό φαινόμενο το οποίο αναφέρεται στην ασυμφωνία φωτεινότητας – λαμπρότητας, μια κατάσταση δηλαδή κατά την οποία ακτινοβολίες ίσης λαμπρότητας παρουσιάζουν διαφορετική φωτεινότητα εάν αυτές είναι έντονα χρωματισμένες

- Σε χαμηλές λαμπρότητες ακτινοβολίες με φασματική κατανομή πλούσια σε μικρά μήκη κύματος φαίνονται λαμπρότερες από άλλες που είναι φτωχές στα μικρά μήκη κύματος. Το φαινόμενο οφείλεται μάλλον στην συνεισφορά των ραβδίων, η οποία σε μικρές λαμπρότητες είναι αναλογικά μεγαλύτερη και ονομάζεται φαινόμενο Purkinje.
- Οι καμπύλες φασματικής ευαισθησίας στην μεσοπική περιοχή συνιστούν μια οικογένεια καμπυλών, κάθε μια από τις οποίες αντιστοιχεί σε μια συγκεκριμένη τιμή λαμπρότητας. Οι καμπύλες αυτές θα πρέπει επιπροσθέτως να βρίσκονται ανάμεσα στην φωτοπική και σκοτοπική καμπύλη και να εξασφαλίζουν ομαλή μετάβαση από στην φωτοπική στην σκοτοπική όραση.

1.4 Μοντέλα μεσοπικής όρασης .

Τις τελευταίες δεκαετίες έχουν γίνει προσπάθειες για την τυποποίηση της μεσοπικής όρασης, [9] και έχουν προταθεί πολλά μοντέλα για τον σκοπό αυτό. Η ταξινόμηση των μοντέλων της μεσοπικής όρασης μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους:

- **Κριτήριο ταύτισης των οπτικών ερεθισμάτων:**
Στο μοντέλο αυτό χρησιμοποιούνται καθαρά οπτικές μέθοδοι ταύτισης ενώ ως κριτήριο ταύτισης λαμβάνονται και οι χρόνοι αντίδρασης
- **Τρόπος θεώρησης της μεσοπικής όρασης:**
Η μεσοπική όραση μπορεί να χαρακτηριστεί είτε ως σύνθεση της φωτοπικής και της σκοτοπικής όρασης είτε ως συνδυασμός ακόμα περισσότερων παραγόντων, πιο συγκεκριμένα των χρωματικών συντεταγμένων
- **Ανάλογα με το τελικό στόχο του μοντέλου:**
Στην περίπτωση αυτή εξετάζουμε το λόγο για τον οποίο χρησιμοποιούμε αυτό το μοντέλο και αν αυτό γίνεται για την επίλυση πρακτικών εφαρμογών ή για την περαιτέρω έρευνα και την πλήρη εξήγηση της ανθρώπινης όρασης.

Τα τελευταία χρόνια έχουν γίνει πολλές μελέτες για τον καθορισμό καμπύλων φασματικής ευαισθησίας στην μεσοπική περιοχή. Καμιά από αυτές δεν έχει γίνει αποδεκτή μέχρι τώρα.

Μια διαφορετική προσέγγιση παρουσιάζεται από τον Lewin. Σύμφωνα με αυτήν γίνεται προσπάθεια να καθορισθούν οι ισοδύναμες μεσοπικές λαμπρότητες για τύπους λαμπτήρων που χρησιμοποιούνται σε φωτισμό δρόμων. Αυτό έχει σημασία γιατί η λαμπρότητα στην περίπτωση του φωτισμού δρόμων συνήθως βρίσκεται στην μεσοπική περιοχή.

1.5 Το μοντέλο του Ian Lewin [10,11]

Είναι φυσιολογικό ότι δεν υπάρχει ένας μόνο αριθμός που να μπορεί να εφαρμοσθεί στα lumen ή σε κάποιο άλλο φωτομετρικό μέγεθος και ο οποίος να προσαρμόζει ικανοποιητικά τις διάφορες συνέπειες της φασματικής κατανομής των φωτεινών πηγών. Φαίνεται ότι χρειάζεται ένας συντελεστής ή μια σειρά συντελεστών που να επιτρέπει τον υπολογισμό αυτών των συνεπειών κατά την διάρκεια του σχεδιασμού μιας εφαρμογής. Πρέπει να αναπτυχθεί μια τεχνική η οποία να μην είναι αδικαιολόγητα επαχθής, αλλά να είναι κατανοητή και σχετικά εύκολη για τους σχεδιαστές ώστε να την ενσωματώσουν στις μελέτες τους. Ο μεγάλος αριθμός των εργασιών που έχουν δημοσιευθεί για αυτό το θέμα επί 20 χρόνια και η μη εφαρμογή τους σε κάποιο σημαντικό βαθμό πιστοποιεί την παραπάνω πρόταση.

Ο Lewin προτείνει την χρήση των LEM (Lumen Effectiveness Multipliers). Μια τιμή LEM μπορεί να βρεθεί με διαδικασίες που θα συζητηθούν αργότερα και να εφαρμοσθεί με απλό τρόπο. LEM ονομάζεται ο συντελεστής που μετατρέπει τα κανονικά φωτοπικά ή αναγραφόμενα lumen σε προσαρμοσμένα lumen για μια συγκεκριμένη εφαρμογή. Τα προσαρμοσμένα lumen περιγράφουν ικανοποιητικότερα τις οπτικές συνθήκες που θα δημιουργούνται.

Δυο σημεία είναι σημαντικά

1. Δεν υπάρχει μόνο μια τιμή του LEM, αυτή πρέπει να επιλεγεί ανάλογα με τις συνθήκες της εφαρμογής. Για κεντρική όραση η τιμή του πρέπει να είναι 1,0 ενώ για περιφερειακή όραση η τιμή του μπορεί να είναι πολύ μεγάλη.
2. Ο LEM είναι σχετικό μέγεθος. Η $V_{(\lambda)}$ και οι άλλες συναρτήσεις είναι σχετικές. Αυτό γίνεται για να αποφευχθεί η πολυπλοκότητα και οι συνέπειες των αριθμητικών οπτικών συντελεστών που θα έπρεπε να συνυπολογιστούν αν χρησιμοποιούντο απόλυτες τιμές. Ο LEM είναι πιο

απλά οριζόμενος και χρησιμοποιούμενος σαν ο λόγος της απόδοσης δυο φασματικών κατανομών για τις δεδομένες συνθήκες.

$$LEM = \frac{\text{οπτική απόδοση της φωτεινής πηγής}}{\text{οπτική απόδοση φωτεινής πηγής αναφοράς}}$$

Το να χρησιμοποιεί κανείς μια πηγή αναφοράς είναι συνηθισμένο. Το μέλλον των LEM, εφόσον γίνουν αποδεκτοί, θα είναι προφανώς ο εξωτερικός φωτισμός και ειδικότερα ο φωτισμός δρόμων. Οι λαμπτήρες που χρησιμοποιούνται στην εργασία αυτή ως βάση στο φωτισμό των δρόμων οι λαμπτήρες CDM (μεταλλικών αλογονιδίων), είναι έτσι λογικό να ορισθούν οι LEM με πηγή αναφοράς CDM:

$$LEM = \frac{\text{οπτική απόδοση της φωτεινής πηγής}}{\text{οπτική απόδοση πηγής CDM}}$$

Ορίζοντας έτσι τον LEM η κατάσταση απλοποιείται περισσότερο. Για εφαρμογές που χρησιμοποιούν λαμπτήρες CDM η τιμή του είναι 1,0. Εάν έχει βρεθεί εργαστηριακά ότι μία πηγή έχει κάτω από τις ίδιες συνθήκες απόδοση 50% μεγαλύτερη από CDM τότε ο συντελεστής έχει την τιμή 1,5. Το πρόβλημα όμως είναι ποια θα είναι η τιμή του συντελεστή που θα επιλεγεί. Αυτό εξαρτάται από το αν η όραση θα είναι κεντρική η περιφερειακή, από τα επίπεδα λαμπρότητας και από την φύση της ζητούμενης εφαρμογής. Από την στιγμή όμως που θα επιλέγει ο συντελεστής, η εφαρμογή του είναι εξαιρετικά απλή.

Στην περιοχή της μεσοπικής όρασης τα μεσοπικά lumen μπορούν εύκολα να υπολογισθούν με ολοκλήρωση χρησιμοποιώντας μια μεσοπική φασματική ευαισθησία στη θέση της $V(\lambda)$, οπότε ο συντελεστής LEM θα μας δίδεται από την σχέση:

$$LEM = \frac{\text{ΜΕΣΟΠΙΚΑ_LUMEN_ΠΗΓΗΣ}}{\text{ΚΑΘΟΡΙΣΜΕΝΑ_LUMEN_ΠΗΓΗΣ}} \times \frac{\text{ΚΑΘΟΡΙΣΜΕΝΑ_LUMEN_CDM}}{\text{ΜΕΣΟΠΙΚΑ_LUMEN_CDM}}$$

Είναι αυτονόητο ότι η τιμή του LEM θα εξαρτάται από την συνάρτηση φασματική ευαισθησίας στην μεσοπική περιοχή που θα χρησιμοποιηθεί στην θέση της $V(\lambda)$.

Αναφορικά με τις διάφορες μεθόδους ανάπτυξης των LEM μπορούν να τονιστούν τα εξής σημεία:

1. Δεδομένα που προέρχονται από φωτεινότητες και μεσοπικές συναρτήσεις παράγουν πολύ συντηρητικούς LEM, αν συγκριθούν με δημοσιευμένα δεδομένα μη κεντρικής όρασης. Δεδομένα βασισμένα στην φωτεινότητα δίνουν τιμές LEM περίπου 2, ενώ δεδομένα βασισμένα στην οπτική αντιληπτικότητα δίνουν τιμές για τον LEM περίπου 30.

2. Οι μεσοπικές συναρτήσεις, όπως έχουν αναπτυχθεί, είναι τυπικά ένας συνδυασμός κεντρικής και μη κεντρικής όρασης. Δεν είναι γνωστό όμως αν αυτό εξομοιώνει ικανοποιητικά τον εξωτερικό φωτισμό. Οι μαρτυρίες δείχνουν ότι πολλά ατυχήματα μπορεί να προκαλούνται από αντικείμενα που αρχικά ανιχνεύθηκαν με την περιφερειακή όραση. Έτσι λοιπόν οι μεσοπικές συναρτήσεις που προέρχονται από ταύτιση φωτεινότητας μπορεί να υποβαθμίζουν την φασματική κατανομή στις συνθήκες οδήγησης.

3. Ο αριθμός των παραγόντων που βρίσκονται πίσω από τα δεδομένα που βασίζονται στην οπτική αντίληψη, αποτελεί ένα μειονέκτημα στην χρήση των ερευνητικών αποτελεσμάτων που λήφθηκαν με αυτή τη μέθοδο.

4. Ο κατευθείαν υπολογισμός των φασματικών κατανομών νέων πηγών απαιτεί τη χρήση μεσοπικών συναρτήσεων, οι οποίες όμως είναι βασισμένες είτε σε ταύτιση φωτεινότητας είτε σε οπτική αντίληψη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

***ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ
ΣΤΙΣ ΜΕΛΕΤΕΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΔΡΟΜΩΝ ΚΑΘΩΣ ΚΑΙ ΟΙ
ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΠΟΥ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΙΚΑΝΟΠΟΙΟΥΝ***

2.1 Γενικά περί φωτισμού δρόμων

Ο βασικός σκοπός του οδικού φωτισμού είναι να παρέχει ασφάλεια στους οδηγούς που κινούνται στους δρόμους αφού η οδήγηση, ειδικά τη νύχτα, κρύβει πολλές παγίδες και πολλούς κινδύνους.

Η συνεχώς αυξανόμενη κίνηση στο οδικό δίκτυο κατά τη διάρκεια της νύχτας έχει οδηγήσει στον τριπλασιασμό των ατυχημάτων συγκριτικά με εκείνων που σημειώνονται την ημέρα. Ο λόγος της σημαντικής αυτής διαφοράς είναι η μειωμένη ορατότητα και η κόπωση, οδηγών και πεζών, που επιφέρει μείωση των αντανακλαστικών τους με αποτέλεσμα να δυσκολεύονται να αντιληφθούν τα εμπόδια και τους κινδύνους που ελλοχεύουν στο οδόστρωμα. Η πρόοδος επίσης της τεχνολογίας έχει καταστήσει τα νέα οχήματα πολύ πιο γρήγορα με αποτέλεσμα η ασφάλεια των επιβατών τους να εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την αντίδραση του οδηγού. Πρέπει λοιπόν να παρέχεται ένας ικανοποιητικός τεχνητός φωτισμός, ο οποίος θα εξασφαλίζει ότι ο οδηγός θα είναι σε θέση να διακρίνει έγκαιρα τα τυχόν εμπόδια που θα εμφανιστούν στην πορεία του και θα έχει τον απαραίτητο χρόνο να αντιδράσει με σωστό και αποτελεσματικό τρόπο.

2.2 Ποιοτικά κριτήρια για το φωτισμό δρόμου [12,13]

Ο οδικός φωτισμός πρέπει να παρέχει ασφάλεια και άνεση σε κάθε χρήστη του δρόμου. Ο οδηγός πρέπει να είναι σε θέση να αναγνωρίσει το σχεδιάγραμμα και τη μορφή του δρόμου και να μπορεί να δει και να αναγνωρίσει έγκαιρα και με ακρίβεια όλες τις προειδοποιητικές πινακίδες αλλά και τυχόν εμπόδια που θα εμφανιστούν. Τα ποιοτικά λοιπόν κριτήρια για τη σωστή μελέτη φωτισμού ενός δρόμου σύμφωνα με τη Διεθνή Επιτροπή Φωτισμού (CIE) είναι:

- η μέση λαμπρότητα
- η ομοιομορφία λαμπρότητας
- ο περιορισμός της θάμβωσης
- ο φωτισμός του περιβάλλοντος χώρου
- η οπτική καθοδήγηση

2.2.1. Μέση λαμπρότητα

Το επίπεδο λαμπρότητας που περιγράφεται από τη μέση λαμπρότητα της επιφάνειας του δρόμου καθορίζει σε μεγάλο βαθμό την ευκολία προσαρμογής

του ματιού του χρήστη. Συνεπώς το μέγεθος αυτό είναι πολύ σημαντικό για την ικανότητα του οδηγού να δει με άνεση το δρόμο και να κινηθεί σε αυτόν με ασφάλεια.

2.2.2. Ομοιομορφία λαμπρότητας

Η ομοιομορφία λαμπρότητας σχετίζεται τόσο με την ασφαλή κυκλοφορία στο δρόμο όσο και με την άνεση που παρέχεται στους οδηγούς, αφού σε περίπτωση απουσίας ενός ομοιόμορφου φωτισμού θα υπήρχαν διάφοροι κίνδυνοι όπως:

- Σκοτεινά σημεία του δρόμου μπορεί να κρύβουν πιθανά εμπόδια
- Η επανάληψη φωτεινών και σκοτεινών περιοχών προκαλεί συνεχείς εναλλαγές στην προσαρμογή του ματιού με αποτέλεσμα την κόπωση του οδηγού.

Για την αναλυτική περιγραφή της ομοιομορφίας λαμπρότητας χρησιμοποιούνται τρεις επιμέρους συντελεστές:

- Γενικός συντελεστής ομοιομορφίας $U_0=L_{\min}/L_{av}$, όπου L_{\min} και L_{av} η ελάχιστη και η μέση λαμπρότητα στο σύνολο της εξεταζόμενης επιφάνειας.
- Συντελεστής διαμήκους ομοιομορφίας U_I ο οποίος ορίζεται ως ο μικρότερος λόγος L_{\min}/L_{\max} σε ευθείες παράλληλες προς τον άξονα της οδού.
- Συντελεστής εγκάρσιας ομοιομορφίας U_v ο οποίος ορίζεται ως ο μικρότερος λόγος L_{\min}/L_{\max} σε ευθείες κάθετες προς τον άξονα της οδού.

2.2.3. Θάμβωση

Η θάμβωση προκαλείται από την παρουσία πολύ έντονων φωτεινών πηγών στο πεδίο όρασης του παρατηρητή. Η θάμβωση μπορεί να προκαλέσει:

- Κόπωση στον οδηγό λόγω της δυσάρεστης παρουσίας φωτεινών σημείων στο πεδίο όρασης γεγονός το οποίο όμως δεν εξασθενεί την όραση.
- Μειωμένη όραση λόγω της παρουσίας φωτεινών πηγών. Οι πηγές αυτές προκαλούν ένα διάχυτο φως στο μάτι. Η εικόνα αυτή προβάλλεται στον αμφιβληστροειδή με αποτέλεσμα τη μείωση της αντίθεσης της εικόνας. Συνέπεια όλων αυτών είναι μειωμένη ικανότητα στη διάκριση και αναγνώριση μικρών αντικειμένων.

2.2.4. Φωτισμός του περιβάλλοντος χώρου

Για το σωστό φωτισμό του περιβάλλοντος χώρου θεωρούμε την αναλογία της μέσης λαμπρότητας σε λωρίδες πλάτους 5 μέτρων (ή μικρότερες αν δεν επιτρέπει ο χώρος) δίπλα στην άκρη του οδοστρώματος προς τη μέση λαμπρότητα σε λωρίδες πλάτους 5 μέτρων πάνω στο οδόστρωμα. Με τη χρήση της αναλογίας αυτής γίνεται σωστός και ο φωτισμός του περιβάλλοντος χώρου του δρόμου, με σκοπό τα ψηλά αντικείμενα που βρίσκονται στο χώρο αυτό να γίνονται ορατά από τους οδηγούς.

2.2.5. Οπτική καθοδήγηση

Η οπτική καθοδήγηση είναι ένα σημαντικό ποιοτικό κριτήριο για την οδική ασφάλεια. Η καλή οπτική καθοδήγηση επιτυγχάνεται όταν η σειρά των φωτιστικών σωμάτων δίνει μια σαφή και μη παραπλανητική ένδειξη της πορείας του δρόμου. Δε μπορεί να δοθεί κανόνας βασισμένος σε τεχνικά μεγέθη για το σχεδιασμό δρόμου ο οποίος θα παρέχει σωστή οπτική καθοδήγηση, κάποια προοπτικά σχέδια όμως σε κατάλληλη κλίμακα μπορούν να αποκαλύψουν πιθανά προβλήματα. Είναι σαφές όμως ότι κακή οπτική καθοδήγηση μπορεί να αποβεί επικίνδυνη.

Λαμβάνοντας υπ' όψιν τα παραπάνω η Διεθνής Επιτροπή Φωτισμού έχει διακρίνει τους δρόμους σε κλάσεις ανάλογα με τη χρήση τους και οι οποίες φαίνονται στον πίνακα 2.1:

Η πολυπλοκότητα της μορφής του δρόμου αναφέρεται στην υποδομή, στην επιτρεπόμενη κίνηση κυκλοφορίας και στον ορατό από το δρόμο περιβάλλοντα χώρο. Παράγοντες οι οποίοι πρέπει να ληφθούν υπ' όψιν είναι:

- ο αριθμός των λωρίδων, η κλίση του δρόμου
- τα σήματα και η σηματοδότηση
- οι ράμπες εισόδου και εξόδου

Ο έλεγχος της κυκλοφορίας αναφέρεται στην ύπαρξη σήμανσης και σηματοδότησης και στην ύπαρξη γενικότερα κανόνων. Μέθοδοι ελέγχου είναι τα φανάρια, οι κανόνες προτεραιότητας, η σήμανση και η διαγράμμιση. Όπου τα παραπάνω είναι παρόντα ο έλεγχος της κυκλοφορίας θεωρείται καλός ενώ αν αυτά απουσιάζουν ή είναι αραιά θεωρείται φτωχός.

Ο διαχωρισμός μπορεί να γίνει είτε με συγκεκριμένη διαγράμμιση είτε με την απαγόρευση της χρήσης της οδού από συγκεκριμένους τύπους χρηστών.

Όταν υπάρχει αυτός ο διαχωρισμός η οδός μπορεί να υποβιβαστεί σε χαμηλότερα επίπεδα φωτισμού. Όταν μιλάμε για διαφορετικούς τύπους χρηστών

αναφερόμαστε πχ σε αυτοκίνητα, φορτηγά, οχήματα χαμηλής ταχύτητας, λεωφορεία, ποδηλάτες και πεζούς.

Για τις κλάσεις φωτισμού που αναφέρθηκαν στον πίνακα 2.1 ισχύουν τα όρια που φαίνονται στον πίνακα 2.2.

Πίνακας 2.1 Κατηγοριοποίηση κλάσεων φωτισμού κατά CIE

Περιγραφή δρόμου	Κλάση φωτισμού
<p>Δρόμοι ταχείας κυκλοφορίας με διαχωρισμένα οδοστρώματα χωρίς ισόπεδες διασταυρώσεις και με ολοκληρωμένο έλεγχο προσέγγισης, αυτοκινητόδρομοι.</p> <p>Πυκνότητα κίνησης και πολυπλοκότητα δρόμου:</p> <p>Υψηλή</p> <p>Μέση</p> <p>Χαμηλή</p>	<p>M1</p> <p>M2</p> <p>M3</p>
<p>Δρόμοι ταχείας κυκλοφορίας με διπλό κατάστρωμα οδού.</p> <p>Έλεγχος κυκλοφορίας και διαχωρισμός των διαφόρων τύπων χρηστών της οδού:</p> <p>Φτωχός</p> <p>Καλός</p>	<p>M1</p> <p>M2</p>
<p>Σημαντικές αστικές αρτηρίες, ακτινωτοί δρόμοι, δρόμοι διανομής της κυκλοφορίας</p> <p>Έλεγχος κυκλοφορίας και διαχωρισμός των διαφόρων τύπων χρηστών της οδού:</p> <p>Φτωχός</p> <p>Καλός</p>	<p>M2</p> <p>M3</p>
<p>Συνδετήριες μικρότερης σημασίας οδοί, τοπικοί οδοί, οδοί που συνδέουν απ' ευθείας με ιδιοκτησίες και οδηγούν σε συνδετήριες οδούς.</p> <p>Έλεγχος κυκλοφορίας και διαχωρισμός των διαφόρων τύπων χρηστών της οδού:</p>	<p>M4</p>

Φτωχός Καλός	M5
-----------------	----

Πίνακας 2.2 Όρια κλάσεων φωτισμού

ΚΛΑΣΗ ΦΩΤΙΣΜΟΥ	ΒΑΘΜΟΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ				
	Όλοι οι δρόμοι	Όλοι οι δρόμοι	Όλοι οι δρόμοι	Δρόμοι με λίγες ή ανύπαρκτες διασταυρώσεις	Δρόμοι με διαβάσεις πεζών
	Μέση λαμπρότητα $L_{av}(cd/m^2)$ (ελάχιστη τιμή)	Συνολική ομοιομορφία U_o (ελάχιστη τιμή)	ΤΙ (%) Μέγιστη (αρχική τιμή)	Διαμήκης ομοιομορφία U_I (ελάχιστη τιμή)	Λαμπρότητα περιβάλλοντος χώρου SR (ελάχιστη τιμή)
M1	2,0	0,4	10	0,7	0,5
M2	1,5	0,4	10	0,7	0,5
M3	1,0	0,4	10	0,5	0,5
M4	0,75	0,4	15	NR	NR
M5	0,5	0,4	15	NR	NR

Σε αυτή τη διπλωματική εργασία θα μελετηθεί ο φωτισμός διάφορων τύπων δρόμων, οι οποίοι καλύπτουν σχεδόν όλο το φάσμα των κλάσεων φωτισμού τις οποίες προτείνει η Διεθνής Επιτροπή Φωτισμού.

2.3 Θεμελιώδη μεγέθη

Βασικά μεγέθη τα οποία λαμβάνονται υπ' όψιν στο σχεδιασμό του οδικού φωτισμού με σκοπό τη βελτίωση της οδικής ασφάλειας είναι τα εξής: η φωτεινή ροή, η ισχύς φωτισμού, η φωτεινή ένταση, η λαμπρότητα, η ομοιομορφία λαμπρότητας, η θάμβωση και η ανάκλαση.

Για τα παραπάνω πιο αναλυτικά έχουμε:

ΘΑΜΒΩΣΗ (Glare, G)

Ως θάμβωση μπορεί να οριστεί το φαινόμενο που προκαλεί μείωση στην αντίθεση που αντιλαμβάνεται το μάτι. Η θάμβωση προκαλεί ένα φωτεινό πέπλο στο μάτι, γεγονός που μειώνει την αντίθεση και συνεπώς μειώνει την

ορατότητα ενός στόχου. Έτσι δε μπορούν να διακριθούν διαφορές όταν υπάρχει ένα πολύ φωτεινό υπόβαθρο.

Η θάμβωση μπορεί να διακριθεί σε δύο τύπους:

- Η θάμβωση ενόχλησης η οποία αναφέρεται στην αίσθηση που προκαλείται όταν η φωτισμός όλου του περιβάλλοντος είναι ισχυρός, πχ σε ηλιόλουστο και χιονισμένο μέρος.
- Η θάμβωση ανικανότητας η οποία αναφέρεται στη μειωμένη ορατότητα ενός στόχου λόγω της ύπαρξης μιας φωτεινής πηγής κάπου αλλού μέσα στο οπτικό πεδίο του παρατηρητή.

ΑΝΑΚΛΑΣΗ (Reflectance)

Κατά την πρόσπτωση φωτός σε οποιοδήποτε σώμα ένα μέρος της συνολικής προσπίπτουσας φωτεινής ροής θα ανακλαστεί. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται ανάκλαση και παρουσιάζεται σε διάφορες μορφές:

1. Κανονική ανάκλαση όταν η φωτεινή δέσμη ανακλάται με την ίδια γωνία με την οποία προσπίπτει στην επιφάνεια χωρίς να διασκορπίζεται.
2. Διαχέουσα ανάκλαση η οποία προκαλεί τη διάχυση της φωτεινής δέσμης προς όλες τις κατευθύνσεις.
3. Ημιδιαχέουσα ανάκλαση η οποία διαχέει μεν τη φωτεινή δέσμη αλλά όχι προς όλες τις κατευθύνσεις. Στην περίπτωση αυτή υπάγονται τα περισσότερα σώματα.
4. Μικτή ανάκλαση η οποία αποτελεί την ενδιάμεση κατάσταση μεταξύ κανονικής και διαχέουσας ανάκλασης.

Όπως και όλα τα άλλα σώματα έτσι λοιπόν και το οδόστρωμα ανακλά τις φωτεινές δέσμες που προσπίπτουν σε αυτό. Για να διευκολύνει τον υπολογισμό όλων των φωτομετρικών μεγεθών κατά τη μελέτη φωτισμού ενός δρόμου η Διεθνής Επιτροπή Φωτισμού θέσπισε ένα σύστημα ταξινόμησης της επιφάνειας του οδοστρώματος ανάλογα με το αν και κατά πόσο αυτό ανακλά φωτεινές δέσμες. Έτσι γίνεται εφικτός ο υπολογισμός της λαμπρότητας, της ομοιομορφίας λαμπρότητας και της θάμβωσης για όλες τις στεγνές επιφάνειες του οδοστρώματος.

Το σύστημα που συνιστά η Διεθνής Επιτροπή Φωτισμού διακρίνει την επιφάνεια του δρόμου ανάλογα με την τιμή του κατοπτρικού συντελεστή S1 όπως αυτός ορίζεται στις δημοσιεύσεις της CIE. Η ταξινόμηση αυτή παρουσιάζεται στον πίνακα 2.4 και είναι σχετικά καινούρια. Στην πράξη χρησιμοποιείται ακόμα

το σύστημα κατάταξης στεγνών οδοστρωμάτων R το οποίο και αυτό χρησιμοποιεί για τη διάκριση των δρόμων την τιμή του S1, όπως φαίνεται στον πίνακα 2.3

Πίνακας 2.3 Ταξινόμηση ανάκλασης επιφάνειας οδοστρώματος

Κατηγορία	Πίνακας προτύπων τιμών	Όρια S1	Κανονικές τιμές S1	Κανονικοποιημένες τιμές Q ₀
CI	C1	$S1 \leq 0,4$	0,24	0, 10
CII	C2	$S1 > 0,4$	0,97	0,07

Πίνακας 2.4 Νέα ταξινόμηση ανάκλασης επιφάνειας οδοστρώματος

Κατηγορία	Πίνακας προτύπων τιμών	Όρια S1	Κανονικές τιμές S1	Κανονικοποιημένες τιμές Q ₀	Είδος Ανάκλασης
RI	R1	$S1 < 0,42$	0,25	0, 10	Διάχυτη
RII	R2	$0,42 \leq S1 < 0,85$	0,58	0,07	Ελαφρώς διάχυτη
RIII	R3	$0,85 \leq S1 < 1,35$	1,11	0,07	Ελαφρώς κανονική
RIV	R4	$1,35 \leq S1$	1,55	0,08	Κανονική

Για την περιγραφή των κλάσεων R1-R4 πιο αναλυτικά έχουμε:

- **Κλάση R1**

Οδόστρωμα από μπετόν, οδόστρωμα από άσφαλο της οποίας τα συστατικά περιέχουν κατ' ελάχιστον 15% τεχνητούς brighteners.

- **Κλάση R2**

Οδόστρωμα από άσφαλο της οποίας τα συστατικά περιέχουν κατ' ελάχιστον 60% χαλίκι (μέγεθος άνω των 10mm) ,οδόστρωμα από άσφαλο της οποίας τα συστατικά περιέχουν 10-15% τεχνητούς brighteners.

- **Κλάση R3**

Οδόστρωμα από άσφαλο, η οποία αποτελείται από σκούρα συστατικά , σκληρή σύνθεση μετά από κάποιους μήνες χρήσης.

- **Κλάση R4**

Οδόστρωμα από άσφαλο με πολύ μαλακή σύνθεση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΟΔΙΚΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

Ως φωτιστικό σύνολο νοείται η όλη διάταξη που περιλαμβάνει τη συσκευή ή τις συσκευές φωτισμού, μαζί με τη διάταξη στήριξης και προσανατολισμού τους, καθώς επίσης και την καλωδίωση και τα λοιπά ηλεκτρολογικά στοιχεία. Σε ένα δίκτυο φωτισμού υπάρχει, ακόμη και το κουτί ελέγχου του δικτύου.

3.1 Πηγές φωτισμού

Οι πηγές φωτισμού αποτελούν ουσιαστικά το πιο σημαντικό στοιχείο ενός συστήματος ηλεκτροφωτισμού καθώς καθορίζουν στο μεγαλύτερο βαθμό την οπτική ποιότητα του φωτισμού, την οικονομία, την απόδοση και γενικά την ενεργειακή θεώρηση του εφαρμοζόμενου συστήματος φωτισμού. Ως πηγές φωτισμού σε ένα σύστημα ηλεκτροφωτισμού χρησιμοποιούνται διαφόρων ειδών ηλεκτρικοί λαμπτήρες. Σήμερα έχουν απομείνει ή χρησιμοποιούνται σε νέες εφαρμογές, λαμπτήρες πυρακτώσεως, φθορισμού και εκκένωσης.

Αναλυτικότερα, όλα τα χρησιμοποιούμενα είδη λαμπτήρων έχουν ως εξής:

3.1.1 Λαμπτήρες Πυρακτώσεως (Incandescent):

Οι λαμπτήρες αυτού του είδους ήταν κάποτε οι πιο δημοφιλείς καθώς ήταν απλοί, φθηνοί και εύκολα εγκαταστάσιμοι. Αναπαρήγαγαν σωστά τα χρώματα και το μικρό τους μέγεθος επέτρεπε εύκολο έλεγχο του φωτός. Ωστόσο, η χαμηλή τους φωτεινή απόδοση και ο περιορισμένος τους χρόνος ζωής τους έχουν θέσει, πλέον, ανεπιθύμητες σε νέες εγκαταστάσεις.

3.1.2 Λαμπτήρες Φθορισμού (Fluorescent):

Ομοίως, δεν χρησιμοποιούνται πλέον ούτε αυτοί σε νέες εγκαταστάσεις, εξακολουθούν ωστόσο να χρησιμοποιούνται για φωτισμό σηράγγων και πινακίδων. Το μεγάλο τους μέγεθος δυσκολεύει τον έλεγχο του φωτισμού. Οι λαμπτήρες φθορισμού απαιτούν επιπλέον ηλεκτρολογικό εξοπλισμό ελέγχου της τάσης, η δε φωτεινή τους απόδοση επηρεάζεται από τις χαμηλές θερμοκρασίες περισσότερο από κάθε άλλο τύπο λαμπτήρα. Πλεονέκτημά τους είναι η απόδοση του φωτός τους επάνω σε βρεγμένο οδόστρωμα.

3.1.3 Λαμπτήρες Υδραργύρου (Mercury):

Οι λαμπτήρες υδραργύρου υποσκέλισαν τους λαμπτήρες πυρακτώσεως στις περισσότερες περιπτώσεις. Αν και το αρχικό τους κόστος είναι μεγαλύτερο από το αντίστοιχο των λαμπτήρων πυρακτώσεως, καθότι είναι ακριβότεροι και απαιτούν και ελεγκτές τάσης, η πολύ καλή τους απόδοση και η μεγάλη διάρκεια ζωής τους καθιστούν την εγκατάστασή τους πολύ πιο συμφέρουσα. Το ελαφρά κυανό χρώμα που παράγουν είναι γενικά αποδεκτό, ενώ το μέγεθός τους επιτρέπει ικανοποιητικό φωτεινό έλεγχο. Μια πιο βελτιωμένη εκδοχή αυτού του τύπου είναι οι λαμπτήρες με επικάλυψη φωσφόρου.

3.1.4 Λαμπτήρες Μετάλλων Αλογονιδίων (Metal Halide):

Είναι μία μορφή λαμπτήρων υδραργύρου όπου μαζί με τον υδράργυρο συνυπάρχουν και στοιχεία ιωδίου, που αναβαθμίζουν τόσο τη φωτεινή απόδοση, όσο και τη χρωματική απόδοση των επιφανειών, ενώ οι λαμπτήρες αυτού του είδους επιτρέπουν και ικανοποιητικό φωτεινό έλεγχο. Μειονέκτημά τους είναι η σχετικά περιορισμένη διάρκεια ζωής.

3.1.5 Λαμπτήρες Νατρίου Υψηλής Πίεσης (High Pressure Sodium):

Υποσκέλισαν τους λαμπτήρες υδραργύρου. Χαρακτηρίζονται από το λευκόχρυσο φως που αποδίδουν, ενώ η χρωματική απόδοση των επιφανειών είναι μέτρια. Χρειάζονται συσκευές ελέγχου τάσης. Μερικοί κατασκευαστές παρέχουν διατάξεις με αναβαθμισμένη χρωματική απόδοση και βοηθητικούς λαμπτήρες που λειτουργούν μετά από στιγμιαίες πτώσεις τάσης, μέχρι να αποκατασταθεί ποσοστό της πλήρους λειτουργίας του κανονικού λαμπτήρα.

3.1.6 Λαμπτήρες Νατρίου Χαμηλής Πίεσης (Low Pressure Sodium):

Κύριο χαρακτηριστικό τους αποτελεί το έντονο φως που παράγουν και στο οποίο οφείλεται και η φτωχή χρωματική απόδοση των επιφανειών, ωστόσο είναι ιδανικοί για περιπτώσεις ομίχλης. Βασικό τους μειονέκτημα είναι το μεγάλο μήκος τους που τους καθιστά δύσρηστους.

Πίνακας 3.1 Στοιχεία λαμπτήρων

Τύπος Λαμπτήρα	Αρχική Φωτεινή Ροή (lumen)	Φωτεινή Απόδοση (lumen/Watt)	Διάρκεια ζωής (ώρες)
Μετάλλων Αλογονιδίων	34000-100000	85-100	10000-15000
Νατρίου Υψηλής Πίεσης	9500-140000	95-140	15000-28000
Νατρίου Χαμηλής Πίεσης	1800-33000	100-183	10000-18000
Υδραργύρου	3700-57000	37-57	18000-28000

Οι παράγοντες που συντελούν στην επιλογή του κατάλληλου τύπου λαμπτήρα είναι η φωτεινή απόδοση, δηλαδή ο βαθμός αξιοποίησης της ηλεκτρικής ενέργειας, η ικανότητα του λαμπτήρα να διατηρεί τα φωτεινά του χαρακτηριστικά σε βάθος χρόνου, η διάρκεια ζωής, το χρώμα και η διασπορά του φωτός.

Στην Ελλάδα χρησιμοποιούνται κυρίως λαμπτήρες νατρίου υψηλής πίεσης, και σε μικρότερο βαθμό νατρίου χαμηλής πίεσης και υδραργύρου, ενώ δεν αποκλείονται περιπτώσεις άλλων τύπων που απέμειναν από το παρελθόν.

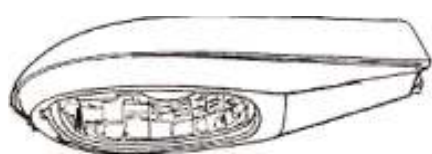
Στον πίνακα 3.1 παρουσιάζονται κάποια βασικά χαρακτηριστικά των τύπων λαμπτήρων που χρησιμοποιούνται σήμερα για οδικό φωτισμό στην Ελλάδα.

3.2 Φωτιστικά σώματα

Το φωτιστικό σώμα αποτελεί ουσιαστικά τη συσκευή φωτισμού, καθώς περιέχει τη φωτεινή πηγή, όπως και διατάξεις υποβοήθησης των οπτικών χαρακτηριστικών. Τα βασικά στοιχεία που αποτελούν το φωτιστικό σώμα είναι η φωτεινή πηγή, ο ανακλαστήρας, το διαφανές κάλυμμα της διάταξης και το σώμα. Οι λαμπτήρες εκκένωσης και φθορισμού απαιτούν και συσκευές ελέγχου της τάσης του ρεύματος, οι οποίες συνήθως τοποθετούνται και αυτές μέσα στο φωτιστικό σώμα.

Ο ανακλαστήρας χρησιμεύει στη συγκέντρωση της φωτεινής ακτινοβολίας και κατεύθυνσή της προς την επιθυμητή περιοχή φωτισμού. Κατασκευάζεται από αλουμίνιο.

Όσον αφορά το διαφανές κάλυμμα, αυτό κατασκευάζεται από γυαλί ή πλαστικό (μόνο γυαλί για υψηλή ισχύ λαμπτήρα) και μπορεί να είναι επίπεδου (cut-off), ημιεξέχοντος (semi-cutoff), ή εξέχοντος (non-cutoff) τύπου, ανάλογα με το αν επιθυμείται διασπορά του φωτός και επάνω από τη γωνία των 90° , δηλαδή επάνω από το ύψος του σώματος. Όταν κάτι τέτοιο δεν αποτελεί πρόβλημα, το διαφανές κάλυμμα είναι εξέχοντος τύπου, δηλαδή επεκτείνεται προς τα κάτω, και μπορεί να είναι πρισματικό, ώστε να λειτουργεί σα διαθλαστήρας για έλεγχο και ανακατανομή του φωτός. Όταν η διασπορά άνω των 90° είναι ανεπιθύμητη, εφαρμόζεται επίπεδο κάλυμμα από καθαρά διαφανές υλικό. Στην εικόνα 3.1 φαίνονται δύο τύποι φωτιστικών σωμάτων, με καλύμματα επίπεδου και εξέχοντος τύπου, αντίστοιχα.



Κάλυμμα επίπεδου (cutoff) τύπου

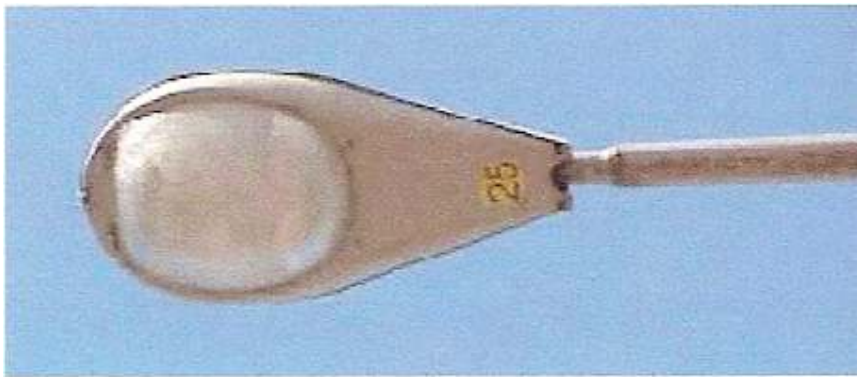


Κάλυμμα εξέχοντος τύπου (non-cutoff).

Εικόνα 3.1 Φωτιστικά σώματα επίπεδου και εξέχοντος τύπου

Μερικά είδη λαμπτήρων, όπως οι λαμπτήρες εκκένωσης και φθορισμού από τη φύση τους απαιτούν, επιπλέον, και ειδικές συσκευές ελέγχου της τάσης του ρεύματος. Οι συσκευές αυτές παρέχουν την απαιτούμενη υψηλή αρχική τάση για την έναρξη λειτουργίας της συσκευής και επιτρέπουν τη λειτουργία του λαμπτήρα στα επιθυμητά επίπεδα ισχύος. Συνήθως τοποθετούνται και αυτές μέσα στο φωτιστικό σώμα.

Τέλος, το σώμα που περικλείει την όλη διάταξη κατασκευάζεται από διάφορα υλικά, συνηθέστερα, δε από αλουμίνιο επικαλυμμένο από ηλεκτροστατική βαφή. Τα είδη φωτιστικών σωμάτων που χρησιμοποιούνται στον οδικό φωτισμό είναι κυρίως τα οριζόντιου ("cobra head") και κατακόρυφου τύπου, όπως και τα φωτιστικά σώματα για υψηλούς ιστούς. Υπάρχουν επίσης φωτιστικά σώματα για σήραγγες και υπόγεια περάσματα, προβολείς για φωτισμό πινακίδων σήμανσης και μεμονωμένων σημείων καθώς και διακοσμητικού τύπου φωτιστικά.



Εικόνα 3.2 Φωτιστικό σώμα οριζόντιας διάταξης



Εικόνα 3.3 Φωτιστικό σώμα κατακόρυφης διάταξης



Εικόνα 3.4 Φωτιστικά σώματα υψηλού ιστού



Εικόνα 3.5 Φωτιστικό σώμα χώρου στάθμευσης

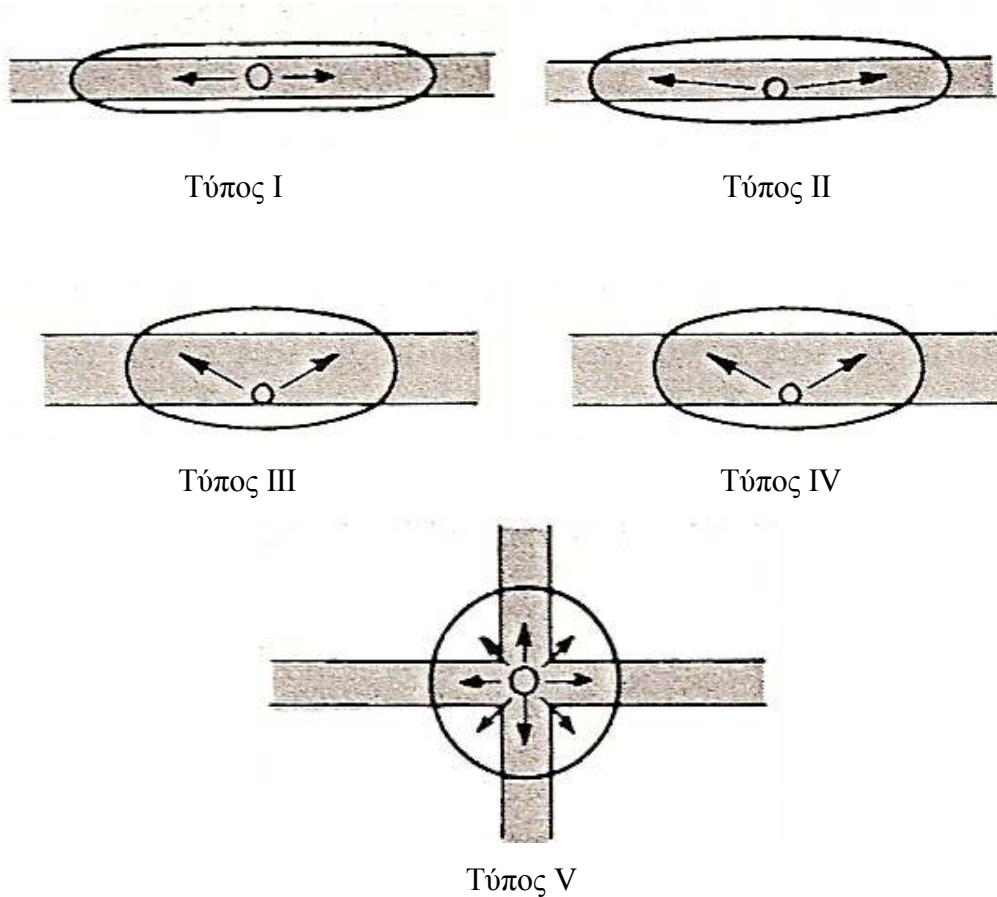


Εικόνα 3.6 Φωτιστικά σώματα σήραγγας

Με την ύπαρξη των οπτικών βοηθημάτων που προαναφέρθηκαν γίνεται πλέον σαφές ότι η ολική απόδοση και τα χαρακτηριστικά του παραγόμενου φωτισμού δεν εξαρτώνται μόνο από τη φωτεινή πηγή, αλλά και από το σχεδιασμό ολόκληρου του φωτιστικού σώματος, το οποίο λειτουργεί ως ενιαίο σύνολο. Τα βασικά φωτομετρικά χαρακτηριστικά και στοιχεία φωτιστικής λειτουργίας των σωμάτων δίνονται από τους κατασκευαστές, και τα πιο συνήθη από αυτά είναι τα εξής:

- Συντελεστής Χρήσης (Coefficient of Utilization, CU): Είναι το ποσοστό της συνολικής φωτεινής ροής (lumens) που φτάνει στην εξεταζόμενη επιφάνεια του οδοστρώματος (π.χ. λωρίδες κυκλοφορίας ή έρεισμα).
- Διάγραμμα καμπυλών ίσου φωτισμού (Isofootcandle chart): Χρησιμεύει στην περιγραφή του φωτεινού αποτελέσματος ενός φωτιστικού σώματος τοποθετημένου σε δεδομένο ύψος πάνω στο οδόστρωμα.
- Κατακόρυφη διασπορά: Χαρακτηρίζεται ως βραχεία, μέση ή μακρά βάσει της απόστασης από το φωτιστικό σώμα που προσπίπτει η ακτίνα μέγιστης φωτεινής έντασης. Με βάση την κατάταξη του φωτιστικού σώματος ως προς την κατακόρυφη διασπορά, υπολογίζεται η μέγιστη απόσταση μεταξύ των φωτιστικών σωμάτων.
- Πλευρική διασπορά: Με βάση την πλευρική διασπορά, τα φωτιστικά σώματα διακρίνονται σε πέντε τύπους, οι οποίοι αναφέρονται, κυρίως, στο πλάτος της οδού και στην τοποθέτηση των σωμάτων. Σε γενικές γραμμές, οι τύποι I και V περιλαμβάνουν τα σώματα που τοποθετούνται στο κέντρο της φωτιζόμενης περιοχής, με τον τύπο I (διαμήκους κατανομής) να εφαρμόζεται σε στενές οδούς και τον τύπο V για φωτισμό προς κάθε κατεύθυνση. Οι τύποι V και I (σε τροποποιημένη μορφή) εφαρμόζονται σε υψηλούς ιστούς.

Οι τύποι II, III, και IV αναφέρονται σε σώματα που τοποθετούνται κοντά στην ακμή της φωτιζόμενης περιοχής, με τον τύπο II να εφαρμόζεται σε στενές οδούς, τον τύπο III σε οδούς μέτριου πλάτους, και τον τύπο IV σε φαρυγγίες.



Εικόνα 3.7 Διάκριση φωτιστικών σωμάτων βάσει της πλευρικής διασποράς φωτός

- Συντελεστές απαξίωσης φωτισμού: Περιγράφουν την απώλεια των φωτεινών χαρακτηριστικών του σώματος με το πέρασ του χρόνου. Η απαξίωση αυτή προέρχεται από διάφορους παράγοντες, εσωτερικούς ή εξωτερικούς.

Στο σημείο αυτό πρέπει να γίνει μια πιο αναλυτική προσέγγιση στο θέμα της συντήρησης του οδικού δικτύου φωτισμού και στο πως η πάροδος του χρόνου επηρεάζει την απόδοση του. Οι κυριότεροι λόγοι είναι:

- μείωση της φωτεινής ροής των λαμπτήρων με την πάροδο του χρόνου

- βλάβες λαμπτήρων
- συσσώρευση σκόνης στους λαμπτήρες και τα φωτιστικά
- παλαίωση οπτικών εξαρτημάτων.

Ο μόνος τρόπος ώστε να παραμείνει σταθερή η ποιότητα της φωτιστικής εγκατάστασης είναι η τακτική συντήρηση. Η συντήρηση αυτή περιλαμβάνει διαδικασίες όπως η αντικατάσταση λαμπτήρων, ο καθαρισμός των οπτικών εξαρτημάτων και η αντικατάσταση οπτικών, ηλεκτρικών και μηχανικών εξαρτημάτων σε περίπτωση σοβαρής φθοράς. Αυτή η συντήρηση πρέπει να γίνεται ανά τακτά χρονικά διαστήματα τα οποία πρέπει να επιλεγθούν με κατάλληλο τρόπο λαμβάνοντας υπ' όψιν το χρόνο ζωής των λαμπτήρων ώστε να γίνει εφικτή η ομαδική αντικατάσταση αυτών.

Για να εξασφαλιστεί ότι η εγκατάσταση ακόμα και στο τέλος της περιόδου συντήρησης αποδίδει σύμφωνα με τις προδιαγραφές είναι απαραίτητο να ληφθούν υπ' όψιν τα φαινόμενα φθοράς με τη μορφή του Συντελεστή Απαξίωσης Φωτισμού (Light Loss Factor, LLF).

Η τιμή του συντελεστή αυτού υπολογίζεται ως εξής:

$$LLF=LLF_1 \cdot LLF_2 \cdot LLF_D$$

Όπου

- LLF_1 : ο συντελεστής απαξίωσης φωτισμού λόγω της μείωσης της φωτεινής ροής των λαμπτήρων
- LLF_2 : ο συντελεστής απαξίωσης φωτισμού λόγω της βλάβης λαμπτήρων.
- LLF_D : ο συντελεστής απαξίωσης φωτισμού λόγω της συσσώρευσης σκόνης στα φωτιστικά.

3.3 Γήρανση λαμπτήρα

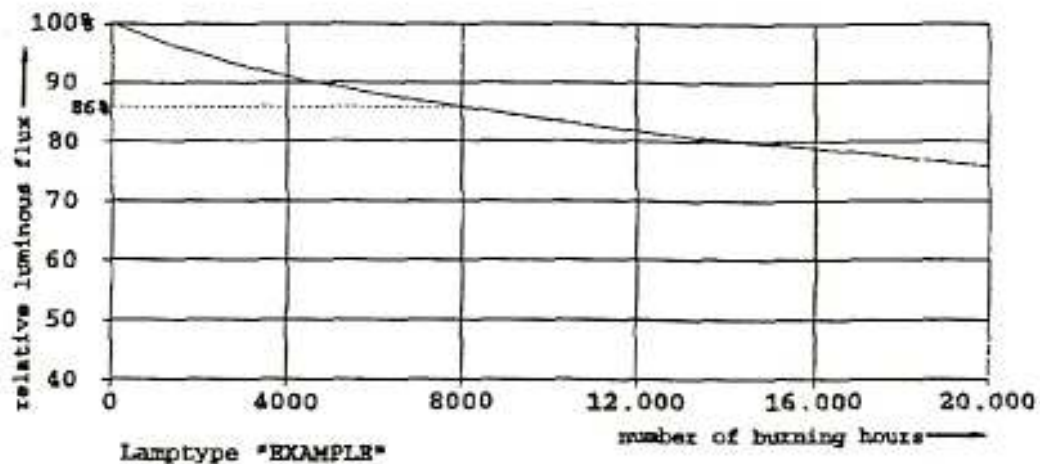
Ένας από τους βασικούς λόγους της μείωσης της φωτεινής ροής ενός λαμπτήρα είναι η εξάτμιση του υλικού του ηλεκτροδίου. Το υλικό αυτό επικάθεται στο gas discharge envelope και έτσι μειώνει την εκπομπή φωτός. Άλλοι λόγοι είναι η βαθμιαία αλλαγή της χημικής σύστασης των υλικών του θαλάμου εκκένωσης και της φθορίζουσας σκόνης αν αυτή υπάρχει.

Η ζωή του λαμπτήρα τελειώνει αν το ηλεκτρόδιο φθαρεί σε τέτοιο βαθμό ώστε να

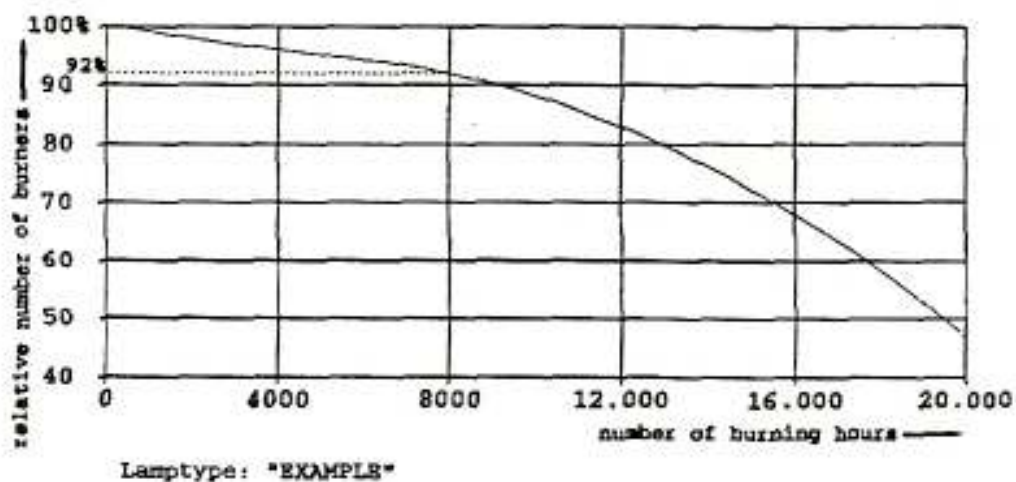
μην είναι πλέον εφικτή η εκροή ηλεκτρονίων. Αυτό μπορεί να συμβεί και στην περίπτωση που η χημική σύσταση των περιεχόμενων του θαλάμου εκκένωσης αλλάξει τόσο ώστε να είναι απίθανη η σταθερή λειτουργία.

Ο τρόπος που συμπεριφέρεται ένας λαμπτήρας εκκένωσης αερίου φαίνεται στους πίνακες 3.2, 3.3:

Πίνακας 3.2 Μείωση της φωτεινής ροής σε σχέση με το χρόνο



Πίνακας 3.3 Βαθμός επιβίωσης λαμπτήρων σε σχέση με το χρόνο



3.4 Μείωση απόδοσης λαμπτήρα λόγω ρύπανσης

Για τον καθορισμό της μείωσης της απόδοσης ενός λαμπτήρα λόγω της ρύπανσης υπάρχουν δύο μέθοδοι.

Η πρώτη μέθοδος εφαρμόζεται στις Η.Π.Α. και φαίνεται στον πίνακα 3.3. Στον πίνακα αυτό ο παράγοντας μείωσης απόδοσης λόγω ρύπανσης δίνεται σε συνάρτηση

με το χρόνο έκθεσης του φωτιστικού (σε χρόνια) σε διαφορετικές συνθήκες οι οποίες είναι οι εξής:

- Πολύ καθαρές

Δεν υπάρχουν παρακείμενες εγκαταστάσεις οι οποίες παράγουν καπνό ή σκόνη και χαμηλά επίπεδα ρύπανσης. Χαμηλή κυκλοφορία. Γενικά περιορίζεται σε αγροτικές και κατοικημένες περιοχές.

- Καθαρές

Δεν υπάρχουν παρακείμενες εγκαταστάσεις οι οποίες παράγουν καπνό ή σκόνη. Μέση και υψηλή κυκλοφορία.

- Μέσες

Παρακείμενες εγκαταστάσεις μέσου μεγέθους οι οποίες παράγουν καπνό ή σκόνη.

- Ρύπανσης

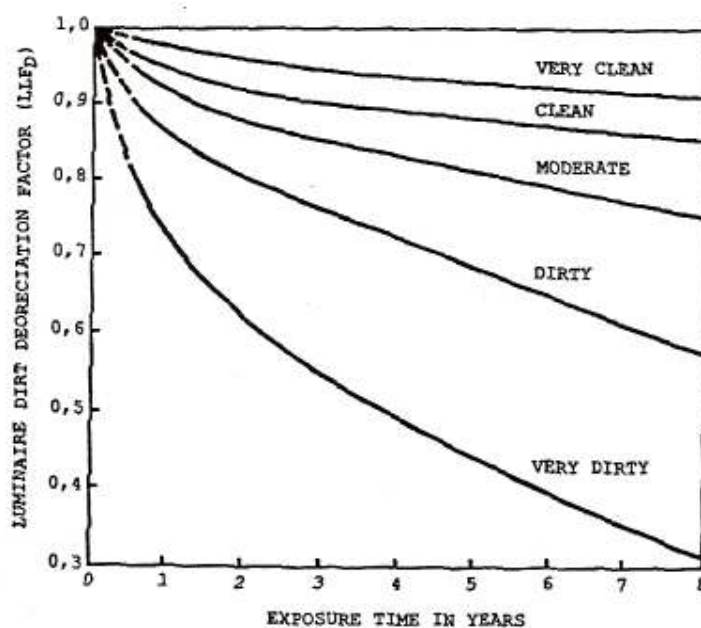
Νέφη καπνού και σκόνης παραγόμενα από παρακείμενες εγκαταστάσεις που μπορούν περιστασιακά να περιβάλλουν τα φωτιστικά.

- Υψηλής Ρύπανσης

Όπως προηγουμένως αλλά τα φωτιστικά περιβάλλονται συχνά από νέφη καπνού και σκόνης

Η αμερικάνικη μέθοδος υπολογισμού της τιμής του LLF_D δε λαμβάνει υπ' όψιν την κατασκευή του φωτιστικού κάτι ωστόσο που αποτελεί τη βάση της δεύτερης μεθόδου.

Πίνακας 3.3 Βαθμός επιβίωσης λαμπτήρων σε σχέση με το χρόνο



Στον πίνακα 3.5 τα φωτιστικά χωρίζονται σύμφωνα με την IP κατηγοριοποίηση των οπτικών τους τμημάτων. Ο συντελεστής μείωσης απόδοσης λόγω ρύπανσης δίνεται συναρτήσει των περιβαλλόντων συνθηκών και της περιόδου καθαρισμού.

Πίνακας 3.5 Κατηγορίες Ρύπανσης

Διάστημα Καθαρισμού (μήνες)	Κατηγορία Ρύπανσης Τουλάχιστον IP2			Κατηγορία Ρύπανσης Τουλάχιστον IP5			Κατηγορία Ρύπανσης Τουλάχιστον IP6		
	Υψηλή	Μέση	Χαμηλή	Υψηλή	Μέση	Χαμηλή	Υψηλή	Μέση	Χαμηλή
12	0.53	0.62	0.82	0.89	0.90	0.92	0.91	0.92	0.93
18	0.48	0.58	0.80	0.87	0.88	0.91	0.90	0.91	0.92
24	0.45	0.56	0.79	0.84	0.86	0.90	0.88	0.89	0.91
36	0.42	0.53	0.78	0.76	0.82	0.88	0.83	0.87	0.90

3.5 Κατηγοριοποίηση IP

Η κατηγοριοποίηση IP ξεχωρίζει τα φωτιστικά ανάλογα με την προστασία κατά της εισόδου νερού και ξένων αντικειμένων με τα γράμματα IP και δύο ψηφία αριθμούς κατά τρόπο που φαίνεται στους πίνακες 3.6, 3.7.

Πίνακας 3.6 Προσδιορισμός του πρώτου χαρακτηριστικού ψηφίου

Πρώτο Χαρακτηριστικό ψηφίο	Βαθμός προστασίας	
	Σύντομη περιγραφή	Ορισμός
0	Απροστάτευτο	-
1	Προστατευμένο έναντι συμπαγών ξένων αντικειμένων διαμέτρου 50 mm και άνω	Η δοκιμαστική σφαίρα διαμέτρου 50 mm δεν πρέπει να εισχωρήσει
2	Προστατευμένο έναντι συμπαγών ξένων αντικειμένων διαμέτρου 12.5 mm και άνω	Η δοκιμαστική σφαίρα διαμέτρου 12.5 mm δεν πρέπει να εισχωρήσει

3	Προστατευμένο έναντι συμπαγών ξένων αντικειμένων διαμέτρου 2.5 mm και άνω	Η δοκιμαστική σφαίρα διαμέτρου 2.5 mm δεν πρέπει να εισχωρήσει
4	Προστατευμένο έναντι συμπαγών ξένων αντικειμένων διαμέτρου 1.0 mm και άνω	Η δοκιμαστική σφαίρα διαμέτρου 1.0 mm δεν πρέπει να εισχωρήσει
5	Προστατευμένο από σκόνη	Η είσοδος σκόνη δεν αποτρέπεται πλήρως αλλά δεν γίνεται σε βαθμό που επηρεάζει την ικανοποιητική λειτουργία
6	Στεγανό από σκόνη	Καμιά είσοδος σκόνης

Πίνακας 3.7 Προσδιορισμός του δεύτερου χαρακτηριστικού ψηφίου

Δεύτερο Χαρακτηριστικό ψηφίο	Βαθμός Προστασίας	
	Σύντομη περιγραφή	Ορισμός
0	Απροστάτευτο	-
1	Προστατευμένο έναντι σταγόνων Νερού που πέφτουν κάθετα	Σταγόνες νερού που πέφτουν κάθετα δεν έχουν βλαβερές επιπτώσεις
2	Προστατευμένο έναντι σταγόνων νερού που πέφτουν κάθετα όταν το φωτιστικό βρίσκεται υπό γωνία έως 15°	Σταγόνες νερού που πέφτουν κάθετα δεν έχουν βλαβερές επιπτώσεις όταν το φωτιστικό βρίσκεται υπό γωνία έως 15°
3	Προστατευμένο έναντι ψεκαζόμενου νερού	Νερό που ψεκάζεται υπό γωνία έως 60° δεν έχει βλαβερές επιπτώσεις
4	Προστατευμένο έναντι νερού	Νερό που πετάγεται στο φωτιστικό από κάθε κατεύθυνση δεν έχει βλαβερές συνέπειες
5	Προστατευμένο έναντι εκτοξευμένου νερού	Νερό που εκτοξεύεται στο φωτιστικό από κάθε κατεύθυνση δεν έχει βλαβερές συνέπειες

6	Προστατευμένο έναντι ισχυρά εκτοξευμένου νερού	Νερό που εκτοξεύεται με μεγάλη ισχύ στο φωτιστικό από κάθε κατεύθυνση δεν έχει βλαβερές συνέπειες
7	Προστατευμένο έναντι προσωρινής βύθισης σε νερό	Καμία είσοδος νερού στο φωτιστικό όταν αυτό βυθίζεται προσωρινά σε νερό με συγκεκριμένες συνθήκες πίεσης και χρόνου
8	Προστατευμένο έναντι μόνιμης βύθισης σε νερό	Καμία είσοδος νερού στο φωτιστικό όταν αυτό βυθίζεται μόνιμα σε νερό με συγκεκριμένες συνθήκες πίεσης και χρόνου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ

4.1 Διατάξεις στήριξης φωτιστικών σωμάτων

Για την τοποθέτηση του φωτιστικού σώματος στο επιθυμητό σημείο χρησιμοποιούνται στις περισσότερες περιπτώσεις πρόσθετες διατάξεις στήριξης. Ωστόσο δεν είναι σπάνιες οι περιπτώσεις όπου το φωτιστικό σώμα στηρίζεται είτε σε υπάρχοντες ιστούς ή κατασκευές με τη χρήση απλώς ενός βραχίονα, είτε απευθείας, χωρίς βραχίονα, όπως σε σήραγγες. Στις περιπτώσεις ολοκληρωμένης διάταξης στήριξης, αυτή αποτελείται συνήθως από δύο επιμέρους τμήματα, τον ιστό και το βραχίονα.

Τα υλικά κατασκευής ενός συνήθους ιστού ηλεκτροφωτισμού είναι το αλουμίνιο και ο γαλβανισμένος ή ο ανοξείδωτος χάλυβας. Για την προστασία του υλικού πολλές φορές ο ιστός βάφεται ή επικαλύπτεται από πλαστικό. Επίσης, πολλές φορές χρησιμοποιείται και το οπλισμένο σκυρόδεμα, το οποίο, όμως, αντιμετωπίζει προβλήματα διάβρωσης, ειδικά σε παραθαλάσσιες περιοχές. Οι διατομές των ιστών μπορεί να είναι κυκλικές, σταθερής ή μεταβλητής διαμέτρου, ή πολυγωνικές, εκτός των ιστών από σκυρόδεμα που είναι πάντα κυκλικής διατομής. Για τη στήριξή τους, οι ιστοί από σκυρόδεμα εμπύγνιται στο έδαφος, ενώ οι μεταλλικοί κοχλιώνονται σε βάση από σκυρόδεμα.

Το ύψος τοποθέτησης του φωτιστικού σώματος, και κατ' επέκταση το ύψος του ιστού, επηρεάζει τα φωτεινά χαρακτηριστικά του παραγόμενου φωτισμού, καθώς και το εύρος της φωτιζόμενης περιοχής. Μεγαλύτερα ύψη προσφέρουν μεγαλύτερη και πιο ομοιόμορφη κάλυψη, καθώς και μείωση της θάμβωσης, αλλά χαμηλότερη φωτεινότητα. Χαμηλότερα ύψη οδηγούν σε μεγαλύτερο πλήθος φωτιστικών σωμάτων και σε τοποθέτηση πιο κοντά στο οδόστρωμα. Το σύνηθες ύψος των ιστών ηλεκτροφωτισμού κυμαίνεται στα 9-15 m, ενώ για υψηλούς ιστούς εφαρμόζονται πολύ μεγάλα ύψη, της τάξης των 30 m και άνω. Παράγοντες που μπορεί να περιορίζουν το ύψος είναι η ύπαρξη υπέργειων γραμμών κοινής ωφέλειας, παράπλευρα αεροδρόμια και η τοποθέτηση μέσα σε κατοικημένες περιοχές.

Οι προαναφερθέντες υψηλοί ιστοί δεν είναι απλώς πολύ ψηλά τοποθετημένα φωτιστικά σώματα, αλλά μία διαφορετική αντίληψη φωτισμού. Με τη χρήση τέτοιων ιστών αρκεί η τοποθέτηση λίγων στύλων, και όχι απαραίτητα κοντά στο οδόστρωμα, για τον ομοιόμορφο φωτισμό μίας εκτεταμένης περιοχής, σε αντίθεση με το συνήθη γραμμικό φωτισμό των οδών. Φωτισμός επί υψηλών ιστών ενδείκνυται σε

περιπτώσεις κόμβων, ισόπεδων και ανισόπεδων, σε σταθμούς διοδίων και στάθμευσης, σε οδούς με πολύ μεγάλα πλάτη και πολλές λωρίδες κυκλοφορίας και εν γένει όπου απαιτείται ο φωτισμός ή η ορατότητα μίας εκτεταμένων διαστάσεων περιοχής. Αντενδείκνυται όμως για κατοικημένες περιοχές, οπού μπορεί να είναι ενοχλητικός.



Εικόνα 4.1

Ιστός με καμπύλο βραχίονα



Εικόνα 4.2

Ιστός με ευθύγραμμο βραχίονα



Εικόνα 4.3

Ιστός με διπλό βραχίονα



Εικόνα 4.4

Φωτισμός υψηλού ιστού

Ο βραχίονας στήριξης του φωτιστικού σώματος αποτελεί συνήθως ξεχωριστό τεμάχιο από το ιστό και στηρίζεται στην κορυφή του. Μπορεί να είναι ευθύγραμμος ή με καμπύλη, οριζόντιος ή ελαφρά κεκλιμένος. Το μήκος του κυμαίνεται από 0,5 έως 4,5 m, ανάλογα με την απόσταση του ιστού από το οδόστρωμα και την επιθυμητή θέση του φωτιστικού σώματος σε σχέση με αυτό. Τέλος, οι βραχίονες μπορεί να είναι μονοί ή διπλοί (μονοπροέχοντες ή αμφιπροέχοντες).

4.2 Εγκάρσια και διαμήκης τοποθέτηση ιστών [12,13]

4.2.1 Εγκάρσια τοποθέτηση

Πέρα από τη χρησιμότητά τους για τη στήριξη των σωμάτων φωτισμού, οι ιστοί παραπλεύρως του οδοστρώματος αποτελούν ένα πρόβλημα για την κυκλοφορία, καθώς περιορίζουν την ορατότητα και μπορεί να αποδειχθούν επικίνδυνοι για οχήματα που εκτρέπονται από την πορεία τους.

Έτσι, οι ιστοί θα πρέπει να τοποθετούνται όσο το δυνατόν μακρύτερα από την οριογραμμή της διερχόμενης κυκλοφορίας, σε συνάρτηση βέβαια και με τα διαθέσιμα μήκη βραχιόνων και τα απαιτούμενα φωτομετρικά χαρακτηριστικά. Από εκεί και πέρα, σε οδούς με μεγάλες ταχύτητες οι ιστοί ηλεκτροφωτισμού θα πρέπει να προστατεύονται από στηθαία ασφαλείας, εκτεταμένα σε όλο το μήκος τοποθέτησης ιστών. Οι ιστοί θα πρέπει να βρίσκονται σε τέτοια απόσταση από το στηθαίο ώστε αυτό να μπορεί να παραμορφώνεται ελεύθερα. Η ελάχιστη αυτή απόσταση είναι 0,6 m, ενώ για συνήθεις περιπτώσεις προτείνεται απόσταση 2,0 m.

Σε τμήματα με πεζοδρόμια, η ελάχιστη απόσταση των ιστών από την ακμή του πεζοδρομίου θα πρέπει να είναι 0,8 m και όχι μικρότερη από την αντίστοιχη απόσταση λοιπών στύλων δικτύων κοινής ωφελείας.

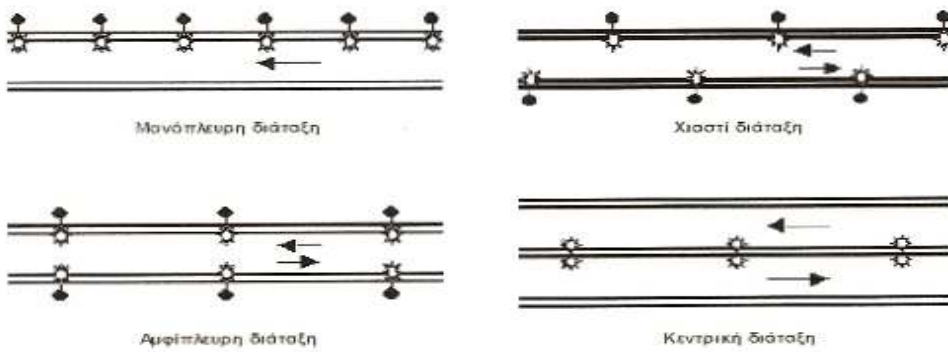
Κατά τους αμερικανικούς κανονισμούς οι ιστοί επιτρέπεται και να μην προστατεύονται από στηθαίο, σε αυτή όμως την περίπτωση θα πρέπει να εφαρμόζονται ειδικά μελετημένες διατάξεις στήριξης, που έχουν τη δυνατότητα να καταλύονται μετά από σύγκρουση οχήματος.

4.2.2 Διαμήκης τοποθέτηση

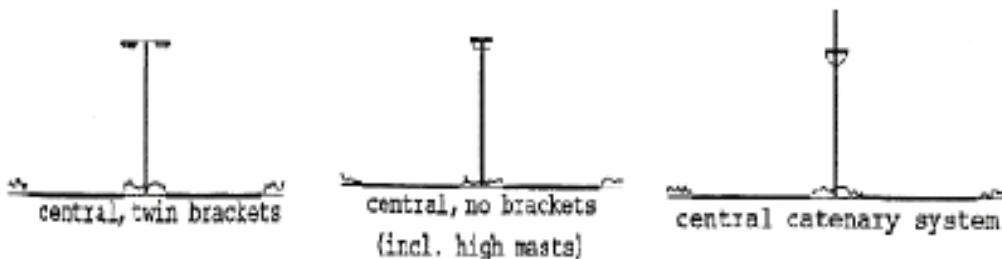
Σχετικά με τη διαμήκη τοποθέτηση τίθενται δύο ζητήματα, το είδος της διάταξης των φωτιστικών σωμάτων και η απόσταση επανάληψής τους.

Τα είδη διάταξης έχουν ως εξής:

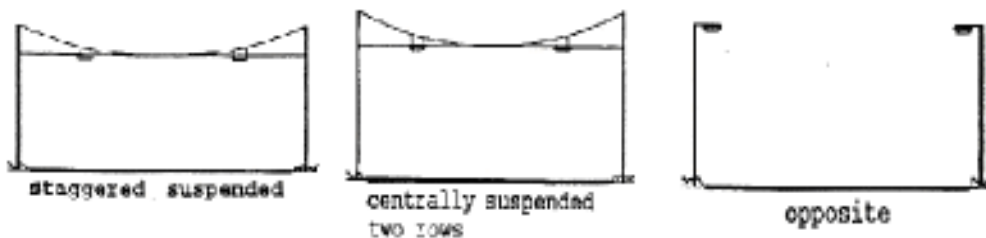
- Μονόπλευρη διάταξη: Όλα τα φωτιστικά σώματα βρίσκονται στην ίδια πλευρά της οδού.
- Χιαστί διάταξη: Τα φωτιστικά τοποθετούνται και στις δύο πλευρές, σε εναλλάξ θέσεις.
- Αμφίπλευρη διάταξη: Τα φωτιστικά τοποθετούνται και στις δύο πλευρές της οδού, γενικά σε απέναντι θέσεις.
- Κεντρική διάταξη: Οι ιστοί τοποθετούνται στον ενδιάμεσο χώρο διαιρεμένων οδών και διαθέτουν διπλούς βραχίονες.



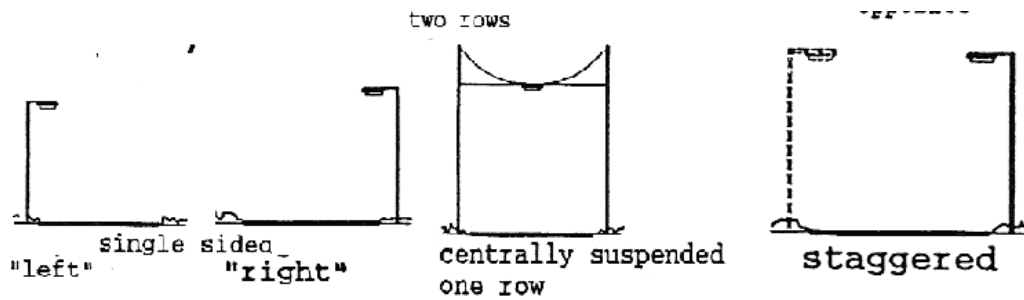
Εικόνα 4.5 Διατάξεις φωτιστικών σωμάτων σε κάτοψη



- Σχήμα 4.6.1 α. Κεντρική διάταξη με διπλό βραχίονα
 β. Κεντρική διάταξη χωρίς βραχίονα (περ. υψηλός ιστός)
 γ. Κεντρική διάταξη μεταβαλλόμενου ύψους



- Σχήμα 4.6.2 α. Χιαστί κρεμαστή διάταξη
 β. Κεντρική κρεμαστή διάταξη δύο γραμμών
 γ. Αμφίπλευρη διάταξη



Σχήμα 4.6.3 α. Μονόπλευρη διάταξη

β. Κεντρική κρεμαστή διάταξη μίας γραμμής

γ. Χιαστί διάταξη

Η επιλογή της διάταξης που θα εφαρμοστεί εξαρτάται κυρίως από το είδος και πλάτος της οδού, καθώς και από το επιθυμητό επίπεδο φωτισμού. Η μονόπλευρη διάταξη εφαρμόζεται κυρίως σε οδούς μικρού πλάτους ($1-1,5 \times \text{Ύψος Ανάρτησης}$), ωστόσο πρέπει να σημειωθεί ότι πολλές φορές το απέναντι άκρο μπορεί να μην είναι επαρκώς ορατό. Η χιαστί διάταξη δίνει πολύ καλή φωτεινή κατανομή σε οδούς με μέτριο πλάτος ($1,5-2 \times \text{Ύψος Ανάρτησης}$), χρειάζεται όμως έλεγχο για αποφυγή σχηματισμού σκοτεινών κυματοειδών κηλίδων. Η αμφίπλευρη διάταξη εφαρμόζεται σε οδούς με μεγάλα πλάτη, ενώ η κεντρική βρίσκεται εφαρμογή σε διαχωρισμένες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

***ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ ΥΠΟ ΦΩΤΟΠΙΚΕΣ ΚΑΙ
ΜΕΣΟΠΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ***

5.1 Σύγκριση απόδοσης λαμπτήρων

Στην παρούσα διπλωματική εργασία χρησιμοποιήθηκαν 4 διαφορετικοί λαμπτήρες, δύο υψηλής πίεσης νατρίου και δύο μεταλλικών αλογονιδίων με σκοπό να μελετηθεί με όσο δυνατόν περισσότερες επιλογές ο οδικός φωτισμός και να γίνει μια σύγκριση στην απόδοση των λαμπτήρων αυτών υπό διαφορετικές συνθήκες. Έτσι τα παρακάτω φωτιστικά σώματα δοκιμάζονται σε 4 κλάσεις φωτισμού (M1, M2, M3 και M4) όπου ανάλογα με την κλάση αλλάζει και το πλάτος του δρόμου ώστε η μελέτη να ανταποκρίνεται όσο δυνατόν περισσότερο σε πραγματικές συνθήκες.

Η μελέτη γίνεται με το πρόγραμμα Calculux της εταιρίας Philips ενώ τα φωτιστικά που χρησιμοποιούνται κατασκευάζονται από την ίδια εταιρία και είναι τα εξής [14]:

- SGS 203 PCP3 1×CDM-T70W/830 με φωτεινή ροή 6600lm
- SGS 203 PCP3 1×SON-TP70W 6600lm
- SGS 203 PCP3 1×CDM-T150W 14000lm
- SGS 203 PCP3 1×SON-P150W 17500lm

Όπως φαίνεται από τα χαρακτηριστικά των φωτιστικών έγινε μια προσπάθεια ομαδοποίησης ώστε να συγκριθεί η απόδοση των 2 ειδών σε παραπλήσια φωτεινή ροή.

Για να γίνει πιο ολοκληρωμένη όμως η σύγκριση αυτή χρησιμοποιήθηκαν και κάποιες παραλλαγές των φωτιστικών αυτών σωμάτων, παραλλαγές οι οποίες μας επιτρέπουν τη μελέτη της πραγματικής συμπεριφοράς τους υπό μεσοπικές συνθήκες. Οι παραλλαγές αυτές έγιναν για τους λαμπτήρες υψηλής πίεσης νατρίου (SON). Υπό μεσοπικές συνθήκες ο ανθρώπινος οφθαλμός δεν αντιλαμβάνεται τα ονομαστικά lumen που αποδίδουν οι λαμπτήρες αυτοί, αντιλαμβάνεται ένα μικρότερο ποσοστό, το οποίο αυτό προσδιορίζεται από τον πίνακα 5.1

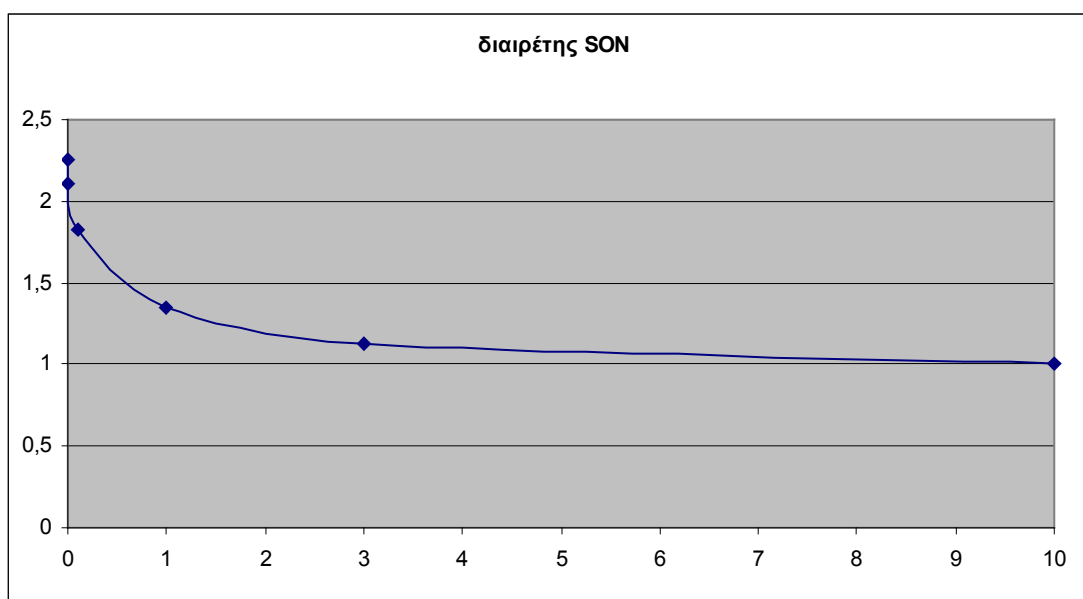
Πίνακας 5.1 Πίνακας Lewin [15]

	0,001	0,01	0,1	1	3	10
MH	2,25	2,11	1,82	1,35	1,13	1
SON	1	1	1	1	1	1
HPS	1,48	1,43	1,38	1,22	1,10	1
SOX	0,47	0,51	0,61	0,61	0,95	1

Πρέπει εδώ να σημειωθεί ότι η απόδοση των λαμπτήρων τύπου Metal Halide θεωρείται στον πίνακα αυτό βασική τιμή. Με τον τρόπο αυτό μπορούμε να εξετάσουμε την απόδοση των υπόλοιπων τύπων λαμπτήρων σε μεσοπικές συνθήκες σε σχέση με την απόδοση των λαμπτήρων μεταλλικών αλογονιδίων.

Χρησιμοποιώντας λοιπόν τον παραπάνω πίνακα κάνουμε την απαραίτητη μαθηματική προσέγγιση λαμβάνοντας υπ' όψιν ότι με φωτισμό 10cd/m^2 τα φωτιστικά αποδίδουν τα ονομαστικά τους lumen και ο διαιρέτης γίνεται 1 .

Για τα φωτιστικά τύπου SON έχουμε:



Εικόνα 5.1 Εύρεση διαιρέτη μέσω μαθηματικής προσέγγισης

Για τη μελέτη οδικού φωτισμού χρησιμοποιούμε τις κλάσεις που προτείνει η C.I.E. και οι οποίες έχουν καθορισμένες στάθμες φωτισμού. Οι αντίστοιχοι διαιρέτες φαίνονται στον πίνακα 5.2:

Πίνακας 5.2 Διαιρέτες μεσοπικής κατάστασης

Κλάση φωτισμού	Λαμπρότητα	Διαιρέτης
M1	2,0	1,2
M2	1,5	1,26
M3	1,0	1,35
M4	0,75	1,42

Π.χ. ένα φωτιστικό που αποδίδει ονομαστικά 6600 lumen σε φωτιστικές συνθήκες, υπό μεσοπικές συνθήκες αποδίδει 5238,09 lumen αφού ο διαιρέτης είναι 1,26.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο

***ΜΕΛΕΤΗ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΤΥΠΙΚΩΝ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΩΝ ΔΡΟΜΩΝ ΜΕ
ΤΥΠΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΦΩΤΙΣΜΟΥ***

Η σύγκριση της απόδοσης των φωτιστικών σωμάτων έγινε σε διάφορες συνθήκες και με τη χρήση λαμπτήρων οι οποίοι αποδίδουν παραπλήσια lumen. Οι περιπτώσεις που μελετήθηκαν τόσο φωτοτεχνικά όσο και οικονομικά ομαδοποιήθηκαν ανάλογα με την κλάση φωτισμού:

6.1 Μελέτη φωτισμού κλάσης M1

Για την κλάση φωτισμού M1 έγινε μελέτη φωτισμού για δρόμο πλάτους 10m με φωτιστικά ισχύος 150 W. Τα αναλυτικά στοιχεία της μελέτης (πλάτος δρόμου, ύψος και απόσταση ιστών καθώς και φωτιστικά σώματα που χρησιμοποιούνται) φαίνονται στον πίνακα 6.1.

Πίνακας 6.1 Περίπτωση κλάσης φωτισμού M1

A/A	ΚΛΑΣΗ ΦΩΤΙΣΜΟΥ M1		
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ 1	W=10m	H=12m	S=31m
	Metal Halide (CDM) SGS203 PC P3 1xCDM-T150W/830		
	Φωτεινή Ροή	14000lm	
	Ισχύς	168W	
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ 2	W=10m	H=12m	S=34m
	High pressure sodium SGS203 PC P3 1xSON-P150W		
	Φωτεινή Ροή	17500lm	
	Ισχύς	168W	
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ 3	W=10m	H=12m	S=27,5m
	High pressure sodium SGS203 PC P3 1xSON-P150W		
	Φωτεινή Ροή	14583.33 lm	
	Ισχύς	168W	

Η εξομοίωση με το κατάλληλο λογισμικό έδωσε τα αποτελέσματα που φαίνονται στον πίνακα 6.3. Αναλυτικά σχήματα παρατίθενται στο παράρτημα Α (σχήματα Α1-Α8).

Πίνακας 6.2 Φωτιστικά σώματα που χρησιμοποιούνται στη μελέτη για την κλάση φωτισμού M1

Κωδικός	Τύπος φωτιστικού	Τύπος λαμπτήρα	Ισχύς(W)	Φωτεινή ροή (lm)
A	SGS203 PCP3	1*CDM-T150W	168,0	1*14000
B	SGS203 PCP3	1*SON-T150W	168,0	1*17500
C	SGS203 PCP3	1*SON-T150W	168,0	1*14583

Πίνακας 6.3 Αποτελέσματα μελέτης για την κλάση φωτισμού M1

	Μονάδα	Σχήμα 1	Σχήμα 2	Σχήμα 3	Σχήμα 4
Δρόμος		Μονής κατεύθυνσης	Μονής κατεύθυνσης	Μονής κατεύθυνσης	Μονής κατεύθυνσης
Πλάτος δρόμου	m	10,00	10,00	10,00	10,00
Αριθμός λωρίδων		4	4	4	4
Πίνακας ανάκλασης		Άσφαλτος CIE 2	Άσφαλτος CIE 2	Άσφαλτος CIE 2	Άσφαλτος CIE 2
Q ₀ του πίνακα		0,070	0,070	0,070	0,070
Κωδικός φωτιστικού		A	B	C	C
Εγκατάσταση		Αμφίπλευρη	Αμφίπλευρη	Αμφίπλευρη	Αμφίπλευρη
Ύψος	m	12,00	12,00	12,00	12,00
Απόσταση ιστών	m	31,00	34,00	34,00	27,50
Βραχίονας	m	0,65	1,40	1,40	1,50
Γωνία	μοίρες	13,8	0	0	0
Lave	cd/m²	2,01	2,00	1,67	2,06
Lmin	cd/m²	1,28	1,37	1,14	1,47
Lmin/ave		0,64	0,68	0,68	0,71
UI		0,80	0,88	0,88	0,96
TI	%	4,3	6,5	6,3	6,0
G		8,3	5,9	6,1	6,0
Eh ave	lux	35,4	31,4	26,2	32,4
Ev ave	lux	17,0	14,0	11,7	14,5

6.2 Μελέτη φωτισμού κλάσης M2 (πλάτος δρόμου 10m)

Για την κλάση φωτισμού M2 έγιναν 2 μελέτες, μία για πλάτος δρόμου 10m και μία για πλάτος δρόμου 6m. Στην πρώτη μελέτη, η οποία και ακολουθεί, χρησιμοποιήθηκαν τα ίδια ακριβώς φωτιστικά της μελέτης για την κλάση φωτισμού M1 και τα αποτελέσματα παρατίθενται όπως και προηγουμένως. Τα αντίστοιχα σχήματα στο παράρτημα Α είναι τα σχήματα Α9-Α16:

Πίνακας 6.4 Περίπτωση κλάσης φωτισμού M2(πλάτος δρόμου 10m)

A/A	ΚΛΑΣΗ ΦΩΤΙΣΜΟΥ M2		
	W=10m	H=11m	S=39m
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ 4	Metal Halide (CDM)		
	SGS203 PC P3 1xCMD-T150W/830		
	Φωτεινή Ροή	14000lm	
	Ισχύς	168W	

ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ 5	W=10m	H=11m	S=40m
	High pressure sodium SGS203 PC P3 1xSON-P150W Φωτεινή Ροή 17500lm Ισχύς 168W		
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ 6	W=10m	H=11m	S=37m
	High pressure sodium SGS203 PC P3 1xSON-P150W Φωτεινή Ροή 13888.89lm Ισχύς 168W		

Πίνακας 6.5 Φωτιστικά σώματα που χρησιμοποιούνται στη μελέτη για την κλάση φωτισμού M2 (πλάτος δρόμου 10m)

Κωδικός	Τύπος φωτιστικού	Τύπος λαμπτήρα	Ισχύς(W)	Φωτεινή ροή (lm)
A	SGS203 PCP3	1*CDM-T150W	168,0	1*14000
B	SGS203 PCP3	1*SON-T150W	168,0	1*17500
C	SGS203 PCP3	1*SON-T150W	168,0	1*13889

Πίνακας 6.6 Αποτελέσματα μελέτης για την κλάση φωτισμού M2 (πλάτος δρόμου 10m)

	Μονάδα	Σχήμα 1	Σχήμα 2	Σχήμα 3	Σχήμα 4
Δρόμος		Μονής κατεύθυνσης	Μονής κατεύθυνσης	Μονής κατεύθυνσης	Μονής κατεύθυνσης
Πλάτος δρόμου	m	10,00	10,00	10,00	10,00
Αριθμός λωρίδων		4	4	4	4
Πίνακας ανάκλασης		Άσφαλτος CIE 2	Άσφαλτος CIE 2	Άσφαλτος CIE 2	Άσφαλτος CIE 2
Q ₀ του πίνακα		0,070	0,070	0,070	0,070
Κωδικός φωτιστικού		A	B	C	C
Εγκατάσταση		Αμφίπλευρη	Αμφίπλευρη	Αμφίπλευρη	Αμφίπλευρη
Ύψος	m	11,00	11,00	11,00	11,00
Απόσταση ιστών	m	39,00	40,00	40,00	37,00
Βραχίονας	m	0,00	0,50	0,50	1,40
Γωνία	μοίρες	10,0	22,00	20,0	10,0
Lave	cd/m²	2,37	1,59	1,28	1,51
Lmin	cd/m²	0,95	1,02	0,83	0,95
Lmin/ave		0,40	0,64	0,65	0,63
UI		0,70	0,70	0,69	0,76
TI	%	6,4	8,4	7,9	7,4
G		8,0	5,7	5,9	6,0
Eh ave	lux	41,2	25,1	20,2	23,6
Ev ave	lux	18,9	12,3	9,84	11,1

6.3 Μελέτη φωτισμού κλάσης M2 (πλάτος δρόμου 6m)

Για τη μελέτη φωτισμού δρόμου πλάτους 6m ο οποίος υπάγεται στην κλάση φωτισμού M2 χρησιμοποιήθηκαν 2 ομάδες φωτιστικών. Εκτός από την ομάδα φωτιστικών των 168W, χρησιμοποιήθηκε και ομάδα φωτιστικών των 80W τα οποία αποδίδουν 6600 lumen. Παρά το γεγονός ότι τόσο μικρά φωτιστικά πρακτικά δε χρησιμοποιούνται για οδοφωτισμό, εντούτοις κρίθηκε αναγκαία η χρήση τους στη μελέτη αυτή ώστε να βγουν κάποια παραπάνω χρήσιμα συμπεράσματα όσον αφορά στη σύγκριση της απόδοσης λαμπτήρων υψηλής πίεσης νατρίου και λαμπτήρων μεταλλικών αλογονιδίων. Σημειώνεται ότι από εδώ και στο εξής η τοποθέτηση φωτιστικών είναι μονόπλευρη. Τα αντίστοιχα σχήματα στο παράρτημα Α είναι τα σχήματα Α17-Α32:

Πίνακας 6.7 Περίπτωση κλάσης φωτισμού M2 (πλάτος δρόμου 6m)

A/A	ΚΛΑΣΗ ΦΩΤΙΣΜΟΥ M2		
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ 7	W=6m	H=10m	S=13m
	Metal Halide (CDM) SGS203 PC P3 1xCDM-T70W/830 Φωτεινή Ποή 6600lm Ισχύς 83 W		
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ 8	W=6m	H=10m	S=14m
	High pressure sodium SGS203 PC P3 1xSON-TP70W Φωτεινή Ποή 6600lm Ισχύς 80 W		
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ 9	W=6m	H=10m	S=11m
	High pressure sodium SGS203 PC P3 1xSON-TP70W Φωτεινή Ποή 5238.10 lm Ισχύς 80 W		
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ 10	W=6m	H=10m	S=24m
	Metal Halide (CDM) SGS203 PC P3 1xCDM-T150W/830 Φωτεινή Ποή 14000lm Ισχύς 168W		
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ 11	W=6m	H=10m	S=30m
	High pressure sodium SGS203 PC P3 1xSON-P150W Φωτεινή Ποή 17500lm Ισχύς 168W		
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ 12	W=6m	H=10m	S=24m
	High pressure sodium SGS203 PC P3 1xSON-P150W Φωτεινή Ποή 13888.89lm Ισχύς 168W		

Πίνακας 6.8 Φωτιστικά σώματα που χρησιμοποιούνται στη μελέτη για την κλάση φωτισμού M2 (πλάτος δρόμου 6m)

Κωδικός	Τύπος φωτιστικού	Τύπος λαμπτήρα	Ισχύς(W)	Φωτεινή ροή (lm)
A	SGS203 PCP3	1*CDM-T70W	83,0	1*6600
B	SGS203 PCP3	1*SON-TP70W	80,0	1*6600
C	SGS203 PCP3	1*SON-TP70W	80,0	1*5238
E	SGS203 PCP3	1*CDM-T150W	168,0	1*14000
F	SGS203 PCP3	1*SON-T150W	168,0	1*17500
G	SGS203 PCP3	1*SON-T150W	168,0	1*13889

Πίνακας 6.9 Αποτελέσματα μελέτης για την κλάση φωτισμού M2 (πλάτος δρόμου 6m)

	Μονάδα	Σχήμα 1	Σχήμα 2	Σχήμα 3	Σχήμα 4
Δρόμος		Μονής κατεύθυνσης	Μονής κατεύθυνσης	Μονής κατεύθυνσης	Μονής κατεύθυνσης
Πλάτος δρόμου	m	6,00	6,00	6,00	6,00
Αριθμός λωρίδων		2	2	2	2
Πίνακας ανάκλασης		Άσφαλτος CIE 2	Άσφαλτος CIE 2	Άσφαλτος CIE 2	Άσφαλτος CIE 2
Q ₀ του πίνακα		0,070	0,070	0,070	0,070
Κωδικός φωτιστικού		A	B	C	C
Εγκατάσταση		Μονόπλευρη	Μονόπλευρη	Μονόπλευρη	Μονόπλευρη
Ύψος	m	10,00	10,00	10,00	10,00
Απόσταση ιστών	m	13,00	14,00	14,00	11,00
Βραχίονας	m	0,00	1,00	1,00	1,00
Γωνία	μοίρες	12,0	5,0	5,0	5,0
Lave	cd/m²	1,59	1,53	1,17	1,54
Lmin	cd/m²	0,86	0,97	0,75	0,96
Lmin/ave		0,51	0,59	0,60	0,58
UI		0,87	0,88	0,88	0,92
TI	%	2,2	5,7	5,5	5,4
G		Δεν ορίζεται	7,6	7,8	7,8
Eh ave	lux	28,3	20,8	16,0	21,0
Ev ave	lux	13,7	11,9	9,22	12,0

Πίνακας 6.10 Αποτελέσματα μελέτης για την κλάση φωτισμού M2 (πλάτος δρόμου 6m)

	Μονάδα	Σχήμα 5	Σχήμα 6	Σχήμα 7	Σχήμα 8
Δρόμος		Μονής κατεύθυνσης	Μονής κατεύθυνσης	Μονής κατεύθυνσης	Μονής κατεύθυνσης
Πλάτος δρόμου	m	6,00	6,00	6,00	6,00
Αριθμός λαριδών		2	2	2	2
Πίνακας ανάκλασης		Άσφαλτος CIE 2	Άσφαλτος CIE 2	Άσφαλτος CIE 2	Άσφαλτος CIE 2
Q ₀ του πίνακα		0,070	0,070	0,070	0,070
Κωδικός φωτιστικού		D	E	F	F
Εγκατάσταση		Μονόπλευρη	Μονόπλευρη	Μονόπλευρη	Μονόπλευρη
Ύψος	m	10,00	10,00	10,00	10,00
Απόσταση ιστών	m	24,00	30,00	30,00	24,00
Βραχίονας	m	0,00	1,00	1,00	1,20
Γωνία	μοίρες	0,0	0,0	0,0	0,0
Lave	cd/m²	2,33	1,50	1,14	1,50
Lmin	cd/m²	1,35	0,93	0,66	1,05
Lmin/ave		0,57	0,61	0,58	0,70
UI		0,70	0,81	0,80	0,90
TI	%	2,9	6,5	6,3	5,8
G		8,2	5,7	5,9	5,9
Eh ave	lux	38,8	22,7	17,7	22,5
Ev ave	lux	17,0	10,4	8,13	10,3

6.4 Μελέτη φωτισμού κλάσης M3

Όπως και στην περίπτωση της κλάσης φωτισμού M2 έτσι και στην κλάση φωτισμού M3 χρησιμοποιήθηκαν 2 ομάδες φωτιστικών σωμάτων και τα αντίστοιχα σχήματα είναι τα A33-A48.

Πίνακας 6.11 Περίπτωση κλάσης φωτισμού M3

A/A	ΚΛΑΣΗ ΦΩΤΙΣΜΟΥ M3		
	W=6m	H=9m	S=24m
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ 13	Metal Halide (CDM)		
	SGS203 PC P3 1xCDM-T70W/830		
	Φωτεινή Ροή	6600lm	
	Ισχύς	83 W	

ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ 14	W=6m	H=9m	S=26m
	High pressure sodium SGS203 PC P3 1xSON-TP70W Φωτεινή Ροή 6600lm Ισχύς 80 W		
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ 15	W=6m	H=9m	S=20m
	High pressure sodium SGS203 PC P3 1xSON-TP70W Φωτεινή Ροή 4888.89lm Ισχύς 80 W		
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ 16	W=6m	H=9m	S=32m
	Metal Halide (CDM) SGS203 PC P3 1xCDM-T150W/830 Φωτεινή Ροή 14000lm Ισχύς 168W		
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ 17	W=6m	H=9m	S=40m
	High pressure sodium SGS203 PC P3 1xSON-P150W Φωτεινή Ροή 17500lm Ισχύς 168W		
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ 18	W=6m	H=9m	S=32m
	High pressure sodium SGS203 PC P3 1xSON-P150W Φωτεινή Ροή 12962.96lm Ισχύς 168W		

Πίνακας 6.12 Φωτιστικά σώματα που χρησιμοποιούνται στη μελέτη για την κλάση φωτισμού M3

Κωδικός	Τύπος φωτιστικού	Τύπος λαμπτήρα	Ισχύς(W)	Φωτεινή ροή (lm)
A	SGS203 PCP3	1*CDM-T70W	83,0	1*6600
B	SGS203 PCP3	1*SON-TP70W	80,0	1*6600
C	SGS203 PCP3	1*SON-TP70W	80,0	1*4889
E	SGS203 PCP3	1*CDM-T150W	168,0	1*14000
F	SGS203 PCP3	1*SON-T150W	168,0	1*17500
G	SGS203 PCP3	1*SON-T150W	168,0	1*12693

Πίνακας 6.13 Αποτελέσματα μελέτης για την κλάση φωτισμού M3

	Μονάδα	Σχήμα 1	Σχήμα 2	Σχήμα 3	Σχήμα 4
Δρόμος		Μονής κατεύθυνσης	Μονής κατεύθυνσης	Μονής κατεύθυνσης	Μονής κατεύθυνσης
Πλάτος δρόμου	m	6,00	6,00	6,00	6,00
Αριθμός λωρίδων		2	2	2	2

Πίνακας ανάκλασης		Άσφαλτος CIE 2	Άσφαλτος CIE 2	Άσφαλτος CIE 2	Άσφαλτος CIE 2
Q ₀ του πίνακα		0,070	0,070	0,070	0,070
Κωδικός φωτιστικού		A	B	C	C
Εγκατάσταση		Μονόπλευρη	Μονόπλευρη	Μονόπλευρη	Μονόπλευρη
Ύψος	m	9,00	9,00	9,00	9,00
Απόσταση ιστών	m	24,00	26,00	26,00	20,00
Βραχίονας	m	0,0	0,60	0,60	0,20
Γωνία	μοίρες	11,0	1,0	1,0	1,0
Lave	cd/m²	1,01	1,05	0,70	1,02
Lmin	cd/m²	0,53	0,72	0,47	0,69
Lmin/ave		0,50	0,64	0,62	0,68
UI		0,70	0,80	0,80	0,80
TI	%	3,5	8,3	8,0	6,1
G		Δεν ορίζεται	7,6	7,9	7,9
Eh ave	lux	17,9	14,6	9,91	14,4
Ev ave	lux	8,56	8,37	5,81	8,22

Πίνακας 6.14 Αποτελέσματα μελέτης για την κλάση φωτισμού M3

	Μονάδα	Σχήμα 5	Σχήμα 6	Σχήμα 7	Σχήμα 8
Δρόμος		Μονής κατεύθυνσης	Μονής κατεύθυνσης	Μονής κατεύθυνσης	Μονής κατεύθυνσης
Πλάτος δρόμου	m	6,00	6,00	6,00	6,00
Αριθμός λωρίδων		2	2	2	2
Πίνακας ανάκλασης		Άσφαλτος CIE 2	Άσφαλτος CIE 2	Άσφαλτος CIE 2	Άσφαλτος CIE 2
Q ₀ του πίνακα		0,070	0,070	0,070	0,070
Κωδικός φωτιστικού		D	E	F	F
Εγκατάσταση		Μονόπλευρη	Μονόπλευρη	Μονόπλευρη	Μονόπλευρη
Ύψος	m	9,00	9,00	9,00	9,00
Απόσταση ιστών	m	32,00	40,00	40,00	32,00
Βραχίονας	m	0,00	1,00	1,00	1,00
Γωνία	μοίρες	18,0	20,0	20,0	18,0
Lave	cd/m²	1,07	1,09	0,81	1,03
Lmin	cd/m²	0,49	0,49	0,37	0,59
Lmin/ave		0,44	0,45	0,45	0,58
UI		0,64	0,50	0,50	0,71
TI	%	7,6	8,5	8,0	7,3

G		7,9	5,5	5,8	5,8
Eh ave	lux	19,2	16,3	12,1	15,3
Ev ave	lux	10,6	8,04	5,96	7,55

6.5 Μελέτη φωτισμού κλάσης M4

Όπως και οι προηγούμενες κλάσεις φωτισμού, έτσι και η M4 μελετήθηκε με τη χρήση των 2 ομάδων φωτιστικών σωμάτων ενώ τα αντίστοιχα σχήματα στο παράρτημα είναι τα σχήματα A49-A64:

Πίνακας 6.15 Περίπτωση κλάσης φωτισμού M4

A/A	ΚΛΑΣΗ ΦΩΤΙΣΜΟΥ M4		
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ 19	W=6m	H=9,5m	S=32m
	Metal Halide (CDM) SGS203 PC P3 1xCDM-T70W/830 Φωτεινή Ροή 6600lm Ισχύς 83 W		
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ 20	W=6m	H=9,5m	S=34m
	High pressure sodium SGS203 PC P3 1xSON-TP70W Φωτεινή Ροή 6600lm Ισχύς 80 W		
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ 21	W=6m	H=9,5m	S=24m
	High pressure sodium SGS203 PC P3 1xSON-TP70W Φωτεινή Ροή 4647.88lm Ισχύς 80 W		
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ 22	W=6m	H=9,5m	S=36m
	Metal Halide (CDM) SGS203 PC P3 1xCDM-T150W/830 Φωτεινή Ροή 14000lm Ισχύς 168W		
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ 23	W=6m	H=9,5m	S=45m
	High pressure sodium SGS203 PC P3 1xSON-P150W Φωτεινή Ροή 17500lm Ισχύς 168W		
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ 24	W=6m	H=9,5m	S=38m
	High pressure sodium SGS203 PC P3 1xSON-P150W Φωτεινή Ροή 12324.00lm Ισχύς 168W		

Πίνακας 6.16 Φωτιστικά σώματα που χρησιμοποιούνται στη μελέτη για την κλάση φωτισμού M4

Κωδικός	Τύπος φωτιστικού	Τύπος λαμπτήρα	Ισχύς(W)	Φωτεινή ροή (lm)
A	SGS203 PCP3	1*CDM-T70W	83,0	1*6600
B	SGS203 PCP3	1*SON-TP70W	80,0	1*6600
C	SGS203 PCP3	1*SON-TP70W	80,0	1*4648
E	SGS203 PCP3	1*SON-T150W	168,0	1*17500
F	SGS203 PCP3	1*SON-T150W	168,0	1*12324
G	SGS203 PCP3	1*CDM-T150W	168,0	1*14000

Πίνακας 6.18 Αποτελέσματα μελέτης για την κλάση φωτισμού M4

	Μονάδα	Σχήμα 1	Σχήμα 2	Σχήμα 3	Σχήμα 4
Δρόμος		Μονής κατεύθυνσης	Μονής κατεύθυνσης	Μονής κατεύθυνσης	Μονής κατεύθυνσης
Πλάτος δρόμου	m	6,00	6,00	6,00	6,00
Αριθμός λωρίδων		2	2	2	2
Πίνακας ανάκλασης		Άσφαλτος CIE 2	Άσφαλτος CIE 2	Άσφαλτος CIE 2	Άσφαλτος CIE 2
Q ₀ του πίνακα		0,070	0,070	0,070	0,070
Κωδικός φωτιστικού		A	B	C	C
Εγκατάσταση		Μονόπλευρη	Μονόπλευρη	Μονόπλευρη	Μονόπλευρη
Ύψος	m	9,50	9,50	9,50	9,50
Απόσταση ιστών	m	32,00	34,00	34,00	24,00
Βραχίονας	m	0,00	0,00	0,00	0,20
Γωνία	μοίρες	8,0	0,0	0,0	0,0
Lave	cd/m²	0,79	0,80	0,50	0,79
Lmin	cd/m²	0,36	0,50	0,37	0,55
Lmin/ave		0,43	0,63	0,70	0,70
UI		0,62	0,76	0,74	0,82
TI	%	3,6	8,4	8,7	6,2
G		Δεν ορίζεται	7,8	8,1	8,1
Eh ave	lux	13,8	11,2	7,14	11,1
Ev ave	lux	6,35	6,35	4,18	6,24

Πίνακας 6.19 Αποτελέσματα μελέτης για την κλάση φωτισμού M4

	Μονάδα	Σχήμα 5	Σχήμα 6	Σχήμα 7	Σχήμα 8
Δρόμος		Μονής κατεύθυνσης	Μονής κατεύθυνσης	Μονής κατεύθυνσης	Μονής κατεύθυνσης

Πλάτος δρόμου	m	6,00	6,00	6,00	6,00
Αριθμός λωρίδων		2	2	2	2
Πίνακας ανάκλασης		Άσφαλτος CIE 2	Άσφαλτος CIE 2	Άσφαλτος CIE 2	Άσφαλτος CIE 2
Q ₀ του πίνακα		0,070	0,070	0,070	0,070
Κωδικός φωτιστικού		F	D	E	E
Εγκατάσταση		Μονόπλευρη	Μονόπλευρη	Μονόπλευρη	Μονόπλευρη
Ύψος	m	9,50	9,50	9,50	9,50
Απόσταση ιστών	m	36,00	45,00	45,00	38,00
Βραχίονας	m	0,00	0,00	0,00	0,00
Γωνία	μοίρες	20,0	22,0	22,0	18,0
Lave	cd/m²	0,78	0,88	0,62	0,75
Lmin	cd/m²	0,36	0,35	0,25	0,37
Lmin/ave		0,44	0,40	0,40	0,49
UI		0,52	0,42	0,42	0,58
TI	%	7,8	8,9	8,3	7,8
G		7,9	5,6	6,0	6,0
Eh ave	lux	13,8	13,5	9,50	11,6
Ev ave	lux	7,69	6,70	4,72	5,72

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο

ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

Στους πίνακες που ακολουθούν έχει γίνει μια οικονομική μελέτη για τις εξομοιώσεις φωτισμού που έγιναν με τη χρήση του προγράμματος Calculux. Για κάθε περίπτωση που εξετάστηκε αναγράφεται το προϋπολογιζόμενο κόστος για το φωτισμό ενός χιλιομέτρου δρόμου με ότι αυτός προϋποθέτει.

Η προτεινόμενη εγκατάσταση φωτισμού, για την οποία έγινε η προμελέτη αυτή, έχει ως εξής:

Ανάλογα με ποιους από τους δύο τύπους λαμπτήρα θα χρησιμοποιηθεί (ατμών νατρίου υψηλής πίεσης ή μεταλλικών αλογονιδίων) επιλέγεται και το αντίστοιχο φωτιστικό σώμα. Αυτό αναρτάται σε σιδηροϊστό ύψους ίσο με αυτό που έχει προκαθοριστεί από τις εξομοιώσεις. Για τη μελέτη αυτή επιλέχθηκαν σιδηροϊστοί έναντι τσιμεντοϊστών επειδή παρουσιάζουν μικρότερες φθορές στα ίδια ύψη. Για την τοποθέτηση των ιστών αυτών χρησιμοποιείται οπλισμένη βάση μεγέθους 1x1x1,5m σε χαντάκι που έχει εκσκαφθεί για το λόγο αυτό. Στο σιδηροϊστό περιέχεται ακροκιβώτιο μέσω του οποίου γίνεται η σύνδεση των καλωδίων του φωτιστικού με τα καλώδια τροφοδοσίας της συνολικής εγκατάστασης. Στη βάση κάθε ιστού κατασκευάζεται φρεάτιο επίσκεψης μέσω του οποίου μπορεί να γίνει οποιαδήποτε εργασία στο υπόγειο σύστημα καλωδίωσης. Τα καλώδια που περιέχονται στον σιδηροϊστό είναι NYM 3x2,5 και έχουν μήκος ίσο με το ύψος του ιστού ενώ τα καλώδια που τρέχουν σε όλη την εγκατάσταση και με τα οποία συνδέεται ο κάθε ιστός είναι NYΥ 4x10 και έχουν μήκος ενός χιλιομέτρου για κάθε περίπτωση. Για το πέρασμα των καλωδίων NYΥ γίνεται εκσκαφή χάνδακα στον οποίο τοποθετούνται τα καλώδια περασμένα μέσα σε σωλήνα PVC φ100 ώστε να προστατεύονται από φθορά. Εν συνεχεία πάνω από το σωλήνα αυτό γίνεται διάστρωση με διάτρητους πλίνθους και ο χάνδακας πληρώνεται με τα υλικά που προήλθαν από την εκσκαφή του. Μαζί με τα καλώδια τρέχει και γυμνός πολύκλωνος χάλκινος αγωγός ο οποίος λειτουργεί ως γείωση. Η όλη εγκατάσταση ελέγχεται ανά χιλιόμετρο από μεταλλικό πίνακα μιας γραμμής ο οποίος είναι συνδεδεμένος και με τρίγωνο γείωσης.

Ο προϋπολογισμός έγινε με τη χρήση του ΑΤΗΕ (Αναλυτικό Τιμολόγιο Ηλεκτρομηχανολογικών Εγκαταστάσεων) και φαίνεται συνοπτικά στον πίνακα που ακολουθεί. Στη δεύτερη στήλη του πίνακα αυτού φαίνονται αναλυτικότερα τα υλικά και οι υπηρεσίες που συμπεριλαμβάνονται στον προϋπολογισμό, στην τρίτη στήλη το άρθρο ΑΤΗΕ στο οποίο αναφέρεται ενώ στην αμέσως επόμενη στήλη φαίνεται η μονάδα μέτρησης του υλικού. Στην πέμπτη στήλη αναγράφεται η τιμή μονάδας σε

ευρώ όπως αυτή έχει υπολογιστεί με βάση το ΑΤΗΕ. Οι αναλυτικοί υπολογισμοί του κάθε στοιχείου βρίσκονται στο παράρτημα Γ.

A/A	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	A.T.	ΜΟΝ. ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΤΙΜΗ ΜΟΝ.
1	Φωτιστικό σώμα για λυχνίες ατμών νατρίου υψηλής πίεσης ενδεικτικού τύπου PHILIPS SGS-PCP3 ισχύος 70W	N 9363.10.1	ΤΕΜΑΧΙΟ	233,33
2	Φωτιστικό σώμα για λυχνίες ατμών νατρίου υψηλής πίεσης ενδεικτικού τύπου PHILIPS SGS-PCP3 ισχύος 150W	N 9363.10.2	ΤΕΜΑΧΙΟ	253,33
3	Λυχνία ατμών νατρίου υψηλής πίεσης ενδεικτικού τύπου PHILIPS SON-P70W	N 9379.10.1	ΤΕΜΑΧΙΟ	25,7
4	Λυχνία ατμών νατρίου υψηλής πίεσης ενδεικτικού τύπου PHILIPS SON-P150W	N 9379.10.2	ΤΕΜΑΧΙΟ	27,96
5	Λυχνία μεταλλικών αλογονιδίων ενδεικτικού τύπου PHILIPS CDM-T70W/830	N 9479.1.1	ΤΕΜΑΧΙΟ	39,55
6	Λυχνία μεταλλικών αλογονιδίων ενδεικτικού τύπου PHILIPS CDM-T150W/830	N 9479.1.2	ΤΕΜΑΧΙΟ	39,55
7	Σιδηροϊστός ύψους 9 m	9323.1	ΤΕΜΑΧΙΟ	831
8	Σιδηροϊστός ύψους 10 m	9323.2	ΤΕΜΑΧΙΟ	903
9	Σιδηροϊστός ύψους 9.5 m	9323.10	ΤΕΜΑΧΙΟ	873
10	Σιδηροϊστός ύψους 11 m	9323.11	ΤΕΜΑΧΙΟ	959,66
11	Σιδηροϊστός ύψους 12 m	9323.12	ΤΕΜΑΧΙΟ	1036,33
12	Ευθύγραμμος μεταλλικός βραχίονας μήκους 0.5 m	N 9332.10.1	ΤΕΜΑΧΙΟ	51,33
13	Ευθύγραμμος μεταλλικός βραχίονας μήκους 1 m	N 9332.10.2	ΤΕΜΑΧΙΟ	63
14	Ευθύγραμμος μεταλλικός βραχίονας μήκους 1.5 m	N 9332.10.3	ΤΕΜΑΧΙΟ	77,99
15	Καλώδιο ΝΥΜ 3x2,5	9336.1.2	m	5,61
16	Ακροκιβώτιο	9335.1	ΤΕΜΑΧΙΟ	49,22
17	Εκσκαφή βάσης ιστού	9303	m ³	51,6
18	Βάση σιδηροϊστού οπλισμένη 1x1x1,5m	9313.1	ΤΕΜΑΧΙΟ	332,94
19	Πλάκα γείωσης από χαλκό	9341.2	ΤΕΜΑΧΙΟ	74,32
20	Κιβώτιο ηλεκτρικής διανομής (πίλλαρ)	9350	ΤΕΜΑΧΙΟ	266,66
21	Μεταλλικός πίνακας 1 γραμμής	9351	ΤΕΜΑΧΙΟ	227,38
22	Τρίγωνο γείωσης	N 8750.51.3	ΤΕΜΑΧΙΟ	568,23
23	Εκσκαφή χάνδακα	9304	m ³	32,25
24	Πλαστικός σωλήνας PVC φ100	9315	m	9,1
25	Καλώδιο ΝΥΥ 4x10	9337.3.4	m	11,11
26	Αγωγός γυμνός χάλκινος πολύκλωνος 25mm ²	9340.3	m	4,76
27	Φρεάτιο επίσκεψης 40x40cm	9307.2	ΤΕΜΑΧΙΟ	437,6
28	Διάστρωση με διάτρητους πλίνθους	9305	m	6,86

Στους πίνακες που ακολουθούν φαίνεται το κόστος κάθε περίπτωσης ανά χιλιόμετρο εγκατάστασης.

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	Περίπτωση 1		Περίπτωση 2		Περίπτωση 3	
	Ποσότητα	Δαπάνη	Ποσότητα	Δαπάνη	Ποσότητα	Δαπάνη
Φωτιστικό σώμα για λυχνίες ατμών νατρίου υψηλής πίεσης ενδεικτικού τύπου PHILIPS SGS-PCP3 ισχύος 70W	0	0	0	0	0	0
Φωτιστικό σώμα για λυχνίες ατμών νατρίου υψηλής πίεσης ενδεικτικού τύπου PHILIPS SGS-PCP3 ισχύος 150W	64	16213,12	58	14693,14	72	18239,76
Λυχνία ατμών νατρίου υψηλής πίεσης ενδεικτικού τύπου PHILIPS SON-P70W	0	0	0	0	0	0
Λυχνία ατμών νατρίου υψηλής πίεσης ενδεικτικού τύπου PHILIPS SON-P150W	0	0	58	1621,68	72	2013,12
Λυχνία μεταλλικών αλογονιδίων ενδεικτικού τύπου PHILIPS CDM-T70W/830	0	0	0	0	0	0
Λυχνία μεταλλικών αλογονιδίων ενδεικτικού τύπου PHILIPS CDM-T150W/830	64	2531,2	0	0	0	0
Σιδηροϊστός ύψους 9 m	0	0	0	0	0	0
Σιδηροϊστός ύψους 10 m	0	0	0	0	0	0
Σιδηροϊστός ύψους 9.5 m	0	0	0	0	0	0
Σιδηροϊστός ύψους 11 m	0	0	0	0	0	0
Σιδηροϊστός ύψους 12 m	64	66325,12	58	60107,14	72	74615,76
Ευθύγραμμος μεταλλικός βραχίονας μήκους 0.5 m	64	3285,12	0	0	0	0
Ευθύγραμμος μεταλλικός βραχίονας μήκους 1 m	0	0	0	0	0	0
Ευθύγραμμος μεταλλικός βραχίονας μήκους 1.5 m	0	0	58	4523,42	72	5615,28
Καλώδιο NYM 3x2,5	768	4308,48	696	3904,56	864	4847,04
Ακροκιβώτιο	64	3150,08	58	2854,76	72	3543,84
Εκσκαφή βάσης ιστού	64	3302,4	58	2992,8	72	3715,2
Βάση σιδηροϊστού οπλισμένη 1x1x1,5m	64	21308,16	58	19310,52	72	23971,68
Πλάκα γείωσης από χαλκό	64	4756,48	58	4310,56	72	5351,04
Κιβώτιο ηλεκτρικής διανομής (πίλλαρ)	1	266,66	1	266,66	1	266,66
Μεταλλικός πίνακας 1 γραμμής	1	227,38	1	227,38	1	227,38
Τρίγωνο γείωσης	1	568,23	1	568,23	1	568,23
Εκσκαφή χάνδακα	2000	64500	2000	64500	2000	64500
Πλαστικός σωλήνας PVC φ100	2000	18200	2000	18200	2000	18200
Καλώδιο NYΥ 4x10	2000	22220	2000	22220	2000	22220
Αγωγός γυμνός χάλκινος πολύκλωνος 25mm ²	2000	9520	2000	9520	2000	9520
Φρεάτιο επίσκεψης 40x40cm	64	28006,4	58	25380,8	72	31507,2
Διάστρωση με διάτρητους πλίνθους	2000	13720	2000	13720	2000	13720
		282409		268922		302642

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	Περίπτωση 4		Περίπτωση 5		Περίπτωση 6	
	Ποσότητα	Δαπάνη	Ποσότητα	Δαπάνη	Ποσότητα	Δαπάνη
Φωτιστικό σώμα για λυχνίες ατμών νατρίου υψηλής πίεσης ενδεικτικού τύπου PHILIPS SGS-PCP3 ισχύος 70W	0	0	0	0	0	0
Φωτιστικό σώμα για λυχνίες ατμών νατρίου υψηλής πίεσης ενδεικτικού τύπου PHILIPS SGS-PCP3 ισχύος 150W	50	12666,5	50	12666,5	54	13679,82
Λυχνία ατμών νατρίου υψηλής πίεσης ενδεικτικού τύπου PHILIPS SON-P70W	0	0	0	0	0	0
Λυχνία ατμών νατρίου υψηλής πίεσης ενδεικτικού τύπου PHILIPS SON-P150W	0	0	50	1398	54	1509,84
Λυχνία μεταλλικών αλογονιδίων ενδεικτικού τύπου PHILIPS CDM-T70W/830	0	0	0	0	0	0
Λυχνία μεταλλικών αλογονιδίων ενδεικτικού τύπου PHILIPS CDM-T150W/830	50	1977,5	0	0	0	0
Σιδηροϊστός ύψους 9 m	0	0	0	0	0	0
Σιδηροϊστός ύψους 10 m	0	0	0	0	0	0
Σιδηροϊστός ύψους 9.5 m	0	0	0	0	0	0
Σιδηροϊστός ύψους 11 m	50	47983	50	47983	54	51821,64
Σιδηροϊστός ύψους 12 m	0	0	0	0	0	0
Ευθύγραμμος μεταλλικός βραχίονας μήκους 0.5 m	0	0	50	2566,5	0	0
Ευθύγραμμος μεταλλικός βραχίονας μήκους 1 m	50	3150	0	0	0	0
Ευθύγραμμος μεταλλικός βραχίονας μήκους 1.5 m	0	0	0	0	54	4211,46
Καλώδιο NYM 3x2,5	550	3085,5	550	3085,5	594	3332,34
Ακροκιβώτιο	50	2461	50	2461	54	2657,88
Εκσκαφή βάσης ιστού	50	2580	50	2580	54	2786,4
Βάση σιδηροϊστού οπλισμένη 1x1x1,5m	50	16647	50	16647	54	17978,76
Πλάκα γείωσης από χαλκό	50	3716	50	3716	54	4013,28
Κιβώτιο ηλεκτρικής διανομής (πίλλαρ)	1	266,66	1	266,66	1	266,66
Μεταλλικός πίνακας 1 γραμμής	1	227,38	1	227,38	1	227,38
Τρίγωνο γείωσης	1	568,23	1	568,23	1	568,23
Εκσκαφή χάνδακα	2000	64500	2000	64500	2000	64500
Πλαστικός σωλήνας PVC φ100	2000	18200	2000	18200	2000	18200
Καλώδιο NYΥ 4x10	2000	22220	2000	22220	2000	22220
Αγωγός γυμνός χάλκινος πολύκλωνος 25mm ²	2000	9520	2000	9520	2000	9520
Φρεάτιο επίσκεψης 40x40cm	50	21880	50	21880	54	23630,4
Διάστρωση με διάτρητους πλίνθους	2000	13720	2000	13720	2000	13720
		245369		244206		254844

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	Περίπτωση 7		Περίπτωση 8		Περίπτωση 9	
	Ποσότητα	Δαπάνη	Ποσότητα	Δαπάνη	Ποσότητα	Δαπάνη
Φωτιστικό σώμα για λυχνίες ατμών νατρίου υψηλής πίεσης ενδεικτικού τύπου PHILIPS SGS-PCP3 ισχύος 70W	76	17733,08	71	16566,43	90	20999,7
Φωτιστικό σώμα για λυχνίες ατμών νατρίου υψηλής πίεσης ενδεικτικού τύπου PHILIPS SGS-PCP3 ισχύος 150W	0	0	0	0	0	0
Λυχνία ατμών νατρίου υψηλής πίεσης ενδεικτικού τύπου PHILIPS SON-P70W	0	0	71	1824,7	90	2313
Λυχνία ατμών νατρίου υψηλής πίεσης ενδεικτικού τύπου PHILIPS SON-P150W	0	0	0	0	0	0
Λυχνία μεταλλικών αλογονιδίων ενδεικτικού τύπου PHILIPS CDM-T70W/830	76	3005,8	0	0	0	0
Λυχνία μεταλλικών αλογονιδίων ενδεικτικού τύπου PHILIPS CDM-T150W/830	0	0	0	0	0	0
Σιδηροϊστός ύψους 9 m	0	0	0	0	0	0
Σιδηροϊστός ύψους 10 m	76	68628	71	64113	90	81270
Σιδηροϊστός ύψους 9.5 m	0	0	0	0	0	0
Σιδηροϊστός ύψους 11 m	0	0	0	0	0	0
Σιδηροϊστός ύψους 12 m	0	0	0	0	0	0
Ευθύγραμμος μεταλλικός βραχίονας μήκους 0.5 m	0	0	0	0	0	0
Ευθύγραμμος μεταλλικός βραχίονας μήκους 1 m	0	0	71	4473	90	5670
Ευθύγραμμος μεταλλικός βραχίονας μήκους 1.5 m	0	0	0	0	0	0
Καλώδιο NYM 3x2,5	760	4263,6	710	3983,1	900	5049
Ακροκιβώτιο	76	3740,72	71	3494,62	90	4429,8
Εκσκαφή βάσης ιστού	76	3921,6	71	3663,6	90	4644
Βάση σιδηροιστού οπλισμένη 1x1x1,5m	76	25303,44	71	23638,74	90	29964,6
Πλάκα γείωσης από χαλκό	76	5648,32	71	5276,72	90	6688,8
Κιβώτιο ηλεκτρικής διανομής (πίλλαρ)	1	266,66	1	266,66	1	266,66
Μεταλλικός πίνακας 1 γραμμής	1	227,38	1	227,38	1	227,38
Τρίγωνο γείωσης	1	568,23	1	568,23	1	568,23
Εκσκαφή χάνδακα	1000	32250	1000	32250	1000	32250
Πλαστικός σωλήνας PVC φ100	1000	9100	1000	9100	1000	9100
Καλώδιο NYΥ 4x10	1000	11110	1000	11110	1000	11110
Αγωγός γυμνός χάλκινος πολύκλωνος 25mm ²	1000	4760	1000	4760	1000	4760
Φρεάτιο επίσκεψης 40x40cm	76	33257,6	71	31069,6	90	39384
Διάστρωση με διάτρητους πλίνθους	1000	6860	1000	6860	1000	6860
		230644		223246		265555

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	Περίπτωση 10		Περίπτωση 11		Περίπτωση 12	
	Ποσότητα	Δαπάνη	Ποσότητα	Δαπάνη	Ποσότητα	Δαπάνη
Φωτιστικό σώμα για λυχνίες ατμών νατρίου υψηλής πίεσης ενδεικτικού τύπου PHILIPS SGS-PCP3 ισχύος 70W	0	0	0	0	0	0
Φωτιστικό σώμα για λυχνίες ατμών νατρίου υψηλής πίεσης ενδεικτικού τύπου PHILIPS SGS-PCP3 ισχύος 150W	41	10386,53	33	8359,89	41	10386,53
Λυχνία ατμών νατρίου υψηλής πίεσης ενδεικτικού τύπου PHILIPS SON-P70W	0	0	0	0	0	0
Λυχνία ατμών νατρίου υψηλής πίεσης ενδεικτικού τύπου PHILIPS SON-P150W	0	0	33	922,68	41	1146,36
Λυχνία μεταλλικών αλογονιδίων ενδεικτικού τύπου PHILIPS CDM-T70W/830	0	0	0	0	0	0
Λυχνία μεταλλικών αλογονιδίων ενδεικτικού τύπου PHILIPS CDM-T150W/830	41	1621,55	0	0	0	0
Σιδηροϊστός ύψους 9 m	0	0	0	0	0	0
Σιδηροϊστός ύψους 10 m	41	37023	33	29799	41	37023
Σιδηροϊστός ύψους 9.5 m	0	0	0	0	0	0
Σιδηροϊστός ύψους 11 m	0	0	0	0	0	0
Σιδηροϊστός ύψους 12 m	0	0	0	0	0	0
Ευθύγραμμος μεταλλικός βραχίονας μήκους 0.5 m	0	0	0	0	0	0
Ευθύγραμμος μεταλλικός βραχίονας μήκους 1 m	0	0	0	0	0	0
Ευθύγραμμος μεταλλικός βραχίονας μήκους 1.5 m	0	0	0	0	0	0
Καλώδιο NYM 3x2,5	410	2300,1	330	1851,3	410	2300,1
Ακροκιβώτιο	41	2018,02	33	1624,26	41	2018,02
Εκσκαφή βάσης ιστού	41	2115,6	33	1702,8	41	2115,6
Βάση σιδηροιστού οπλισμένη 1x1x1,5m	41	13650,54	33	10987,02	41	13650,54
Πλάκα γείωσης από χαλκό	41	3047,12	33	2452,56	41	3047,12
Κιβώτιο ηλεκτρικής διανομής (πίλλαρ)	1	266,66	1	266,66	1	266,66
Μεταλλικός πίνακας 1 γραμμής	1	227,38	1	227,38	1	227,38
Τρίγωνο γείωσης	1	568,23	1	568,23	1	568,23
Εκσκαφή χάνδακα	1000	32250	1000	32250	1000	32250
Πλαστικός σωλήνας PVC φ100	1000	9100	1000	9100	1000	9100
Καλώδιο NYΥ 4x10	1000	11110	1000	11110	1000	11110
Αγωγός γυμνός χάλκινος πολύκλωνος 25mm ²	1000	4760	1000	4760	1000	4760
Φρεάτιο επίσκεψης 40x40cm	41	17941,6	33	14440,8	41	17941,6
Διάστρωση με διάτρητους πλίνθους	1000	6860	1000	6860	1000	6860
		155246		137283		154771

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	Περίπτωση 13		Περίπτωση 14		Περίπτωση 15	
	Ποσότητα	Δαπάνη	Ποσότητα	Δαπάνη	Ποσότητα	Δαπάνη
Φωτιστικό σώμα για λυχνίες ατμών νατρίου υψηλής πίεσης ενδεικτικού τύπου PHILIPS SGS-PCP3 ισχύος 70W	41	9566,53	38	8866,54	50	11666,5
Φωτιστικό σώμα για λυχνίες ατμών νατρίου υψηλής πίεσης ενδεικτικού τύπου PHILIPS SGS-PCP3 ισχύος 150W	0	0	0	0	0	0
Λυχνία ατμών νατρίου υψηλής πίεσης ενδεικτικού τύπου PHILIPS SON-P70W	0	0	38	976,6	50	1285
Λυχνία ατμών νατρίου υψηλής πίεσης ενδεικτικού τύπου PHILIPS SON-P150W	0	0	0	0	0	0
Λυχνία μεταλλικών αλογονιδίων ενδεικτικού τύπου PHILIPS CDM-T70W/830	41	1621,55	0	0	0	0
Λυχνία μεταλλικών αλογονιδίων ενδεικτικού τύπου PHILIPS CDM-T150W/830	0	0	0	0	0	0
Σιδηροϊστός ύψους 9 m	41	34071	38	31578	50	41550
Σιδηροϊστός ύψους 10 m	0	0	0	0	0	0
Σιδηροϊστός ύψους 9.5 m	0	0	0	0	0	0
Σιδηροϊστός ύψους 11 m	0	0	0	0	0	0
Σιδηροϊστός ύψους 12 m	0	0	0	0	0	0
Ευθύγραμμος μεταλλικός βραχίονας μήκους 0.5 m	0	0	38	1950,54	50	2566,5
Ευθύγραμμος μεταλλικός βραχίονας μήκους 1 m	0	0	0	0	0	0
Ευθύγραμμος μεταλλικός βραχίονας μήκους 1.5 m	0	0	0	0	0	0
Καλώδιο NYM 3x2,5	369	2070,09	342	1918,62	450	2524,5
Ακροκιβώτιο	41	2018,02	38	1870,36	50	2461
Εκσκαφή βάσης ιστού	41	2115,6	38	1960,8	50	2580
Βάση σιδηροϊστού οπλισμένη 1x1x1,5m	41	13650,54	38	12651,72	50	16647
Πλάκα γείωσης από χαλκό	41	3047,12	38	2824,16	50	3716
Κιβώτιο ηλεκτρικής διανομής (πίλλαρ)	1	266,66	1	266,66	1	266,66
Μεταλλικός πίνακας 1 γραμμής	1	227,38	1	227,38	1	227,38
Τρίγωνο γείωσης	1	568,23	1	568,23	1	568,23
Εκσκαφή χάνδακα	1000	32250	1000	32250	1000	32250
Πλαστικός σωλήνας PVC φ100	1000	9100	1000	9100	1000	9100
Καλώδιο NYΥ 4x10	1000	11110	1000	11110	1000	11110
Αγωγός γυμνός χάλκινος πολύκλωνος 25mm ²	1000	4760	1000	4760	1000	4760
Φρεάτιο επίσκεψης 40x40cm	41	17941,6	38	16628,8	50	21880
Διάστρωση με διάτρητους πλίνθους	1000	6860	1000	6860	1000	6860
		151244		146368		172019

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	Περίπτωση 16		Περίπτωση 17		Περίπτωση 18	
	Ποσότητα	Δαπάνη	Ποσότητα	Δαπάνη	Ποσότητα	Δαπάνη
Φωτιστικό σώμα για λυχνίες ατμών νατρίου υψηλής πίεσης ενδεικτικού τύπου PHILIPS SGS-PCP3 ισχύος 70W	0	0	0	0	0	0
Φωτιστικό σώμα για λυχνίες ατμών νατρίου υψηλής πίεσης ενδεικτικού τύπου PHILIPS SGS-PCP3 ισχύος 150W	31	7853,23	25	6333,25	31	7853,23
Λυχνία ατμών νατρίου υψηλής πίεσης ενδεικτικού τύπου PHILIPS SON-P70W	0	0	0	0	0	0
Λυχνία ατμών νατρίου υψηλής πίεσης ενδεικτικού τύπου PHILIPS SON-P150W	0	0	25	699	31	866,76
Λυχνία μεταλλικών αλογονιδίων ενδεικτικού τύπου PHILIPS CDM-T70W/830	0	0	0	0	0	0
Λυχνία μεταλλικών αλογονιδίων ενδεικτικού τύπου PHILIPS CDM-T150W/830	31	1226,05	0	0	0	0
Σιδηροϊστός ύψους 9 m	31	25761	25	20775	31	25761
Σιδηροϊστός ύψους 10 m	0	0	0	0	0	0
Σιδηροϊστός ύψους 9.5 m	0	0	0	0	0	0
Σιδηροϊστός ύψους 11 m	0	0	0	0	0	0
Σιδηροϊστός ύψους 12 m	0	0	0	0	0	0
Ευθύγραμμος μεταλλικός βραχίονας μήκους 0.5 m	0	0	0	0	0	0
Ευθύγραμμος μεταλλικός βραχίονας μήκους 1 m	0	0	25	1575	31	1953
Ευθύγραμμος μεταλλικός βραχίονας μήκους 1.5 m	0	0	0	0	0	0
Καλώδιο NYM 3x2,5	279	1565,19	225	1262,25	279	1565,19
Ακροκιβώτιο	31	1525,82	25	1230,5	31	1525,82
Εκσκαφή βάσης ιστού	31	1599,6	25	1290	31	1599,6
Βάση σιδηροϊστού οπλισμένη 1x1x1,5m	31	10321,14	25	8323,5	31	10321,14
Πλάκα γείωσης από χαλκό	31	2303,92	25	1858	31	2303,92
Κιβώτιο ηλεκτρικής διανομής (πίλλαρ)	1	266,66	1	266,66	1	266,66
Μεταλλικός πίνακας 1 γραμμής	1	227,38	1	227,38	1	227,38
Τρίγωνο γείωσης	1	568,23	1	568,23	1	568,23
Εκσκαφή χάνδακα	1000	32250	1000	32250	1000	32250
Πλαστικός σωλήνας PVC φ100	1000	9100	1000	9100	1000	9100
Καλώδιο NY 4x10	1000	11110	1000	11110	1000	11110
Αγωγός γυμνός χάλκινος πολύκλωνος 25mm ²	1000	4760	1000	4760	1000	4760
Φρεάτιο επίσκεψης 40x40cm	31	13565,6	25	10940	31	13565,6
Διάστρωση με διάτρητους πλίνθους	1000	6860	1000	6860	1000	6860
		130864		119429		132458

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	Περίπτωση 19		Περίπτωση 20		Περίπτωση 21	
	Ποσότητα	Δαπάνη	Ποσότητα	Δαπάνη	Ποσότητα	Δαπάνη
Φωτιστικό σώμα για λυχνίες ατμών νατρίου υψηλής πίεσης ενδεικτικού τύπου PHILIPS SGS-PCP3 ισχύος 70W	31	7233,23	29	6766,57	41	9566,53
Φωτιστικό σώμα για λυχνίες ατμών νατρίου υψηλής πίεσης ενδεικτικού τύπου PHILIPS SGS-PCP3 ισχύος 150W	0	0	0	0	0	0
Λυχνία ατμών νατρίου υψηλής πίεσης ενδεικτικού τύπου PHILIPS SON-P70W	0	0	29	745,3	41	1053,7
Λυχνία ατμών νατρίου υψηλής πίεσης ενδεικτικού τύπου PHILIPS SON-P150W	0	0	0	0	0	0
Λυχνία μεταλλικών αλογονιδίων ενδεικτικού τύπου PHILIPS CDM-T70W/830	31	1226,05	0	0	0	0
Λυχνία μεταλλικών αλογονιδίων ενδεικτικού τύπου PHILIPS CDM-T150W/830	0	0	0	0	0	0
Σιδηροϊστός ύψους 9 m	0	0	0	0	0	0
Σιδηροϊστός ύψους 10 m	0	0	0	0	0	0
Σιδηροϊστός ύψους 9.5 m	31	27063	29	25317	41	35793
Σιδηροϊστός ύψους 11 m	0	0	0	0	0	0
Σιδηροϊστός ύψους 12 m	0	0	0	0	0	0
Ευθύγραμμος μεταλλικός βραχίονας μήκους 0.5 m	0	0	0	0	0	0
Ευθύγραμμος μεταλλικός βραχίονας μήκους 1 m	0	0	0	0	0	0
Ευθύγραμμος μεταλλικός βραχίονας μήκους 1.5 m	0	0	0	0	0	0
Καλώδιο NYM 3x2,5	294,5	1652,145	275,5	1545,555	389,5	2185,095
Ακροκιβώτιο	31	1525,82	29	1427,38	41	2018,02
Εκσκαφή βάσης ιστού	31	1599,6	29	1496,4	41	2115,6
Βάση σιδηροϊστού οπλισμένη 1x1x1,5m	31	10321,14	29	9655,26	41	13650,54
Πλάκα γείωσης από χαλκό	31	2303,92	29	2155,28	41	3047,12
Κιβώτιο ηλεκτρικής διανομής (πίλλαρ)	1	266,66	1	266,66	1	266,66
Μεταλλικός πίνακας 1 γραμμής	1	227,38	1	227,38	1	227,38
Τρίγωνο γείωσης	1	568,23	1	568,23	1	568,23
Εκσκαφή χάνδακα	1000	32250	1000	32250	1000	32250
Πλαστικός σωλήνας PVC φ100	1000	9100	1000	9100	1000	9100
Καλώδιο NY 4x10	1000	11110	1000	11110	1000	11110
Αγωγός γυμνός χάλκινος πολύκλωνος 25mm ²	1000	4760	1000	4760	1000	4760
Φρεάτιο επίσκεψης 40x40cm	31	13565,6	29	12690,4	41	17941,6
Διάστρωση με διάτρητους πλίνθους	1000	6860	1000	6860	1000	6860
		131633		126941		152513

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	Περίπτωση 22		Περίπτωση 23		Περίπτωση 24	
	Ποσότητα	Δαπάνη	Ποσότητα	Δαπάνη	Ποσότητα	Δαπάνη
Φωτιστικό σώμα για λυχνίες ατμών νατρίου υψηλής πίεσης ενδεικτικού τύπου PHILIPS SGS-PCP3 ισχύος 70W	0	0	0	0	0	0
Φωτιστικό σώμα για λυχνίες ατμών νατρίου υψηλής πίεσης ενδεικτικού τύπου PHILIPS SGS-PCP3 ισχύος 150W	27	6839,91	22	5573,26	26	6586,58
Λυχνία ατμών νατρίου υψηλής πίεσης ενδεικτικού τύπου PHILIPS SON-P70W	0	0	0	0	0	0
Λυχνία ατμών νατρίου υψηλής πίεσης ενδεικτικού τύπου PHILIPS SON-P150W	0	0	22	615,12	26	726,96
Λυχνία μεταλλικών αλογονιδίων ενδεικτικού τύπου PHILIPS CDM-T70W/830	0	0	0	0	0	0
Λυχνία μεταλλικών αλογονιδίων ενδεικτικού τύπου PHILIPS CDM-T150W/830	27	1067,85	0	0	0	0
Σιδηροϊστός ύψους 9 m	0	0	0	0	0	0
Σιδηροϊστός ύψους 10 m	0	0	0	0	0	0
Σιδηροϊστός ύψους 9.5 m	27	23571	22	19206	26	22698
Σιδηροϊστός ύψους 11 m	0	0	0	0	0	0
Σιδηροϊστός ύψους 12 m	0	0	0	0	0	0
Ευθύγραμμος μεταλλικός βραχίονας μήκους 0.5 m	0	0	0	0	0	0
Ευθύγραμμος μεταλλικός βραχίονας μήκους 1 m	0	0	0	0	0	0
Ευθύγραμμος μεταλλικός βραχίονας μήκους 1.5 m	0	0	0	0	0	0
Καλώδιο NYM 3x2,5	256,5	1438,965	209	1172,49	247	1385,67
Ακροκιβώτιο	27	1328,94	22	1082,84	26	1279,72
Εκσκαφή βάσης ιστού	27	1393,2	22	1135,2	26	1341,6
Βάση σιδηροϊστού οπλισμένη 1x1x1,5m	27	8989,38	22	7324,68	26	8656,44
Πλάκα γείωσης από χαλκό	27	2006,64	22	1635,04	26	1932,32
Κιβώτιο ηλεκτρικής διανομής (πίλλαρ)	1	266,66	1	266,66	1	266,66
Μεταλλικός πίνακας 1 γραμμής	1	227,38	1	227,38	1	227,38
Τρίγωνο γείωσης	1	568,23	1	568,23	1	568,23
Εκσκαφή χάνδακα	1000	32250	1000	32250	1000	32250
Πλαστικός σωλήνας PVC φ100	1000	9100	1000	9100	1000	9100
Καλώδιο NYΥ 4x10	1000	11110	1000	11110	1000	11110
Αγωγός γυμνός χάλκινος πολύκλωνος 25mm ²	1000	4760	1000	4760	1000	4760
Φρεάτιο επίσκεψης 40x40cm	27	11815,2	22	9627,2	26	11377,6
Διάστρωση με διάτρητους πλίνθους	1000	6860	1000	6860	1000	6860
		123593		112514		121127

Όπως φαίνεται από τους παραπάνω πίνακες καθώς και από τις εξομοιώσεις οι οποίες προηγήθηκαν, στις περισσότερες των περιπτώσεων η χρήση λαμπτήρα μεταλλικών αλογονιδίων προσφέρει αφ' ενός μεν καλύτερη ποιότητα φωτισμού αφ' ετέρου μικρότερο κόστος εγκατάστασης. Παρατηρώντας όλες τις εξομοιώσεις που έγιναν με το Calculux γίνεται σαφές ότι ο φωτισμός δρόμου υπό μεσοπικές συνθήκες δεν είναι δυνατόν να γίνει λαμβάνοντας υπ' όψιν τα φωτοπικά χαρακτηριστικά του κάθε λαμπτήρα. Σε όλες τις περιπτώσεις που χρησιμοποιήθηκαν λαμπτήρες ατμών υψηλής πίεσης νατρίου των οποίων τα προσφερόμενα lumen ήταν ανηγμένα σε μεσοπικές συνθήκες, η μέση λαμπρότητα ήταν κάτω από τα απαιτούμενα όρια που έχει θέση η CIE. Όταν γίνει μια βελτιστοποίηση στους λαμπτήρες αυτές ώστε να πληρούνται τα όρια της CIE παρατηρείται μια θεαματική αύξηση του κόστους το οποίο στις περισσότερες περιπτώσεις υπερβαίνει το κόστος της εγκατάστασης φωτισμού με λαμπτήρες μεταλλικών αλογονιδίων.

Στο σημείο αυτό όμως και για την επιλογή τύπου λαμπτήρα πρέπει να ληφθεί υπ' όψιν και η συντήρηση της προαναφερθείσας εγκατάστασης στο οποίο πέραν των δαπανών για τη συντήρηση των ιστών, των πινάκων κοκ, σημαντικό κόστος έχει και η αντικατάσταση καμένων ή ελαττωματικών λαμπτήρων. Όπως φάνηκε και σε προηγούμενο πίνακα οι λαμπτήρες μεταλλικών αλογονιδίων μπορεί μεν να προσφέρουν μια καλύτερη ποιότητα φωτισμού και να έχουν μικρότερο κόστος εγκατάστασης σε κάποιες περιπτώσεις, έχουν όμως και το μειονέκτημα του μικρότερου χρόνου ζωής σε σχέση με τους λαμπτήρες ατμών υψηλής πίεσης νατρίου. Κατά μέσο όρο οι λαμπτήρες CDM έχουν χρόνο ζωής 12500h ενώ οι SON έχουν χρόνο ζωής 21500h κάτι που σημαίνει ότι το κόστος συντήρησης μιας εγκατάστασης φωτισμού μεταλλικών αλογονιδίων είναι περίπου 40% μεγαλύτερο από ότι αυτό μιας εγκατάστασης με λυχνίες SON.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8ο

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται συγκεντρωμένα τα αποτελέσματα τόσο της φωτοτεχνικής μελέτης που προηγήθηκε στο κεφάλαιο 6, όσο και της οικονομικής μελέτης η οποία έγινε στο κεφάλαιο 7. Τα αποτελέσματα αυτά παρουσιάζονται σε κοινό πίνακα ώστε η σύγκρισή τους να είναι άμεση και η αξιολόγησή τους να μπορεί να γίνει όσο δυνατόν πιο αντικειμενική.

8.1 Κλάση φωτισμού M1

Κλάση φωτισμού M1			
Λαμπτήρας	CDM 150 W	SON 150 W	SON 150 W mesopic
Φωτεινή ροή (lm)	14000	17500	14583.33
L_{ave} (cd/m ²)	2.01	2.00	2.06
Απόσταση ιστών (m)	31	34	27.5
Ιστοί/km	64	58	72
Κόστος (euro/km)	282409	268922	302642

Στην κλάση φωτισμού M1 μελετάται ένας δρόμος πλάτους 10 μέτρων με λαμπτήρες ισχύος 150W. Στις περιπτώσεις αυτές έχει γίνει η απαραίτητη βελτιστοποίηση ώστε η συνολική εγκατάσταση να ικανοποιεί τις προδιαγραφές που έχουν τεθεί από τους αρμόδιους φορείς. Στον παραπάνω πίνακα φαίνεται ότι αν δεν ληφθεί υπ' όψιν η μείωση της ανταπόκρισης του ανθρώπινου οφθαλμού υπό μεσοπικές συνθήκες, επικρατέστερη είναι η λύση του λαμπτήρα υψηλής πίεσης νατρίου, εφόσον όχι μόνο ικανοποιεί τις προδιαγραφές αλλά υπερτερεί και στον οικονομικό τομέα, έχοντας χαμηλότερο κόστος κατά 5,01%. Αν όμως θεωρηθεί ότι η εγκατάσταση λειτουργεί υπό μεσοπικές συνθήκες, η λύση η οποία σε αρχικό στάδιο είναι επικρατέστερη είναι η λύση του φωτισμού με λαμπτήρες μεταλλικών αλογονιδίων, η οποία είναι κατά 7,16% φθηνότερη από τη λύση με λαμπτήρες υψηλής πίεσης νατρίου. Σημειώνεται ότι στη δεύτερη σύγκριση λαμβάνουμε υπ' όψιν ότι υπό μεσοπικές συνθήκες ο ανθρώπινος οφθαλμός δεν αντιλαμβάνεται τα ονομαστικά lumen που αποδίδει ο λαμπτήρας αλλά λιγότερα, στη συγκεκριμένη περίπτωση και σύμφωνα με τον πίνακα του Lewin 14583,33.

8.2 Κλάση φωτισμού M2

8.2.1 Πλάτος δρόμου 10m

Κλάση φωτισμού M2 (πλάτος δρόμου 10m)			
Λαμπτήρας	CDM 150 W	SON 150 W	SON 150 W mesopic
Φωτεινή ροή (lm)	14000	17500	13888.89
L_{ave} (cd/m ²)	2,37	1,59	1,51
Απόσταση ιστών (m)	39	40	37
Ιστοί/km	50	50	54
Κόστος (euro/km)	245369	244206	254844

Για την κλάση φωτισμού M2 έγιναν 2 μελέτες. Σε αυτή που αφορά σε δρόμο πλάτους 10 μέτρων χρησιμοποιήθηκαν (όπως και στην κλάση φωτισμού M1) λαμπτήρες ισχύος 150W. Παρατηρείται ότι με βελτιστοποίηση όλων των παραμέτρων που απαιτεί η CIE για επαρκή φωτισμό σε δρόμο αυτής της κλάσης, οι λαμπτήρες μεταλλικών αλογονιδίων δίνουν πολύ μεγάλο L_{ave} . Αυτό συμβαίνει λόγω της διαμήκουσ ομοιομορφίας η οποία στην περίπτωση αυτή φτάνει στην οριακή τιμή του 0,7. Συνεπώς περαιτέρω αύξηση της απόστασης μεταξύ των ιστών δε θα έριχνε τη μέση λαμπρότητα κάτω από τη 1,5 cd/m² αλλά θα μείωνε κι άλλο τη διαμήκη ομοιομορφία σε επίπεδα τα οποία δεν είναι αποδεκτά. Έτσι στην περίπτωση αυτή οι διαφορές ανάμεσα στο φωτισμό με λαμπτήρες μεταλλικών αλογονιδίων και με λαμπτήρες υψηλής πίεσης νατρίου είναι μικρές είτε ληφθούν είτε δε ληφθούν υπ' όψιν οι μεσοπικές συνθήκες. Η διαφορά μεταξύ κόστους φωτισμού με CDM και SON λαμπτήρα υπό φωτοπικές συνθήκες είναι πολύ μικρή (της τάξεως του 0,4%) ενώ υπό μεσοπικές συνθήκες η οικονομική διαφορά είναι της τάξης του 3,84%. Αξίζει εδώ να σημειωθεί σε συνέχεια της προηγούμενης παρατήρησης ότι αυτή η ανομοιομορφία στην απόδοση των λαμπτήρων μεταλλικών αλογονιδίων μπορεί να οφείλεται όχι στους λαμπτήρες αυτούς

καθαυτούς αλλά στο φωτιστικό στο οποίο τοποθετείται ο λαμπτήρας. Με διαφορετικό φωτιστικό τα αποτελέσματα ίσως να ήταν καλύτερα και η λύση του φωτισμού με λαμπτήρες μεταλλικών αλογονιδίων να κρινόταν πιο αποδοτική.

8.2.2 Πλάτος δρόμου 6m

Για την κλάση φωτισμού M2 και για πλάτος δρόμου 6m η μελέτη φωτισμού έγινε τόσο με λαμπτήρες ισχύος 70W όσο και με λαμπτήρες ισχύος 150W.

Κλάση φωτισμού M2 (πλάτος δρόμου 6m)			
Λαμπτήρας	CDM 70 W	SON 70 W	SON 70 W mesopic
Φωτεινή ροή (lm)	6600	6600	5238.10
L_{ave} (cd/m ²)	1.59	1.53	1.54
Απόσταση ιστών (m)	13	14	11
Ιστοί/km	76	70	90
Κόστος (euro/km)	230644	223246	265555

Στον παραπάνω πίνακα φαίνονται τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα για την κλάση φωτισμού M2 σε δρόμο πλάτους 6m με λαμπτήρες ισχύος 70W. Από τα αποτελέσματα και από την οικονομική μελέτη φαίνεται ότι μια τέτοια επιλογή είναι εντελώς ασύμφορη, αφού το κόστος είναι πολύ μεγάλο. Είναι σαφές ότι σε ένα τέτοιου είδους δρόμο πρέπει να επιλεγούν λαμπτήρες μεγαλύτερης ισχύος. Η συγκεκριμένη μελέτη όμως συμπεριλήφθηκε στη εργασία ώστε να βοηθήσει στη συνολική εξαγωγή συμπερασμάτων. Έτσι, αμελώντας τα απόλυτα οικονομικά μεγέθη βλέπουμε ότι και στους λαμπτήρες μικρότερης ισχύος έχουμε περίπου το ίδιο φαινόμενο που παρουσιάζεται σε όμοια μελέτη με λαμπτήρες μεγαλύτερης ισχύος. Σε φωτοπικές συνθήκες κρίνεται συμφέρουσα η επιλογή λαμπτήρων υψηλής πίεσης νατρίου (με τιμή χαμηλότερη κατά 3,31%) ενώ αν οι συνθήκες προσεγγίζουν τις μεσοπικές προτιμάται η λύση του φωτισμού με λαμπτήρες μεταλλικών αλογονιδίων η οποία είναι φθηνότερη κατά 15,1%. Αξίζει να παρατηρηθεί ότι στην περίπτωση αυτή ακόμα και μικρές διαφορές στα ποσοστά μεταξύ των δύο λύσεων μπορεί να είναι πολύ μεγάλα οικονομικά μεγέθη (π.χ. η διαφορά 3,31% που παρουσιάζεται στην πρώτη φάση της μελέτης αυτής αντιστοιχεί σε διαφορά 7398 euro/km), ενώ σημαντική είναι και η παρατήρηση ότι από αυτή τη μελέτη και στους υπόλοιπους μικρούς δρόμους η τοποθέτηση των φωτιστικών είναι μονόπλευρη.

Στον επόμενο πίνακα φαίνονται τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα για την κλάση φωτισμού M2 σε δρόμο πλάτους 6m με λαμπτήρες ισχύος 150W.

Κλάση φωτισμού M2 (πλάτος δρόμου 6m)			
Λαμπτήρας	CDM 150 W	SON 150 W	SON 150 W mesopic
Φωτεινή ροή (lm)	14000	17500	13888.89
L_{ave} (cd/m ²)	2,33	1,50	1,50
Απόσταση ιστών (m)	24	30	24
Ιστοί/km	41	33	41
Κόστος (euro/km)	155246	137283	154771

Στην περίπτωση αυτή παρατηρείται το φαινόμενο που εμφανίστηκε στη μελέτη φωτισμού δρόμου της ίδιας κλάσεως αλλά πλάτους 10m. Η βέλτιστη τοποθέτηση φωτιστικών με λαμπτήρες μεταλλικών αλογονιδίων έχει ως αποτέλεσμα μία μέση λαμπρότητα άνω των 2 cd/m². Αυτό συμβαίνει και πάλι επειδή η διαμήκης ομοιομορφία παίρνει την οριακή τιμή 0.7. Χαμηλότερη τιμή σημαίνει μη ικανοποίηση των προδιαγραφών που έχουν τεθεί από τη CIE σχετικά με τη διαμήκη ομοιομορφία, κάτι που οδηγεί σε αναγκαστικά υψηλότερη τιμή της μέσης λαμπρότητας. Λαμβάνοντας υπ' όψιν λοιπόν τις προδιαγραφές παρατηρείται ότι υπό φωτοπικές συνθήκες οικονομικά συμφέρουσα κρίνεται η τοποθέτηση λαμπτήρων SON, λύση η οποία είναι κατά 13,1% οικονομικότερη. Ακόμα όμως και υπό μεσοπικές συνθήκες κρίνεται, έστω και οριακά, πιο συμφέρουσα η λύση SON, η οποία και στην περίπτωση αυτή είναι οικονομικότερη κατά 0,3%. Η κατάσταση αυτή οφείλεται, όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, στο γεγονός ότι η εγκατάσταση με χρήση λαμπτήρων μεταλλικών αλογονιδίων δίνει στην περίπτωση αυτή χαμηλή διαμήκη ομοιομορφία. Είναι όμως δυνατόν με αλλαγή φωτιστικού σώματος τα αποτελέσματα να είναι προς όφελος του λαμπτήρα μεταλλικών αλογονιδίων.

8.3 Κλάση φωτισμού M3

Για την κλάση φωτισμού M3 η μελέτη φωτισμού έγινε τόσο με λαμπτήρες ισχύος 70W όσο και με λαμπτήρες ισχύος 150W. Για τους λαμπτήρες των 70W έχουμε:

Κλάση φωτισμού M3			
Λαμπτήρας	CDM 70 W	SON 70 W	SON 70 W mesopic
Φωτεινή ροή (lm)	6600	6600	4888.89
L_{ave} (cd/m ²)	1.01	1.05	1.02
Απόσταση ιστών (m)	24	26	20
Ιστοί/km	41	38	50
Κόστος (euro/km)	151244	146368	172019

Η μελέτη με λαμπτήρες 70W παρουσιάζει ομοιότητες με τις μελέτες που έχουν προηγηθεί. Σε όλες τις περιπτώσεις οι εγκαταστάσεις που προτείνονται εμφανίζουν αποδεκτά αποτελέσματα όσον αφορά την ικανοποίηση των υπαρχόντων προδιαγραφών και δεν παρουσιάζονται σημαντικές διαφοροποιήσεις σε κανένα τομέα. Η μόνη διαφοροποίηση που εμφανίζεται είναι στο οικονομικό κομμάτι της εγκατάστασης. Ακόμα και αυτή όμως δεν ξεφεύγει από το συνολικό πλαίσιο το οποίο έχει παρατηρηθεί έως τώρα στη συνολική μελέτη. Σε φωτοπικές συνθήκες προτιμάται η εγκατάσταση με λαμπτήρες υψηλής πίεσης νατρίου ενώ αν ληφθεί υπ' όψιν η προσαρμογή του ανθρώπινου οφθαλμού στις μεσοπικές συνθήκες προτιμάται η λύση των λαμπτήρων μεταλλικών αλογονιδίων αφού η λύση αυτή είναι πιο οικονομική από την αντίστοιχη λύση λαμπτήρων υψηλής πίεσης νατρίου.

Όσον αφορά στους λαμπτήρες ισχύος 150W οι μελέτες συνοψίζονται στον επόμενο πίνακα:

Κλάση φωτισμού M3			
Λαμπτήρας	CDM 150 W	SON 150 W	SON 150 W mesopic
Φωτεινή ροή (lm)	14000	17500	12962.96
L_{ave} (cd/m ²)	1.07	1.09	1.03

Απόσταση ιστών (m)	32	40	32
Ιστοί/km	31	25	31
Κόστος (euro/km)	130864	119429	132458

Τα φωτοτεχνικά μεγέθη μετά από τη βελτιστοποίηση βρίσκονται πάλι στα ίδια επίπεδα. Στην περίπτωση που θεωρούνται φωτοπικές συνθήκες προκρίνεται η λύση λαμπτήρων υψηλής πίεσης νατρίου, λύση η οποία είναι κατά 9,57% οικονομικότερη από τη λύση λαμπτήρων μεταλλικών αλογονιδίων. Στην περίπτωση μεσοπικών συνθηκών παρατηρείται ότι η απόδοση των λαμπτήρων CDM και των λαμπτήρων SON είναι παραπλήσια, όπως παραπλήσιο είναι και το κόστος εγκατάστασης. Οι διαφορές που εμφανίζονται οφείλονται στο ότι για να επιτευχθεί αυτή η απόδοση οι λαμπτήρες SON αναρτώνται σε βραχίονα μήκους 1m κάτι που επόμενο είναι να αυξήσει σε μικρό βαθμό το κόστος.

8.4 Κλάση φωτισμού M4

Για την κλάση φωτισμού M4 η μελέτη φωτισμού έγινε τόσο με λαμπτήρες ισχύος 70W όσο και με λαμπτήρες ισχύος 150W. Για τους λαμπτήρες των 70W έχουμε:

Κλάση φωτισμού M4			
Λαμπτήρας	CDM 70 W	SON 70 W	SON 70 W mesopic
Φωτεινή ροή (lm)	6600	6600	4647.88
L_{ave} (cd/m ²)	0,79	0,80	0,79
Απόσταση ιστών (m)	32	34	24
Ιστοί/km	31	29	41
Κόστος (euro/km)	131633	126941	152513

Στην περίπτωση της κλάσης φωτισμού M4 παρατηρείται το ίδιο φαινόμενο όσον αφορά στη σύγκριση της απόδοσης των φωτιστικών σωμάτων με λαμπτήρες μεταλλικών αλογονιδίων και υψηλής πίεσης νατρίου υπό φωτοπικές συνθήκες και η εγκατάσταση με λαμπτήρες SON είναι οικονομικότερη κατά 3,7%. Όσον αφορά στη μελέτη υπό μεσοπικές συνθήκες εμφανίζεται πάλι το ίδιο φαινόμενο όπου η εγκατάσταση με λαμπτήρες μεταλλικών αλογονιδίων έχει χαμηλότερο κόστος. Αξίζει

να σημειωθεί όμως ότι η διαφορά κόστους είναι αναλογικά μεγαλύτερη από τις άλλες κλάσεις φωτισμού. Αυτό εξηγείται από τον πίνακα του Lewin απ' όπου και φαίνεται ότι σε συνθήκες κλάσης φωτισμού M4 το ανθρώπινο μάτι αντιλαμβάνεται ακόμα λιγότερα lumen από ότι στις συνθήκες των άλλων κλάσεων φωτισμού.

Για λαμπτήρες ισχύος 150W οι μελέτες συνοψίζονται στον επόμενο πίνακα:

Κλάση φωτισμού M4			
Λαμπτήρας	CDM 150 W	SON 150 W	SON 150 W mesopic
Φωτεινή ροή (lm)	14000	17500	12324
L_{ave} (cd/m ²)	0,78	0,88	0,75
Απόσταση ιστών (m)	36	45	38
Ιστοί/km	27	22	26
Κόστος (euro/km)	123593	112514	121127

Στην περίπτωση αυτή ότι συνθήκες και να υπάρχουν, είτε αυτές είναι μεσοπικές είτε φωτοπικές, ύστερα από τη βελτιστοποίηση που έγινε, παρατηρείται ότι οικονομικά πιο συμφέρουσες είναι οι λύσεις εγκατάστασης φωτισμού με λαμπτήρες υψηλής πίεσης νατρίου.

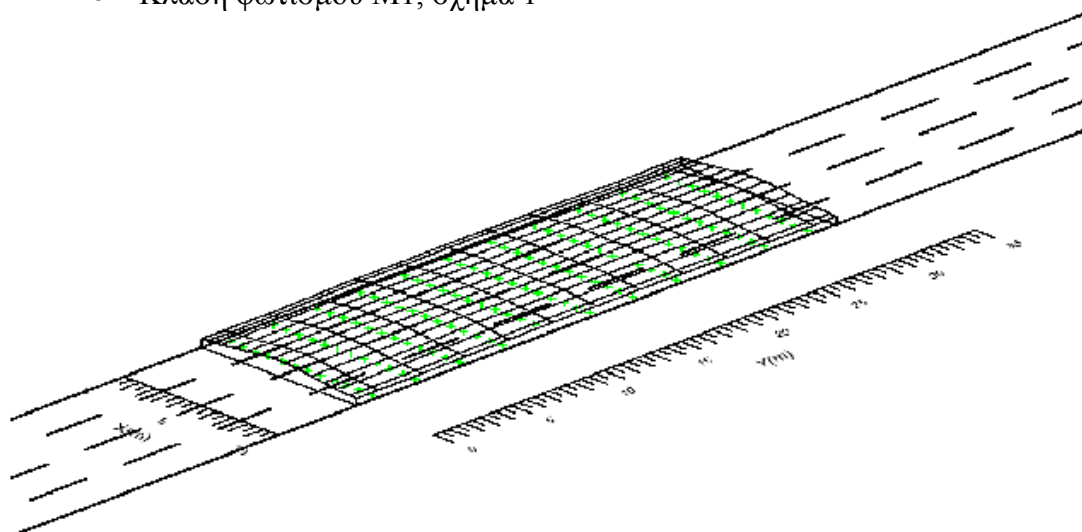
8.5 Γενικά συμπεράσματα

Συνολικά το συμπέρασμα που εξάγεται από τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα όπως αυτά παρουσιάστηκαν στους πίνακες που προηγήθηκαν είναι ότι υπό φωτοπικές συνθήκες προτιμάται η λύση των λαμπτήρων υψηλής πίεσης νατρίου ενώ υπό μεσοπικές συνθήκες οικονομικότερη λύση προσφέρουν κατά βάση οι εγκαταστάσεις με χρήση λαμπτήρων μεταλλικών αλογονιδίων. Θα πρέπει όμως να σημειωθεί ότι τα οικονομικά μεγέθη που παρουσιάστηκαν αναφέρονται μόνο στην εγκατάσταση ενός δικτύου φωτισμού και δεν αναφέρονται καθόλου στην συντήρηση του δικτύου αυτού. Στην περίπτωση αυτή θα πρέπει να ληφθούν υπ' όψιν και άλλοι παράγοντες .

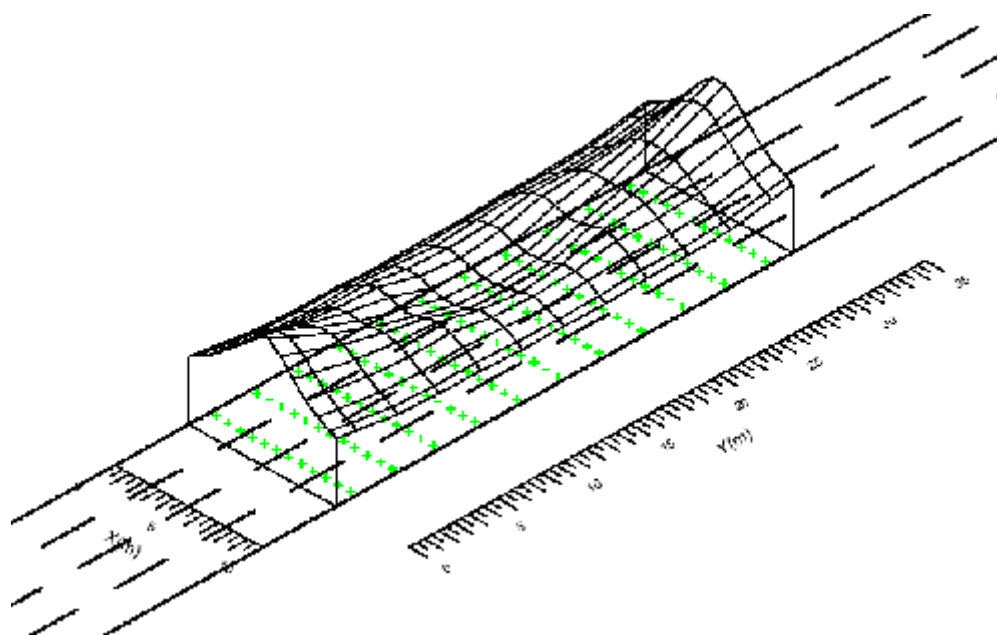
Σημαντικός παράγων από αυτούς είναι ο χρόνος ζωής των λαμπτήρων αυτών και στο σημείο αυτό αξίζει να υπενθυμισθεί ο πίνακας 3.1 από τον οποίο φαίνεται ότι ο χρόνος ζωής των λαμπτήρων υψηλής πίεσης νατρίου είναι σημαντικά υψηλότερος από αυτόν των λαμπτήρων μεταλλικών αλογονιδίων (15000-28000 h για τους πρώτους και 10000-15000 h για τους δεύτερους).

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α
ΣΧΗΜΑΤΑ ΕΞΟΜΟΙΩΣΕΩΝ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

- Κλάση φωτισμού M1, σχήμα 1

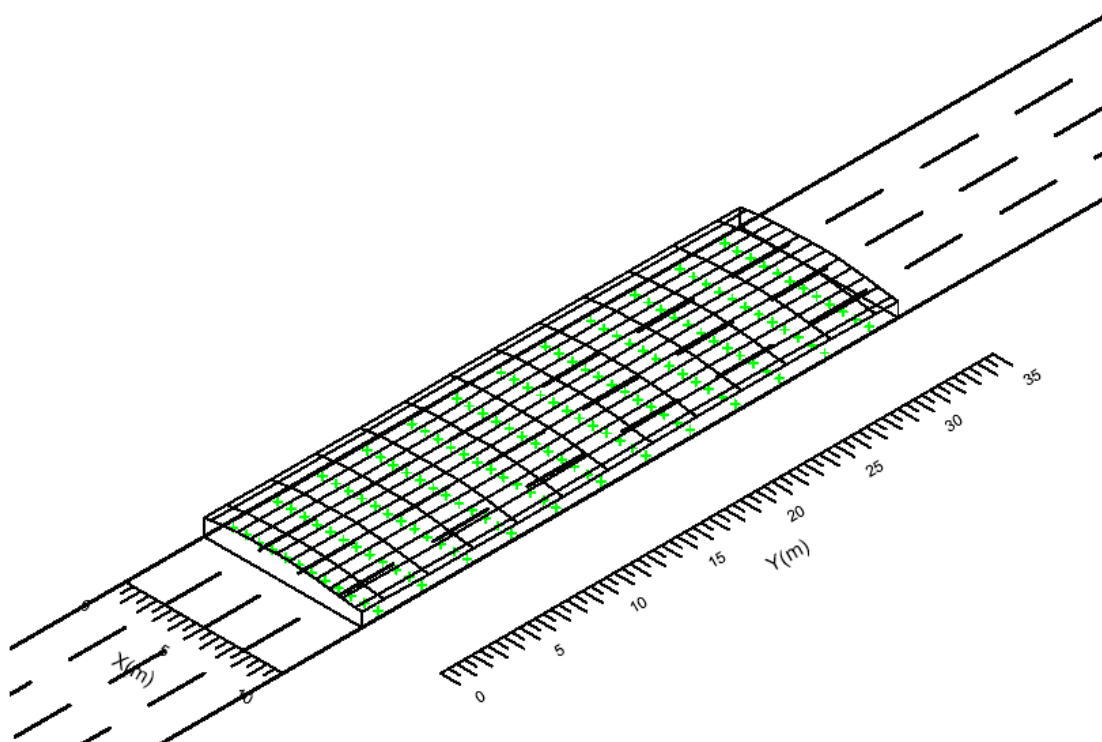


Σχήμα A.1

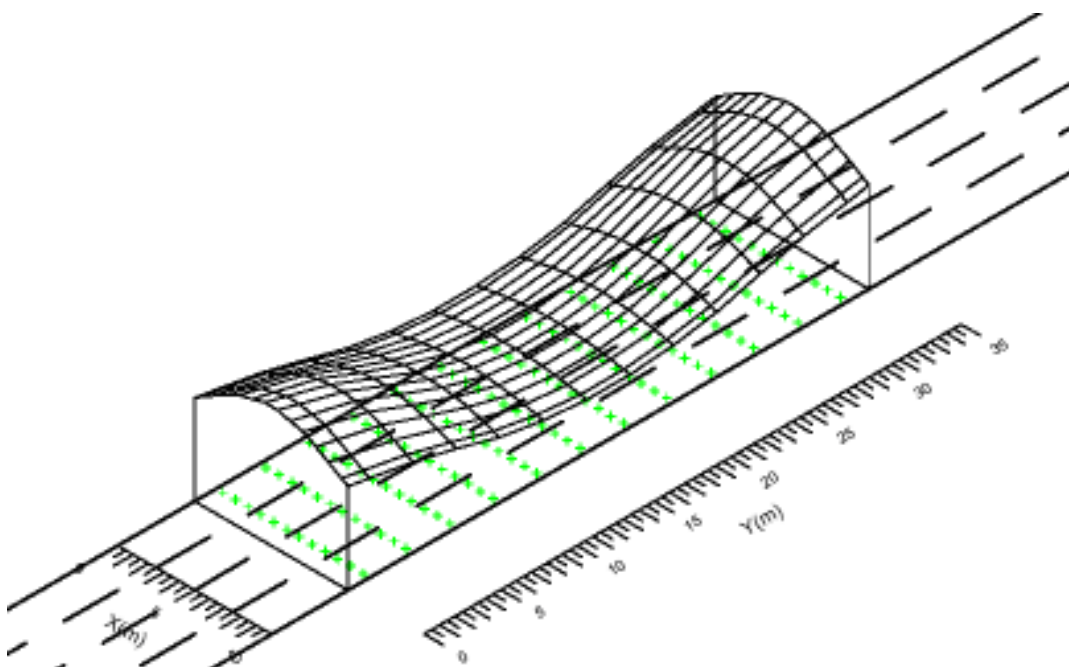


Σχήμα A.2

- Κλάση φωτισμού M1, σχήμα 2

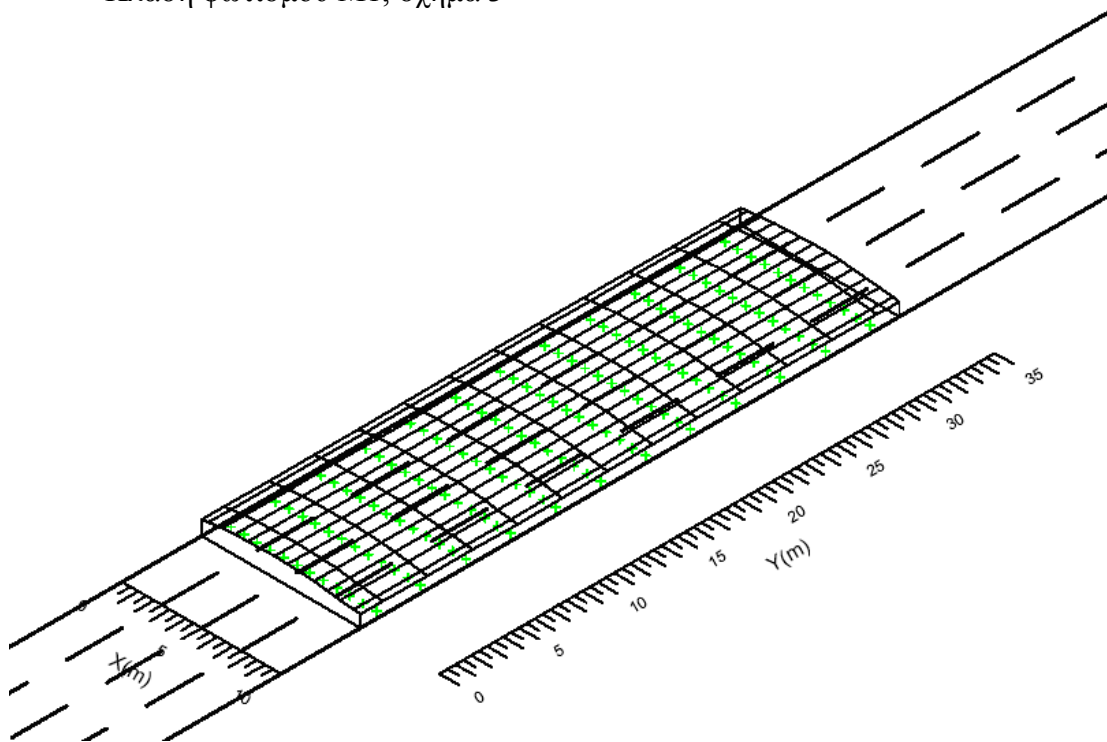


Σχήμα A.3

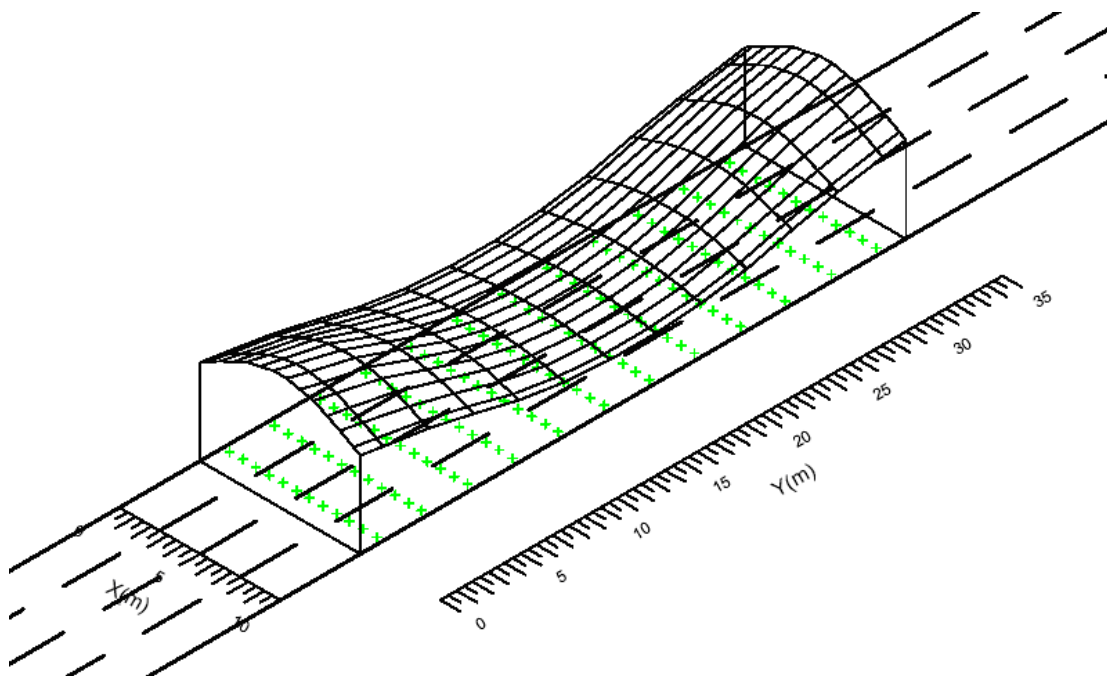


Σχήμα A.4

- Κλάση φωτισμού M1, σχήμα 3

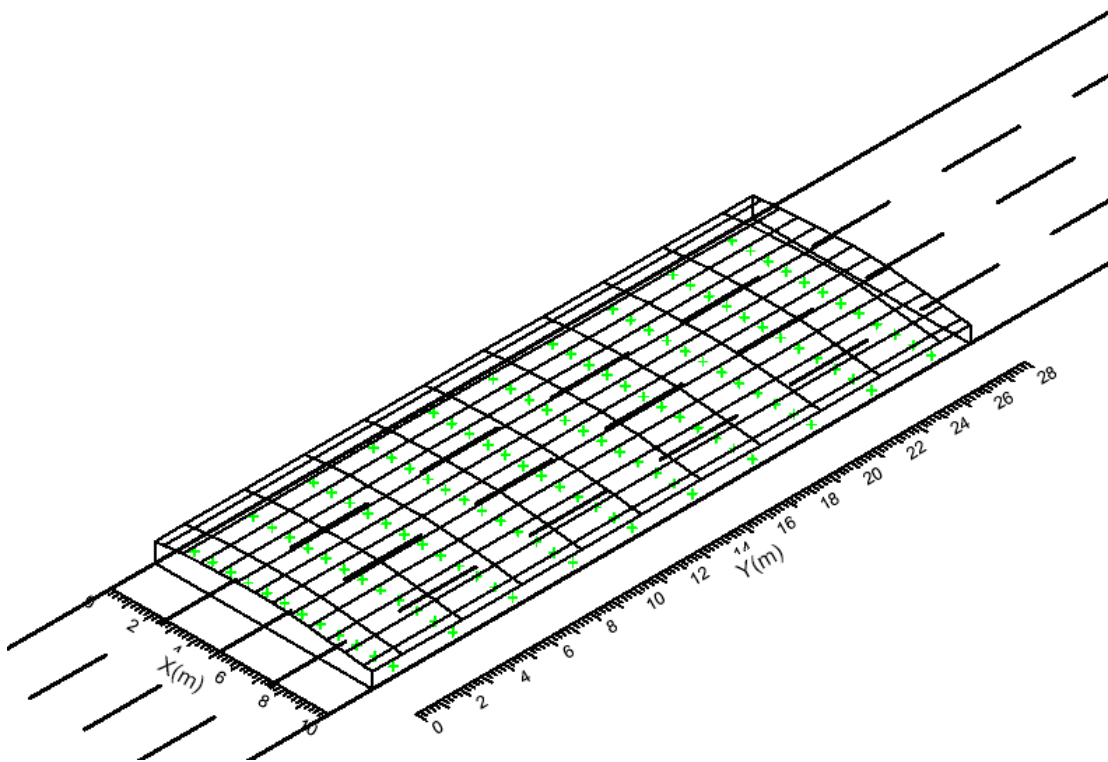


Σχήμα A.5

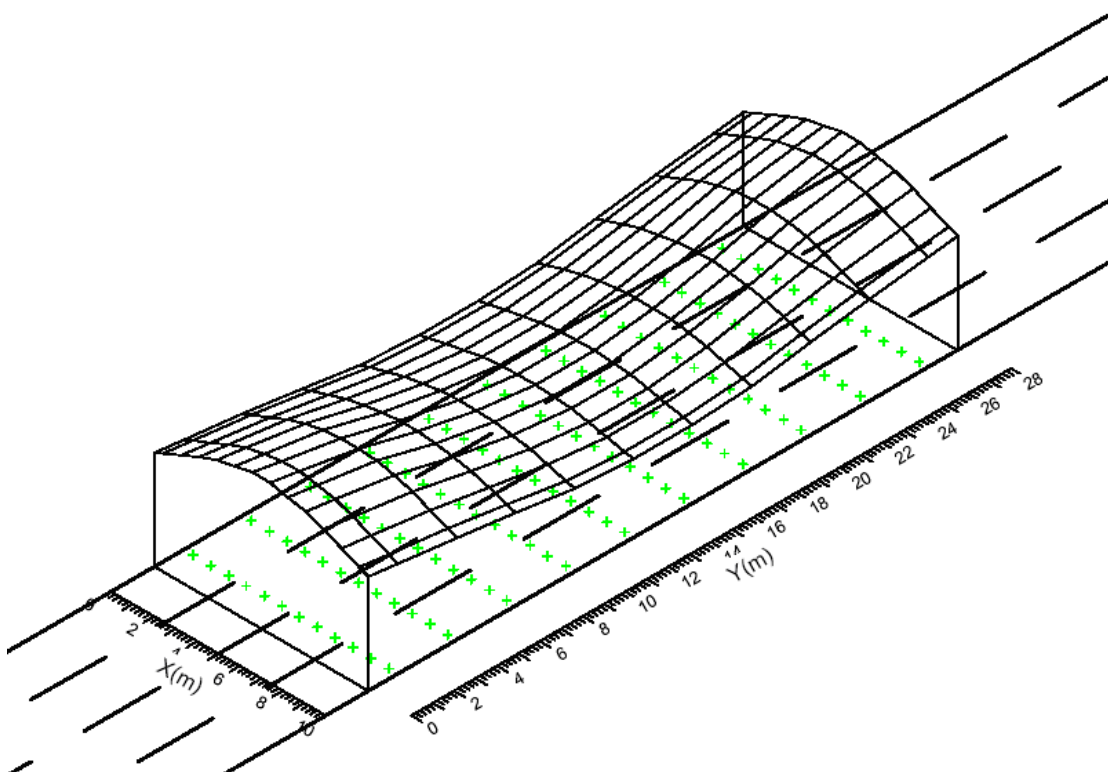


Σχήμα A.6

- Κλάση φωτισμού M1, σχήμα 4

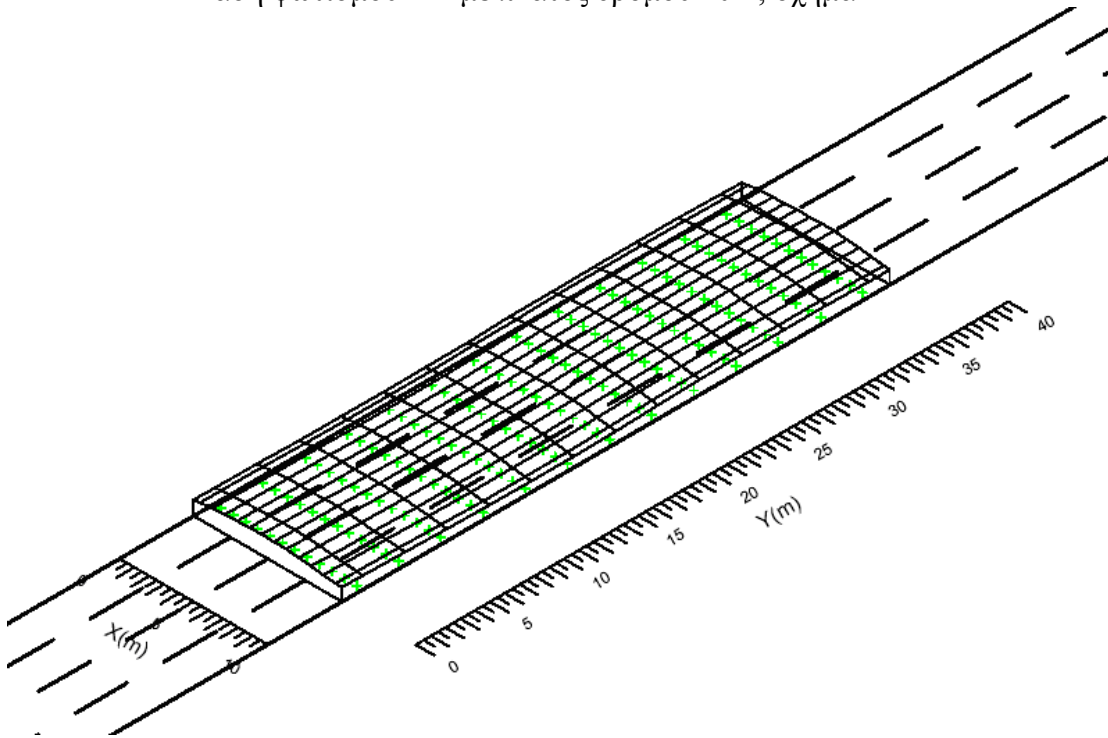


Σχήμα A.7

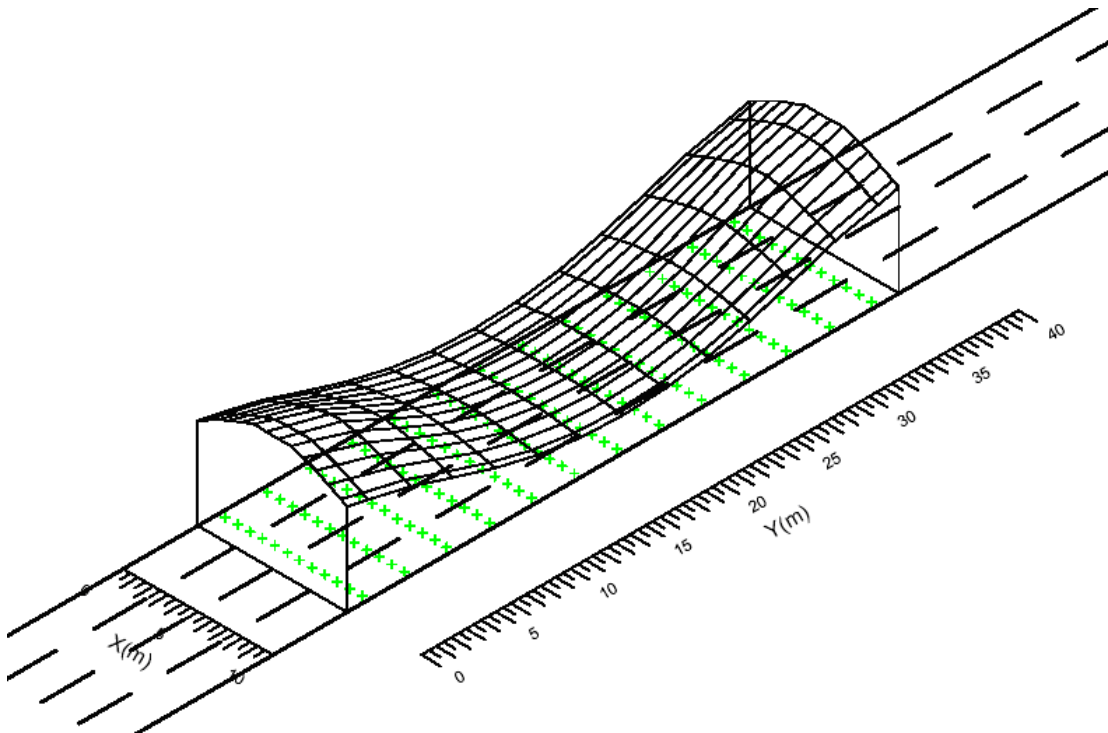


Σχήμα A.8

- Κλάση φωτισμού M2 με πλάτος δρόμου 10m, σχήμα 1

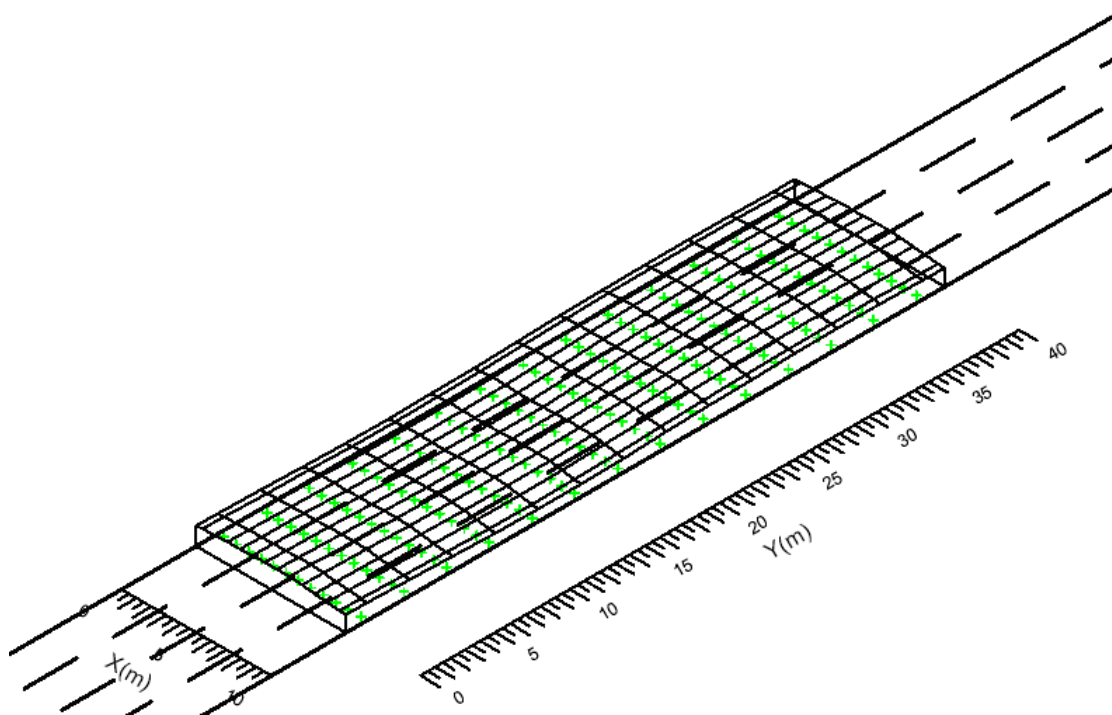


Σχήμα A.9

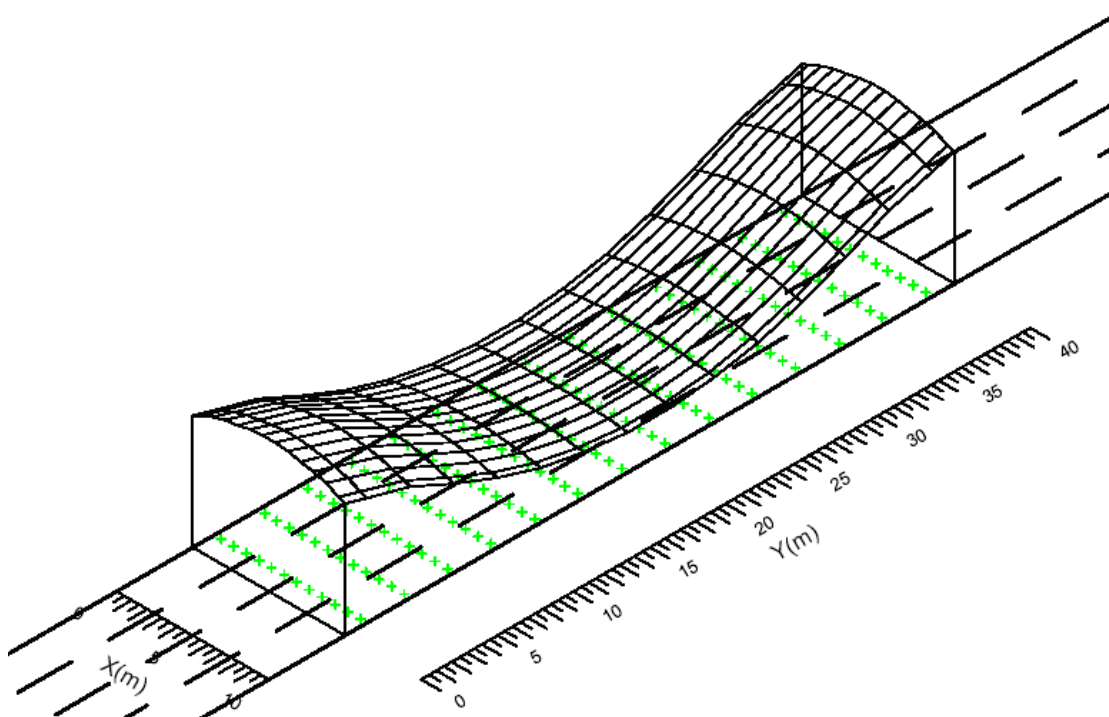


Σχήμα A.10

- Κλάση φωτισμού M2 με πλάτος δρόμου 10m, σχήμα 2

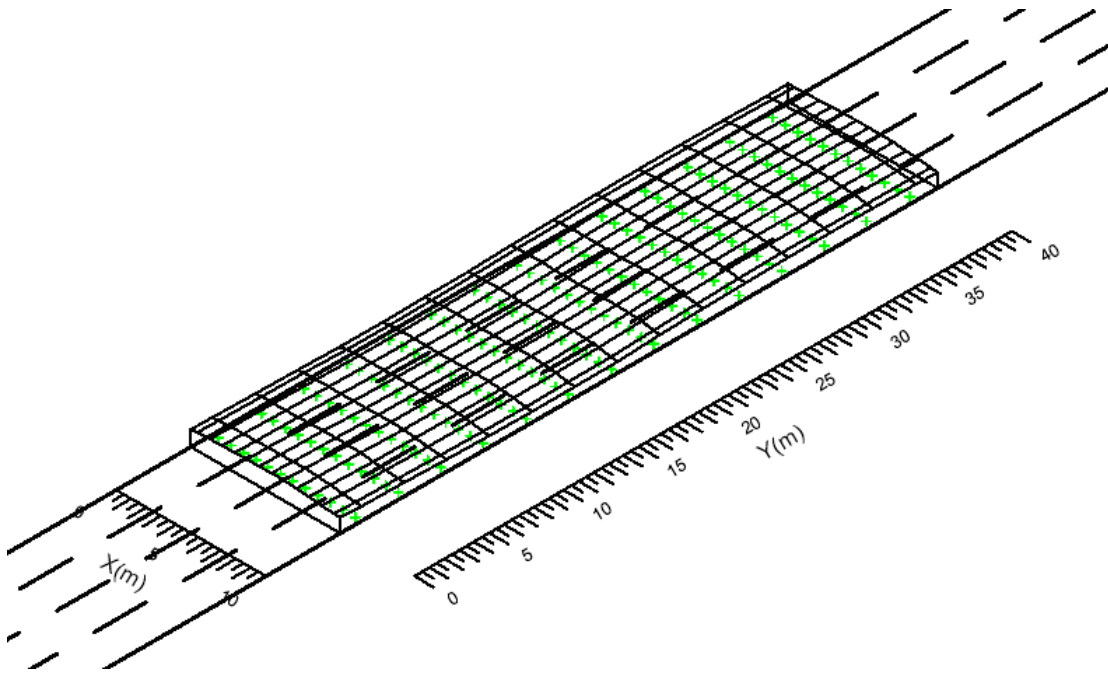


Σχήμα A.11

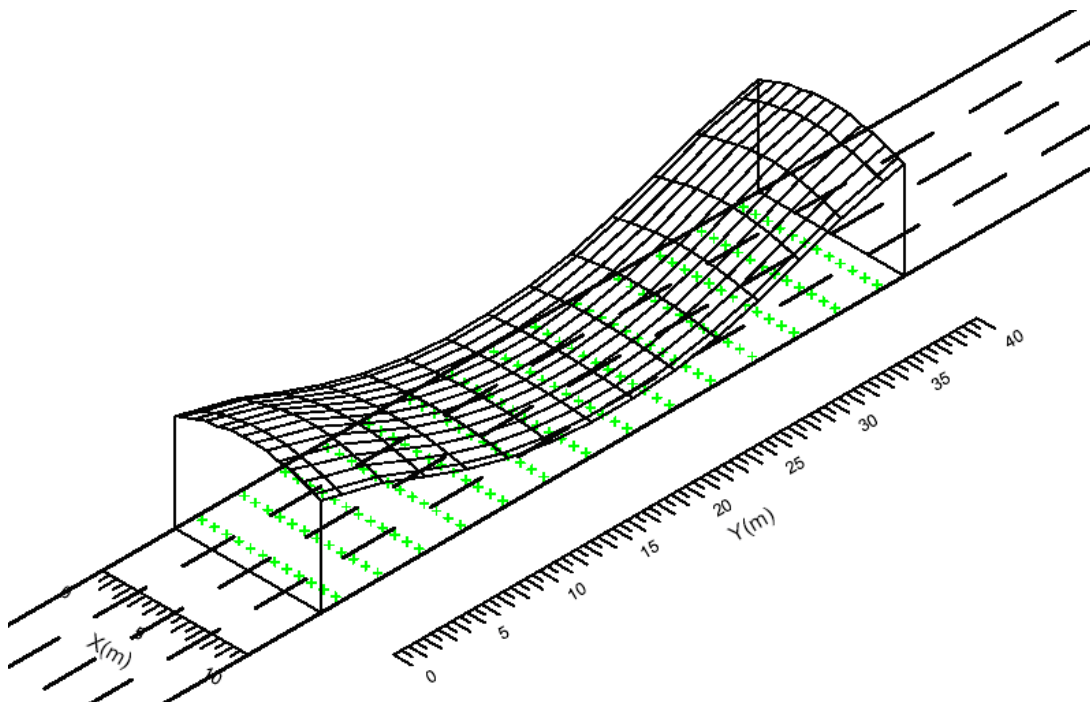


Σχήμα A.12

- Κλάση φωτισμού M2 με πλάτος δρόμου 10m, σχήμα 3

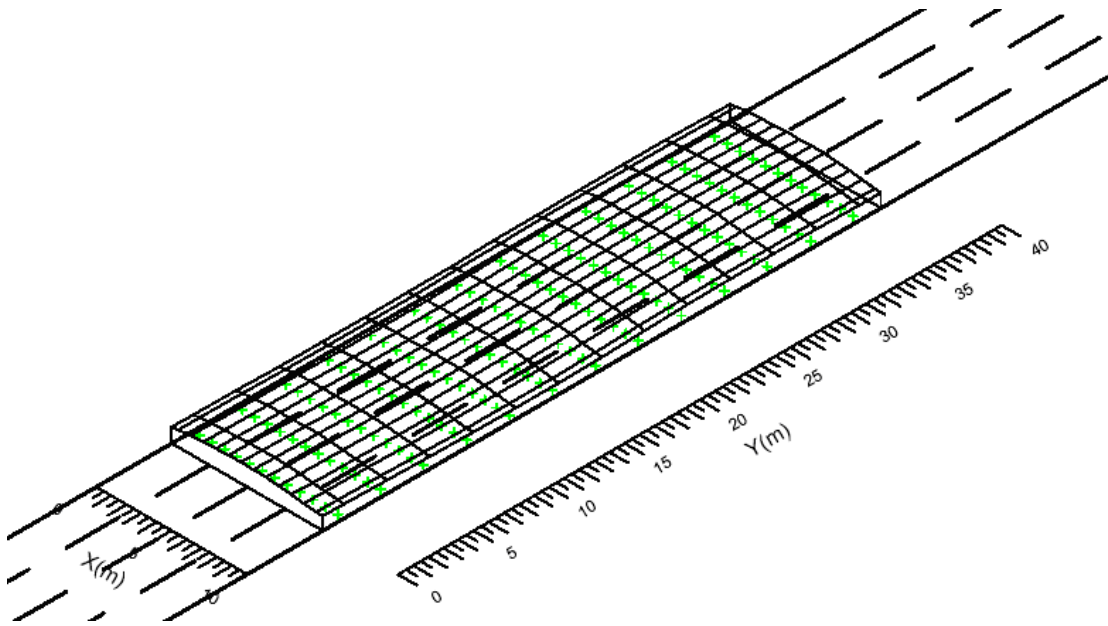


Σχήμα A.13

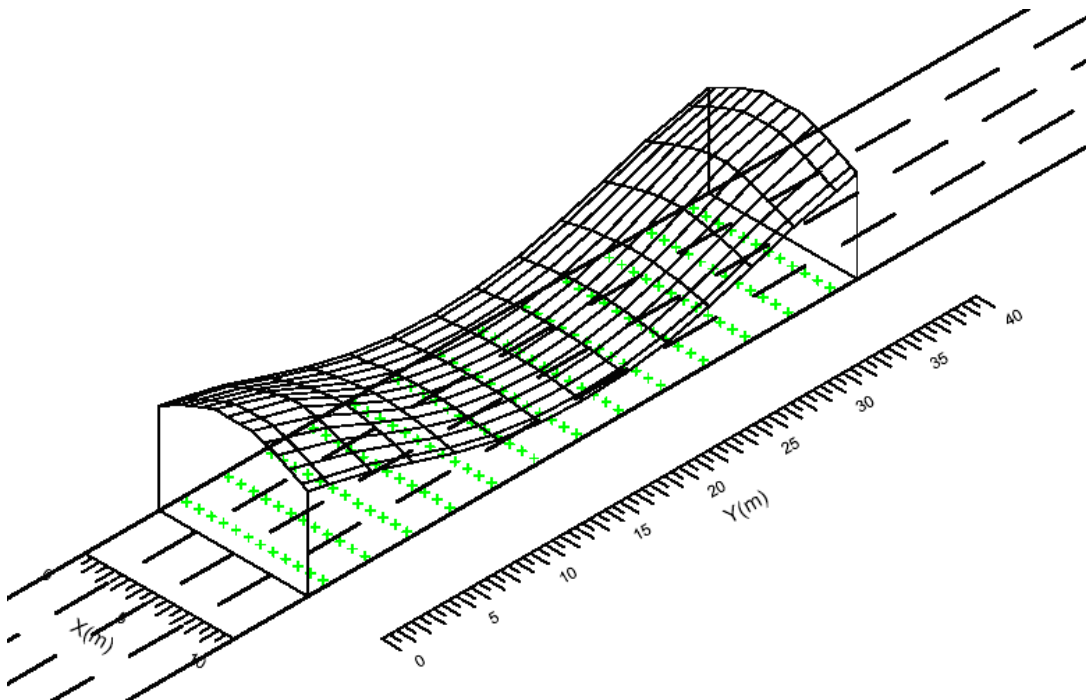


Σχήμα A.14

- Κλάση φωτισμού M2 με πλάτος δρόμου 10m, σχήμα 4

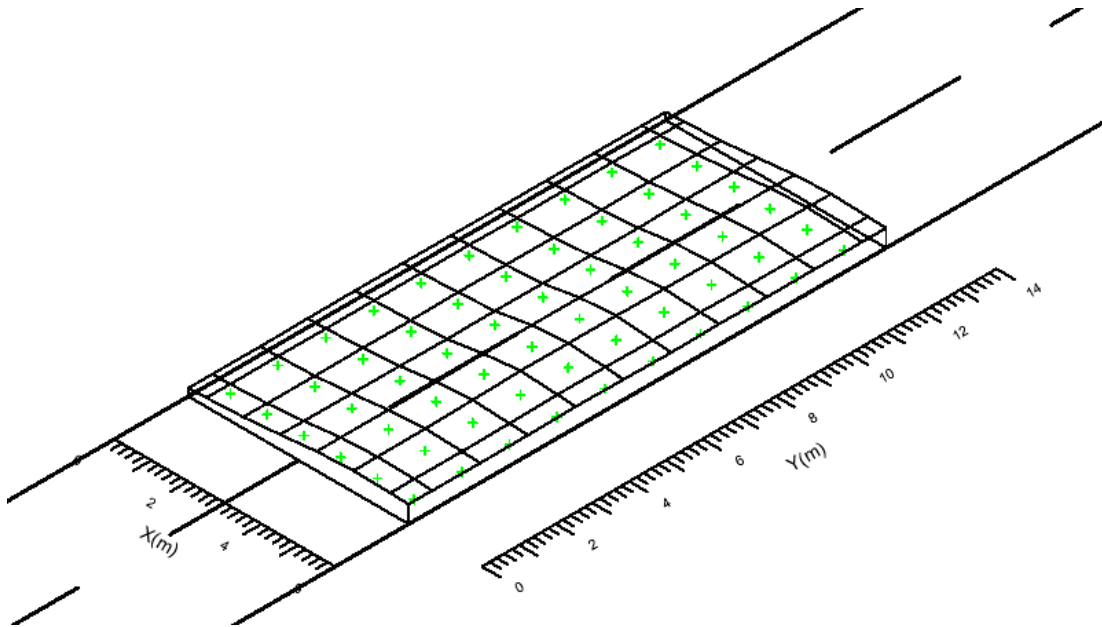


Σχήμα A.15

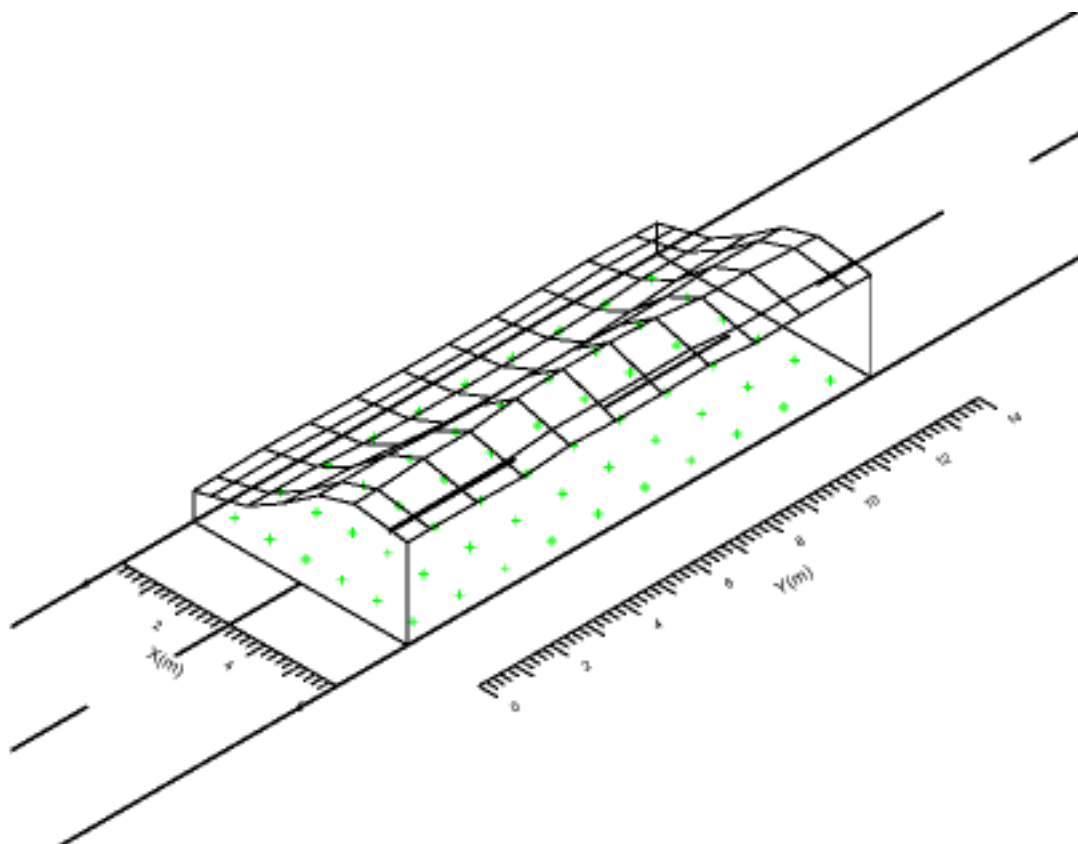


Σχήμα A.16

- Κλάση φωτισμού M2 με πλάτος δρόμου 6m, σχήμα 1

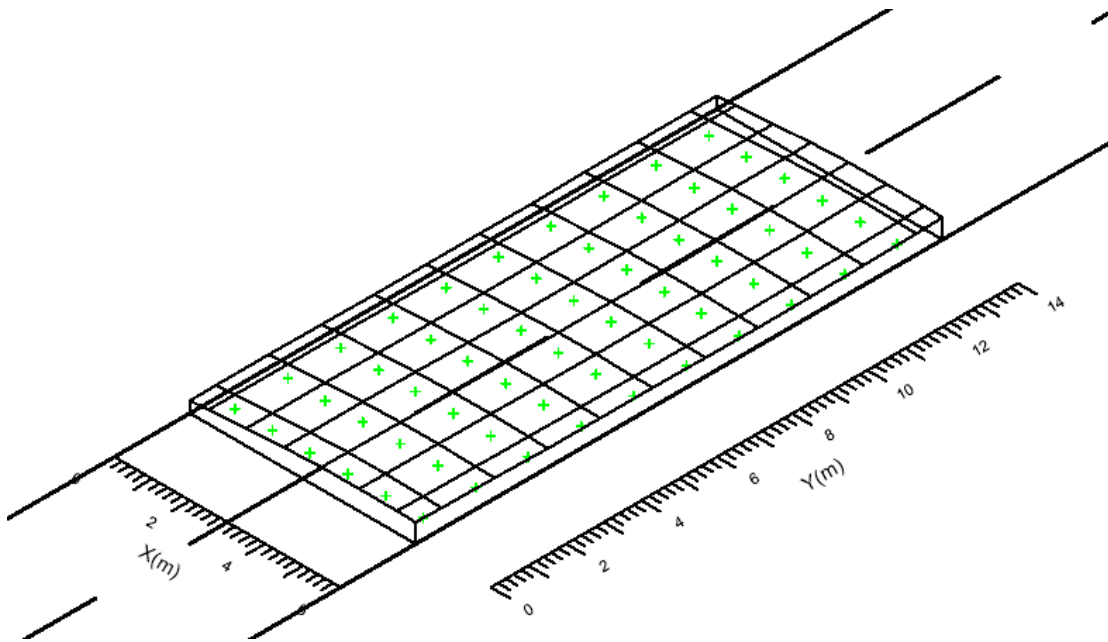


Σχήμα A.17

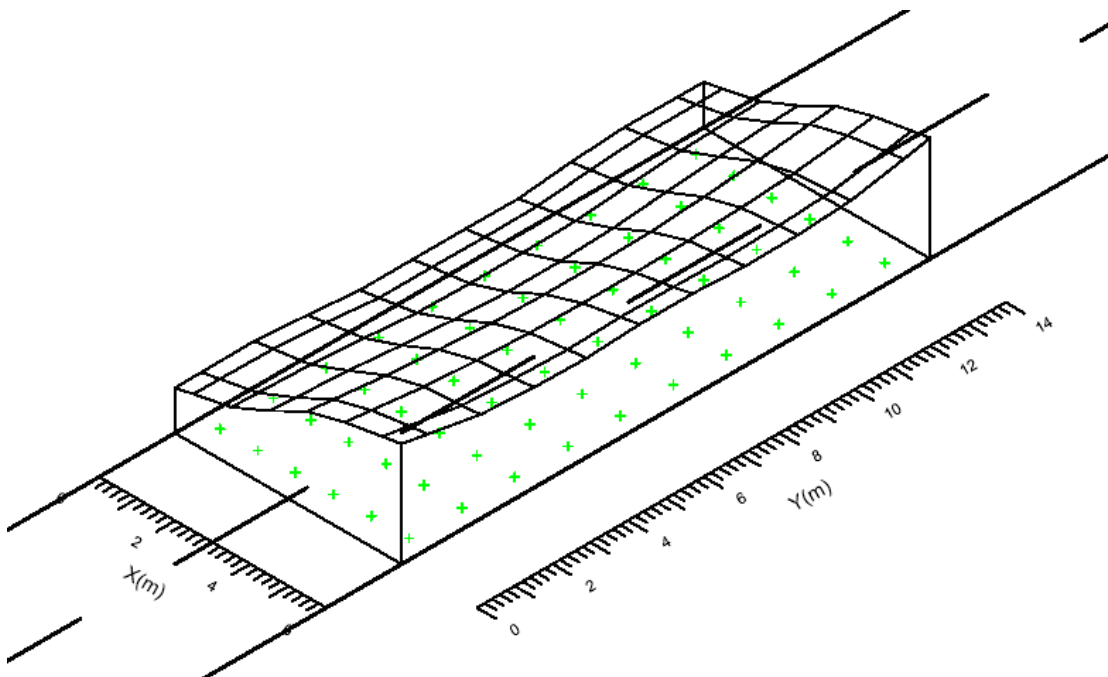


Σχήμα A.18

- Κλάση φωτισμού M2 με πλάτος δρόμου 6m, σχήμα 2

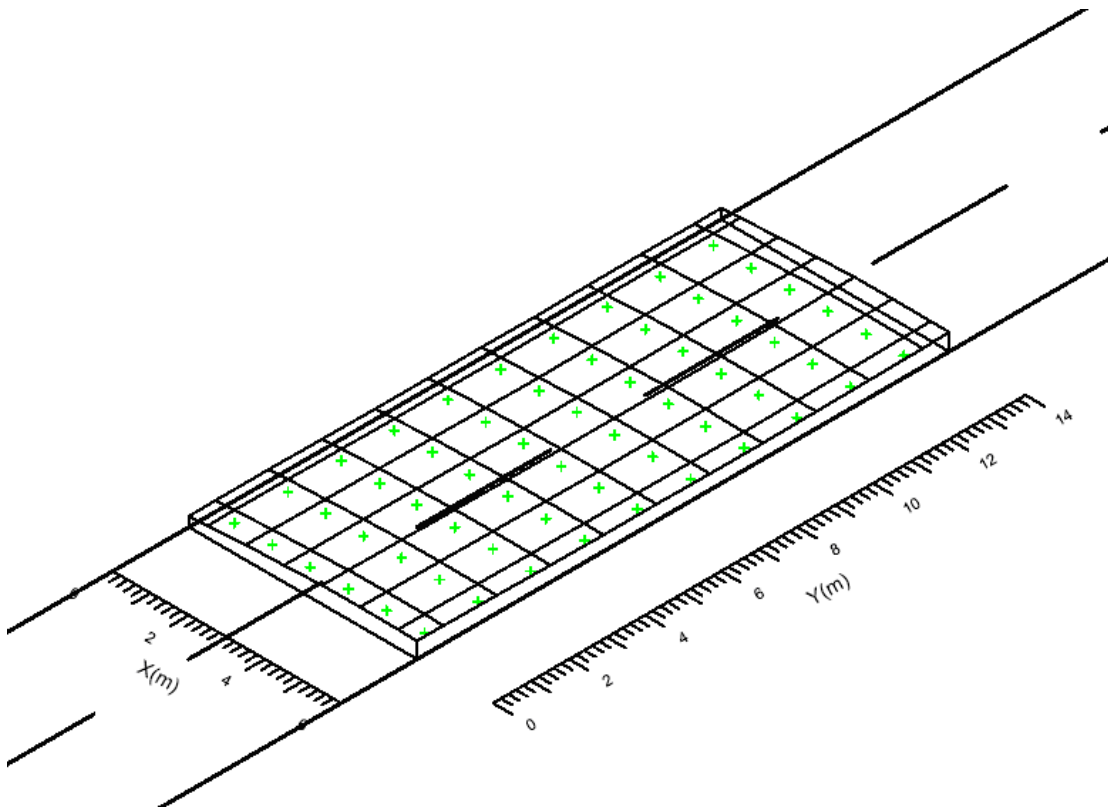


Σχήμα A.19

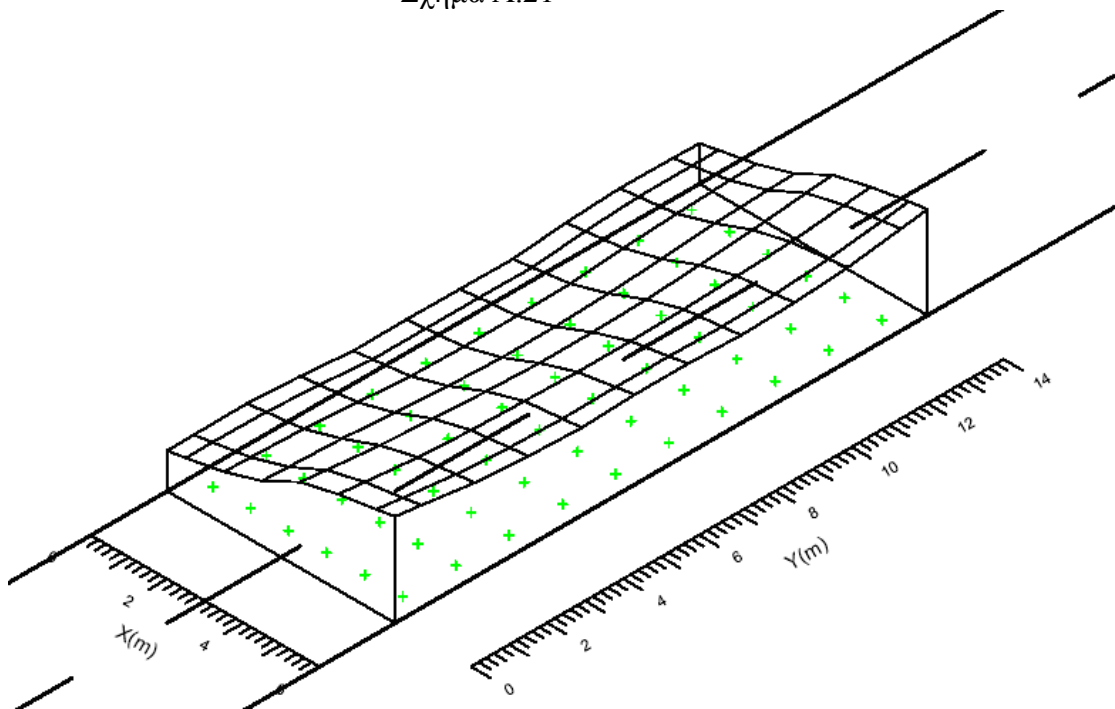


Σχήμα A.20

- Κλάση φωτισμού M2 με πλάτος δρόμου 6m, σχήμα 3

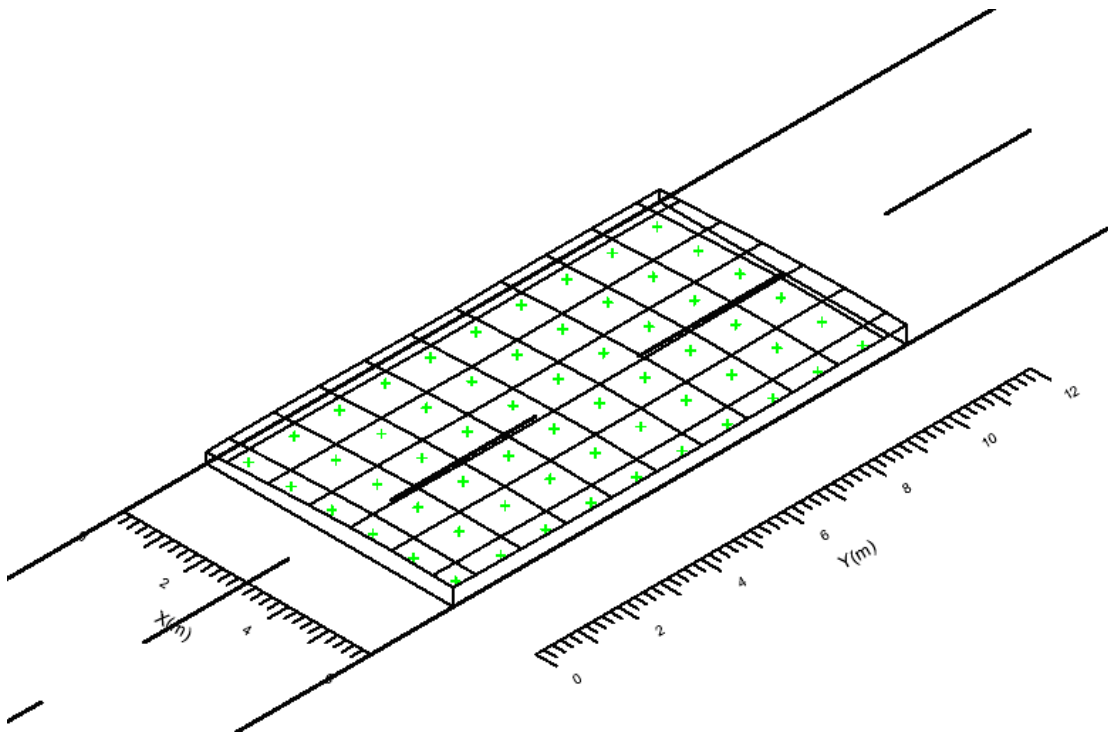


Σχήμα A.21

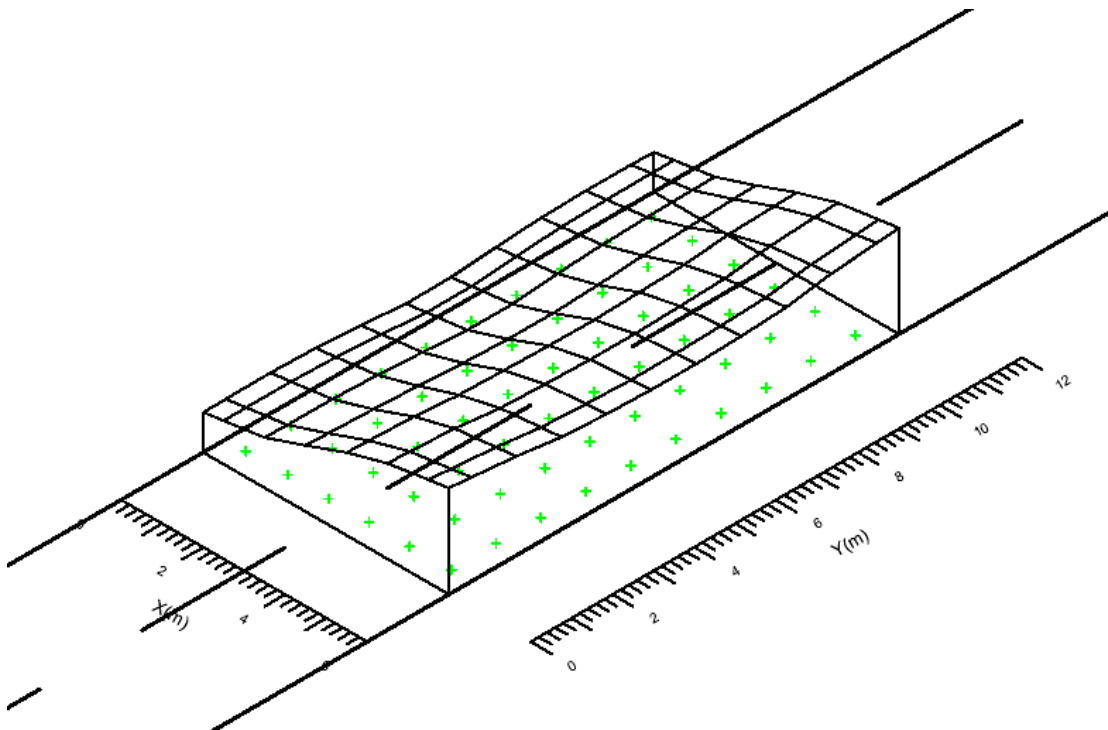


Σχήμα A.22

- Κλάση φωτισμού M2 με πλάτος δρόμου 6m, σχήμα 4

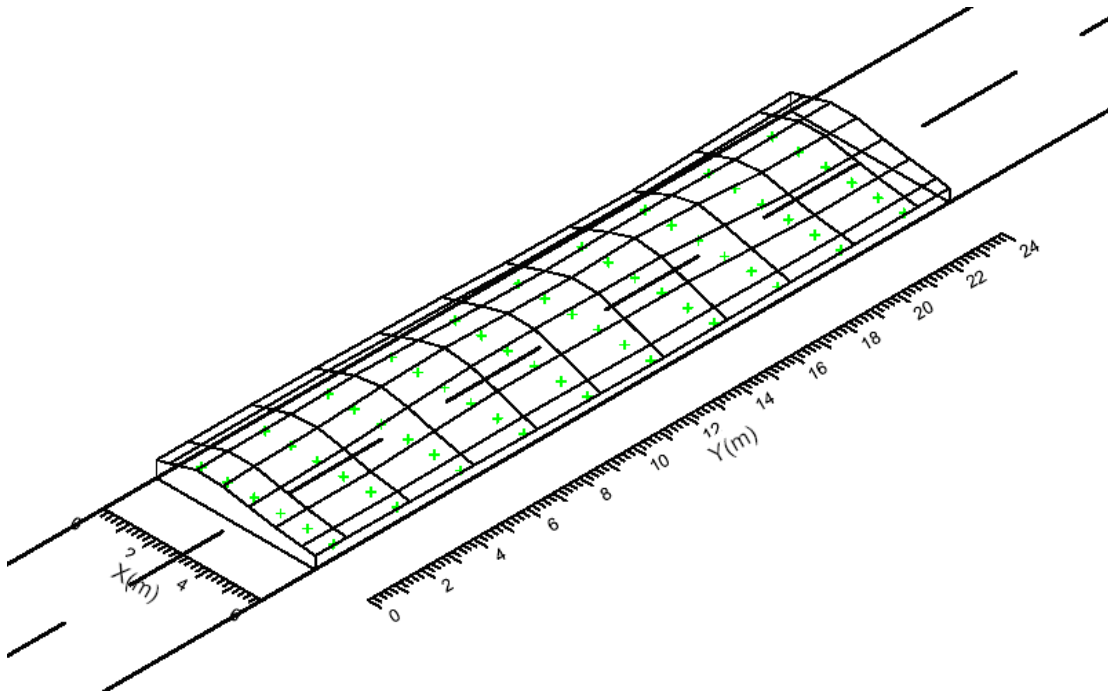


Σχήμα A.23

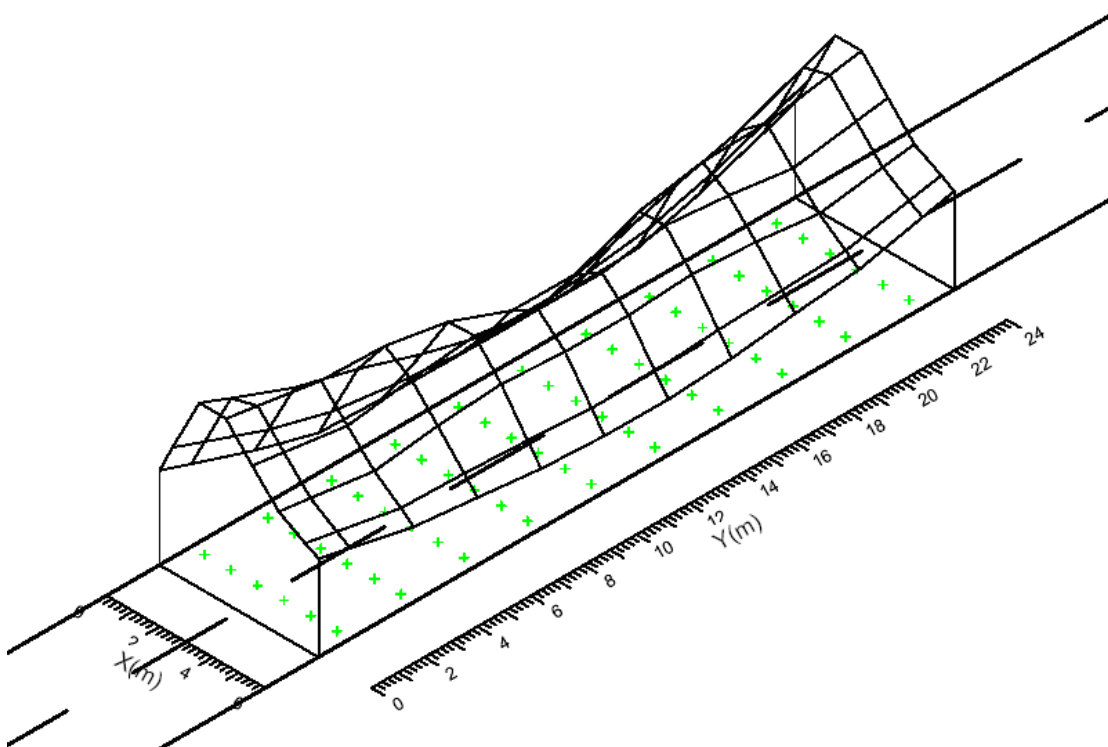


Σχήμα A.24

- Κλάση φωτισμού M2 με πλάτος δρόμου 6m, σχήμα 5

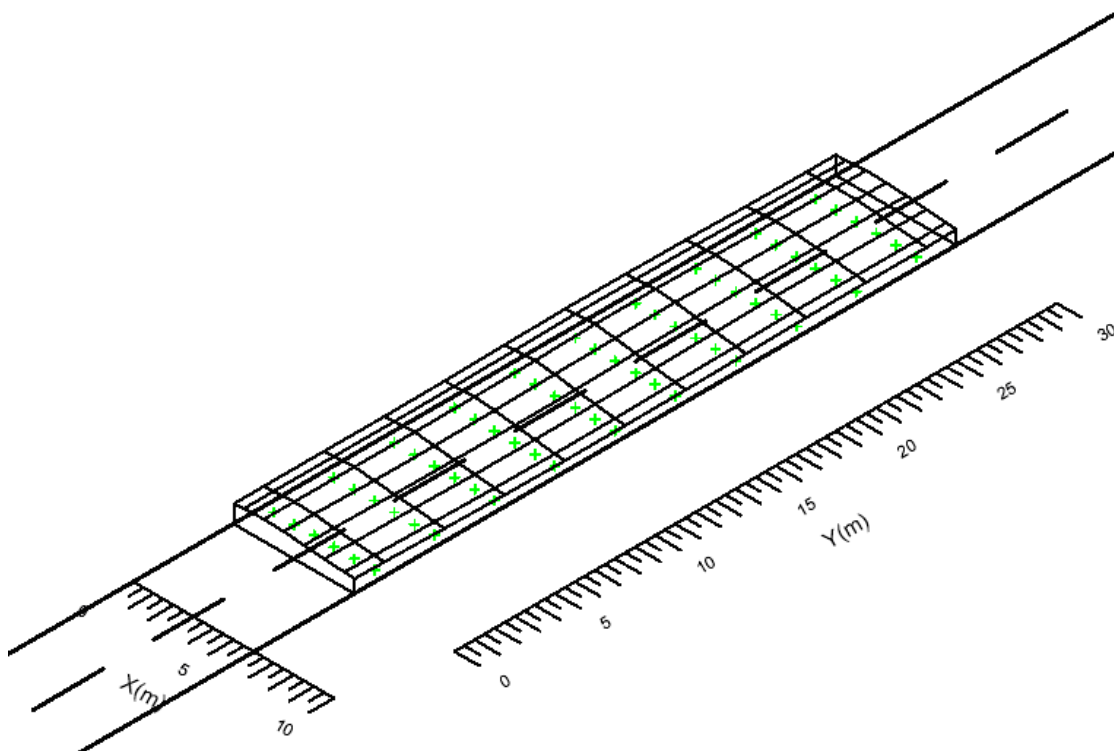


Σχήμα A.25

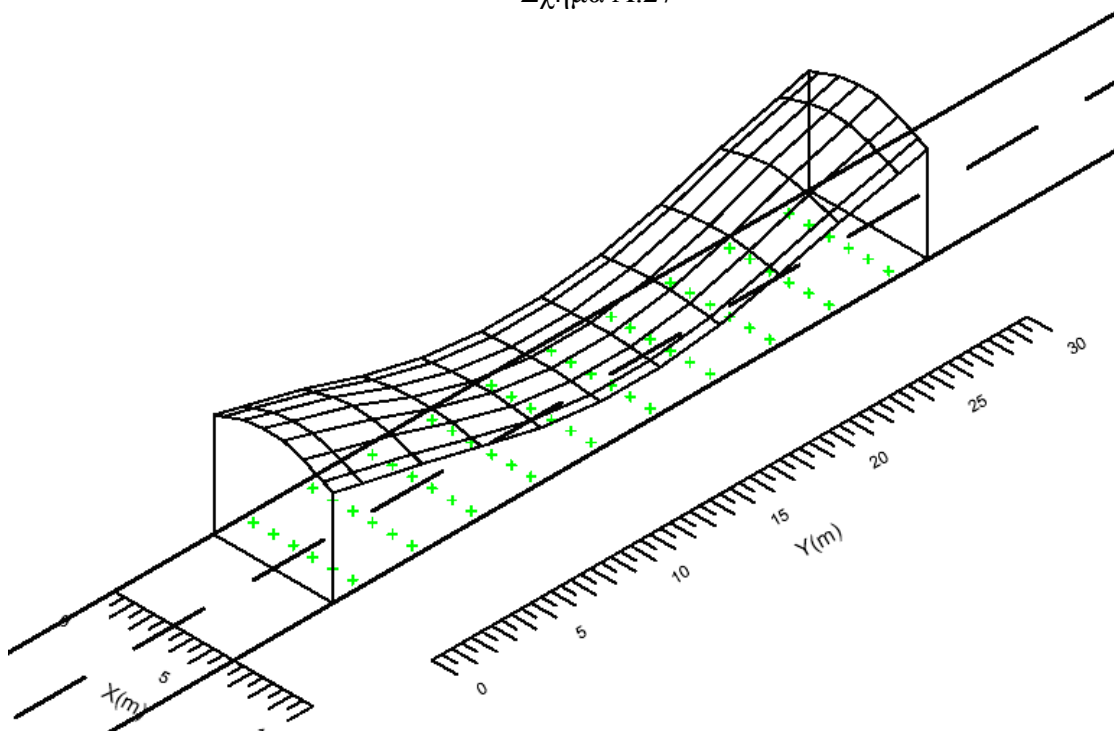


Σχήμα A.26

- Κλάση φωτισμού M2 με πλάτος δρόμου 6m, σχήμα 6

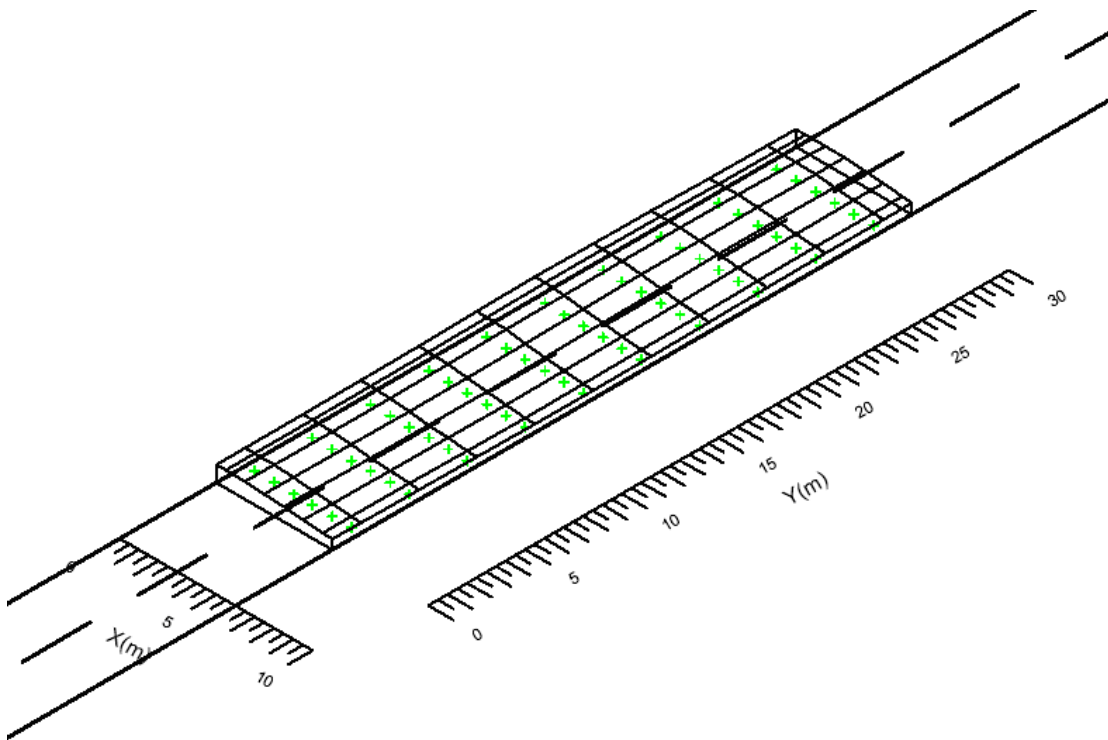


Σχήμα A.27

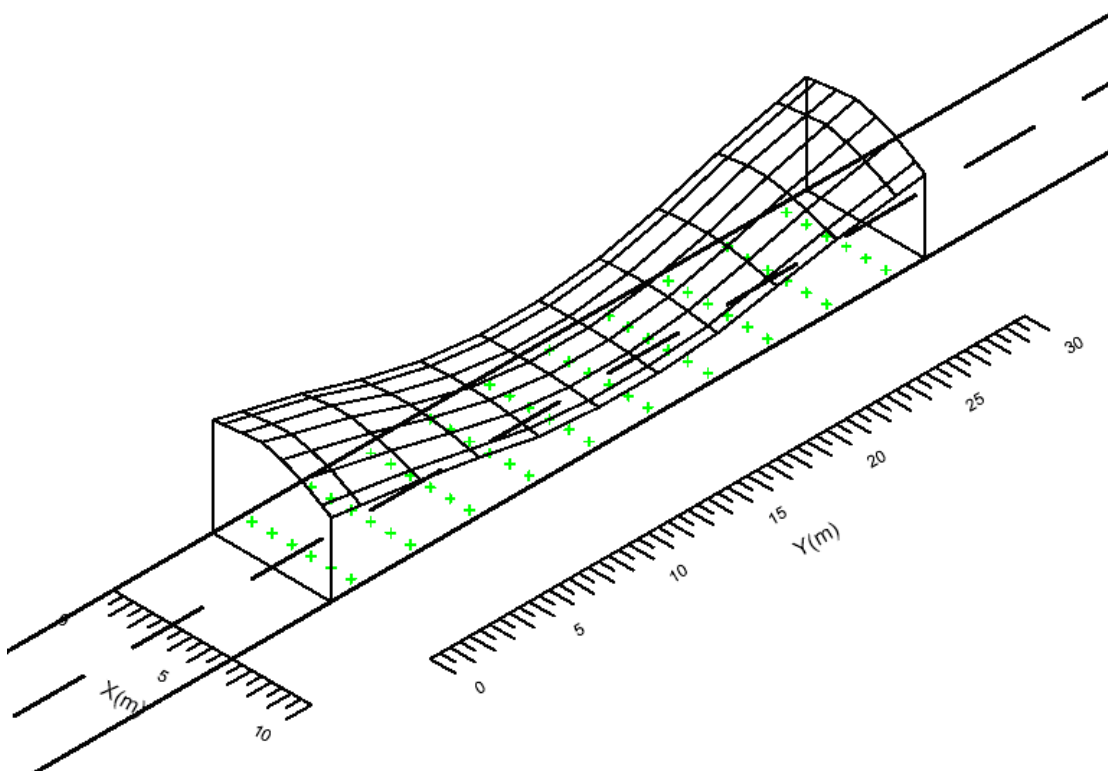


Σχήμα A.28

- Κλάση φωτισμού M2 με πλάτος δρόμου 6m, σχήμα 7

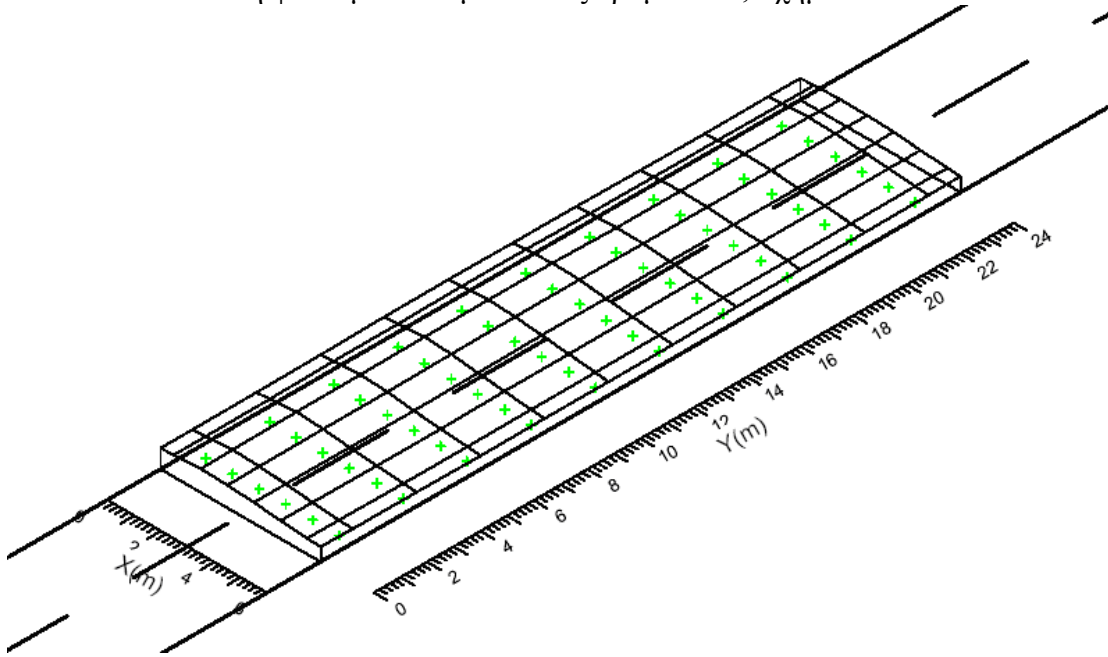


Σχήμα A.29

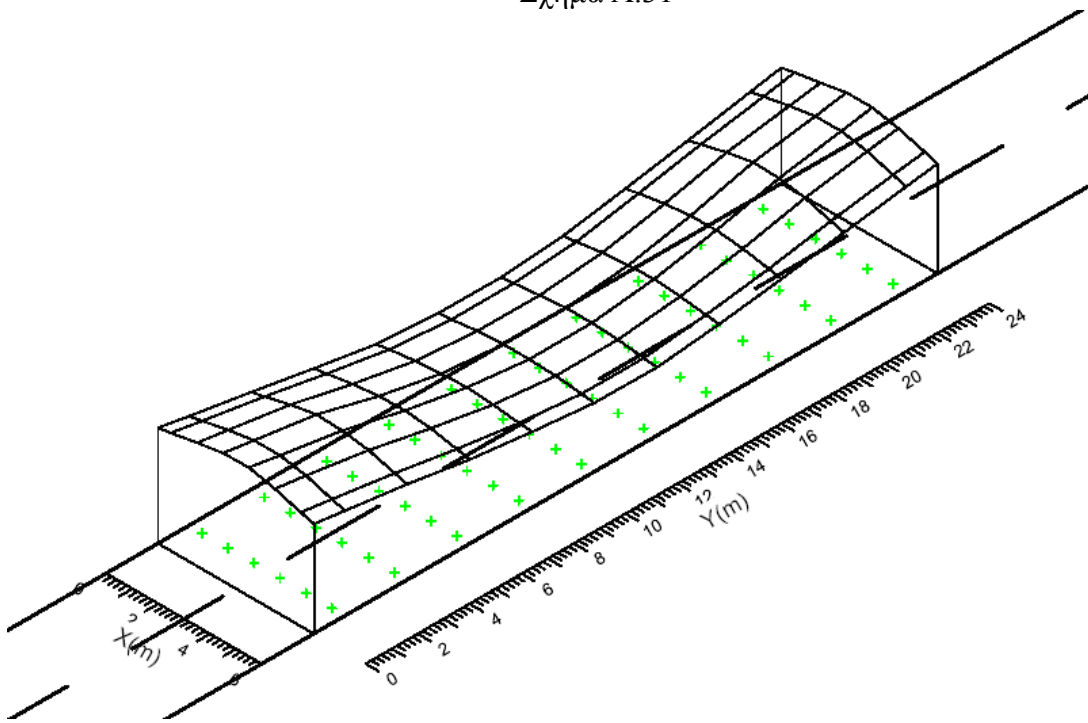


Σχήμα A.30

- Κλάση φωτισμού M2 με πλάτος δρόμου 6m, σχήμα 8

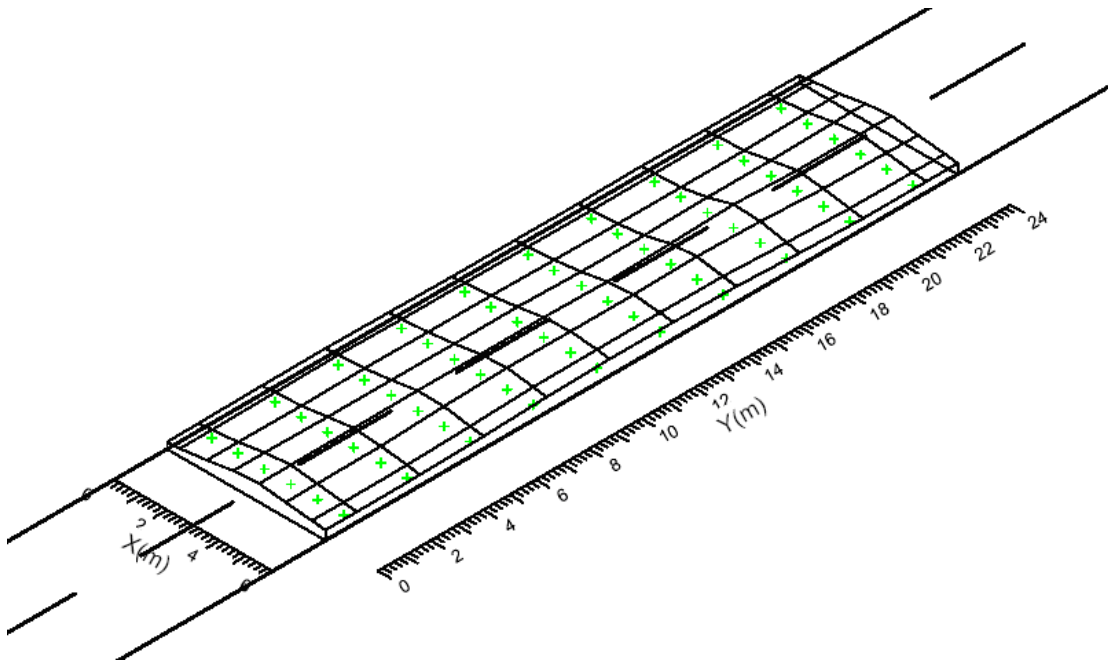


Σχήμα A.31

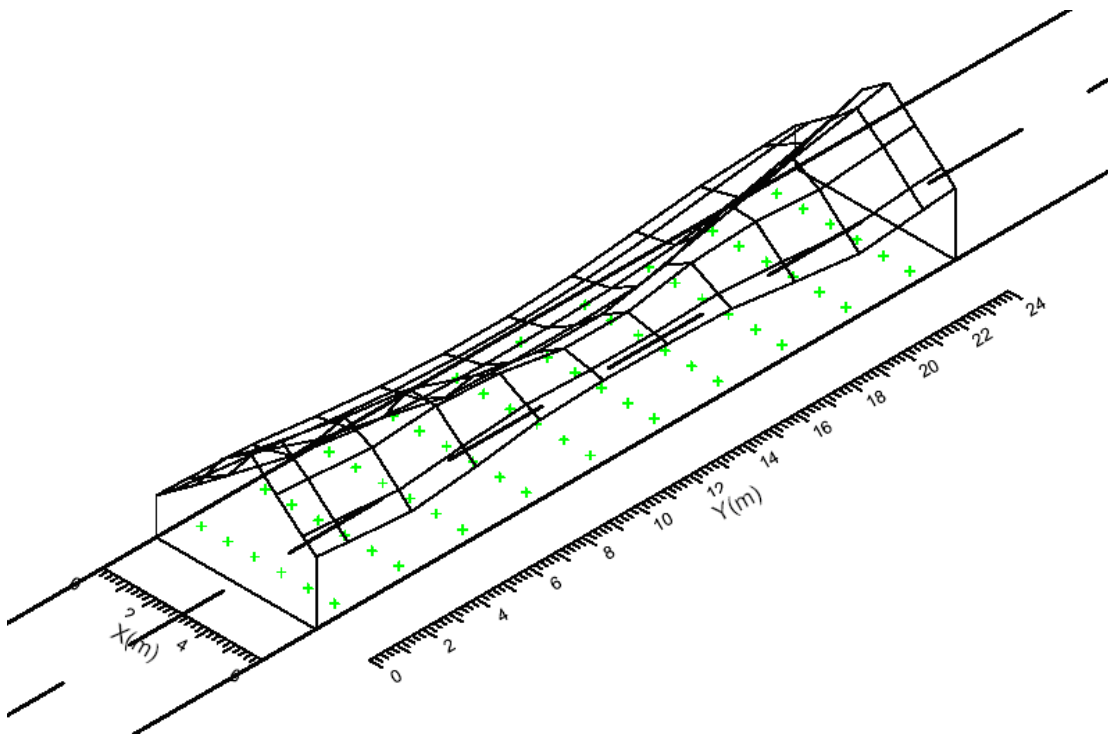


Σχήμα A.32

- Κλάση φωτισμού M3, σχήμα 1

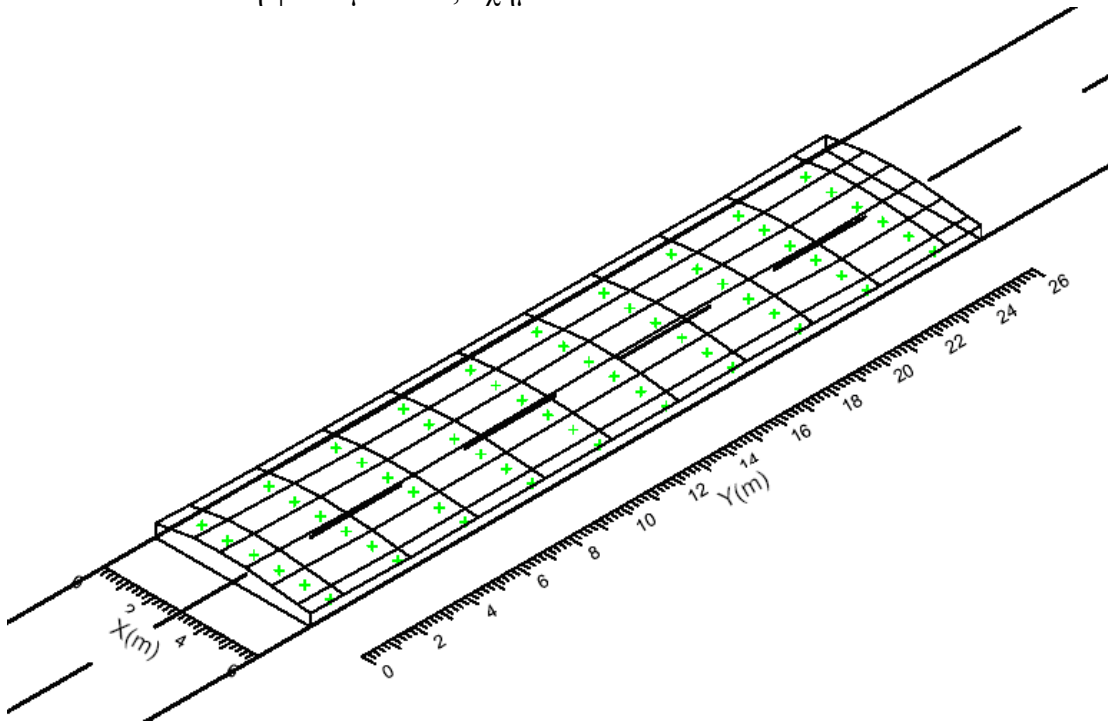


Σχήμα A.33

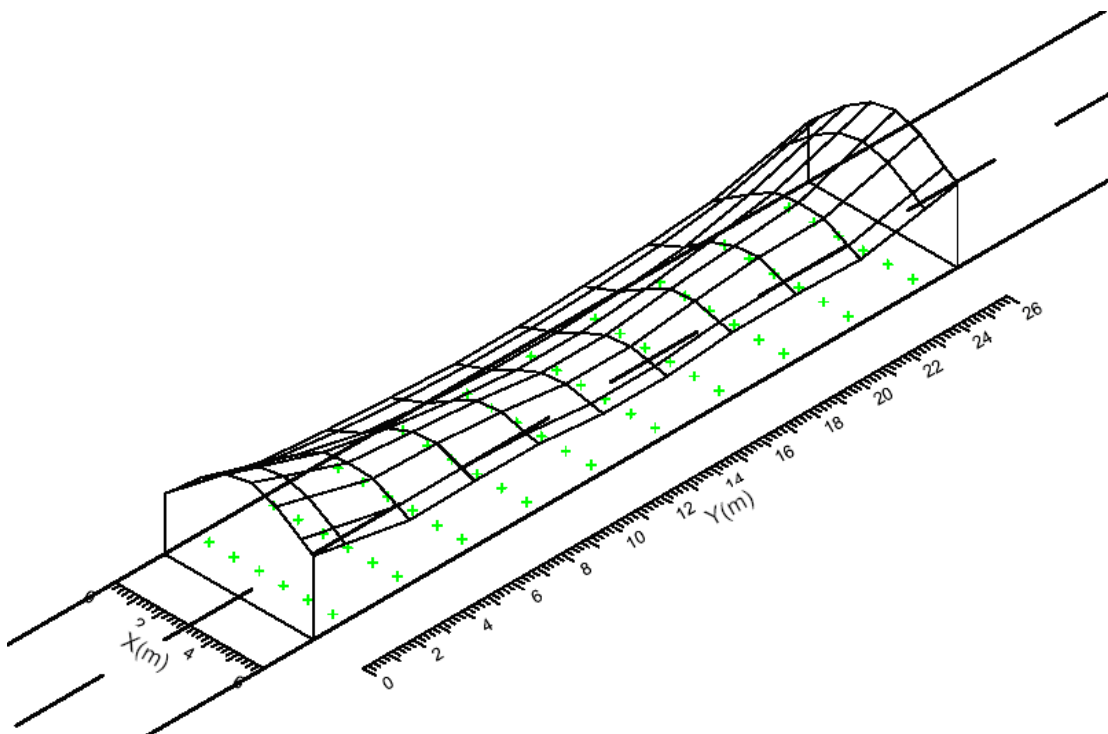


Σχήμα A.34

- Κλάση φωτισμού M3, σχήμα 2

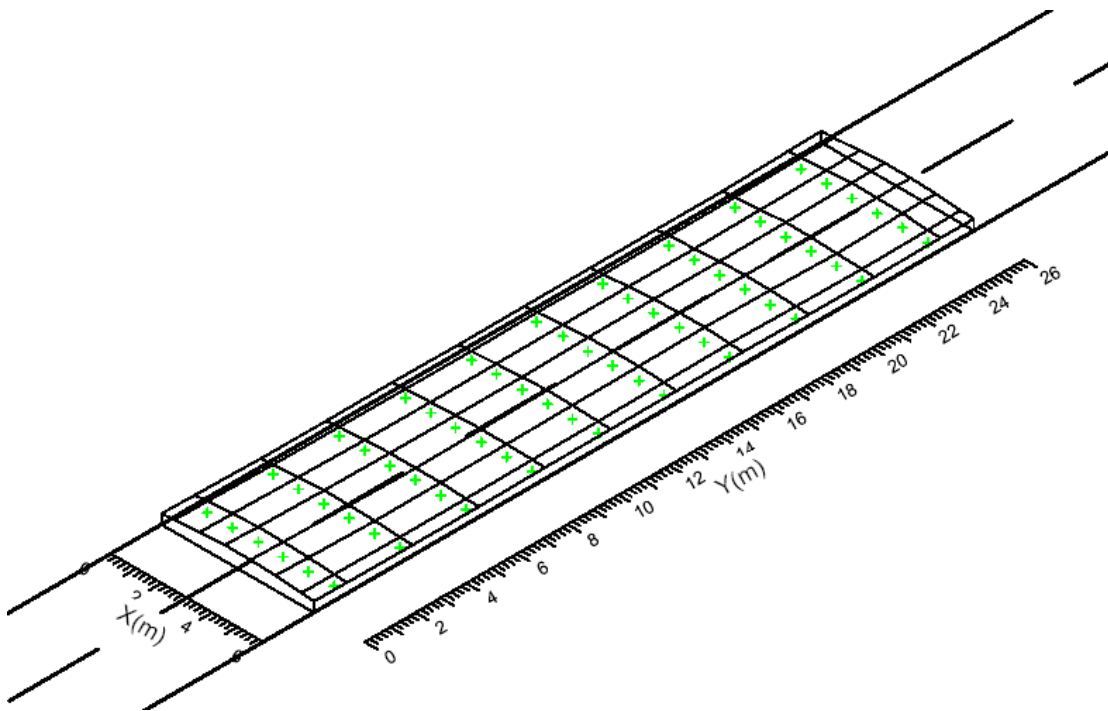


Σχήμα A.35

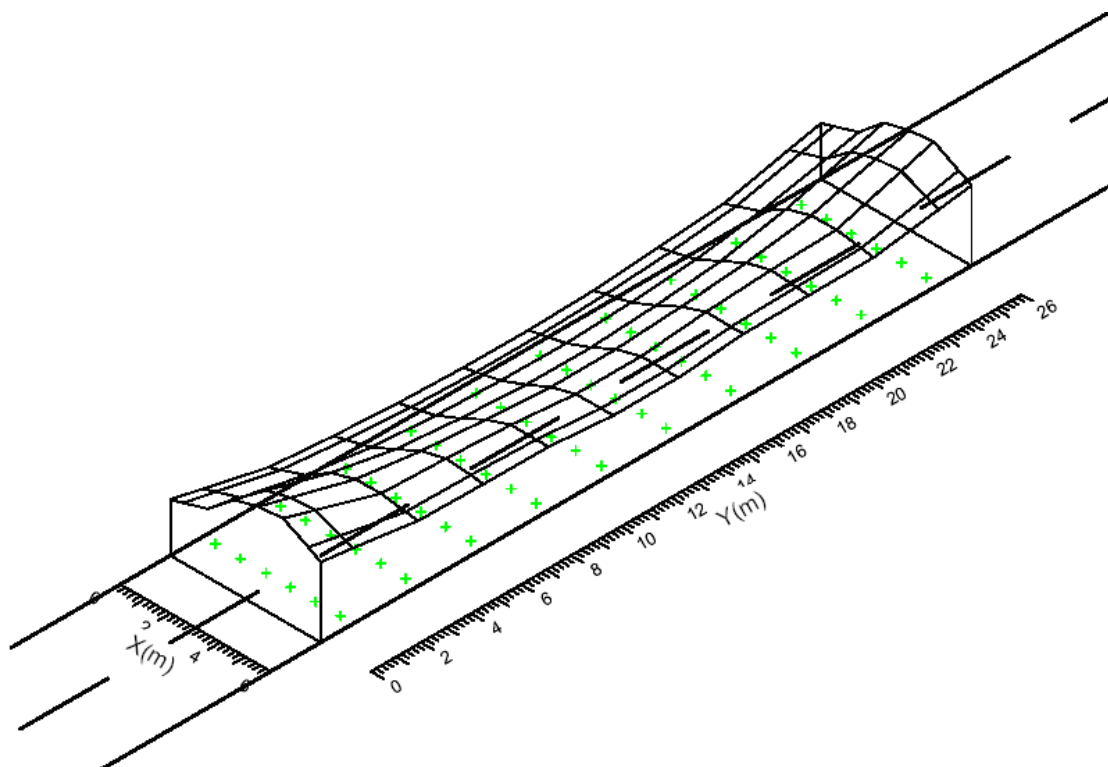


Σχήμα A.36

- Κλάση φωτισμού M3, σχήμα 3

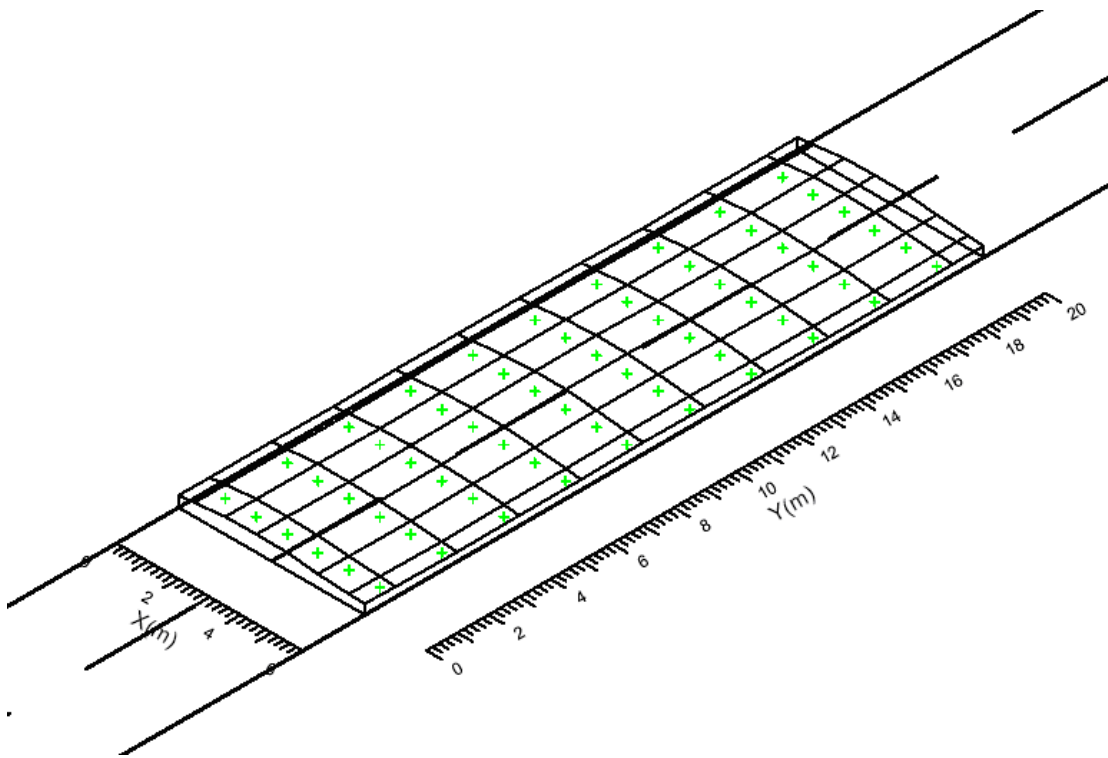


Σχήμα A.37

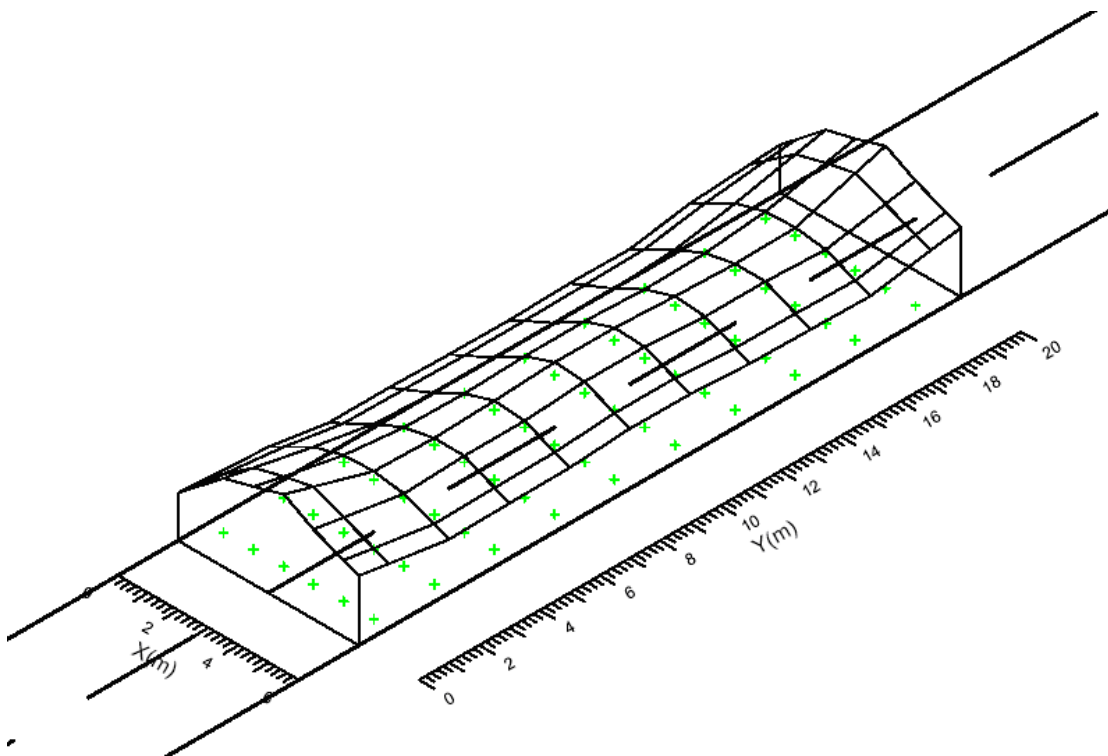


Σχήμα A.38

- Κλάση φωτισμού M3, σχήμα 4

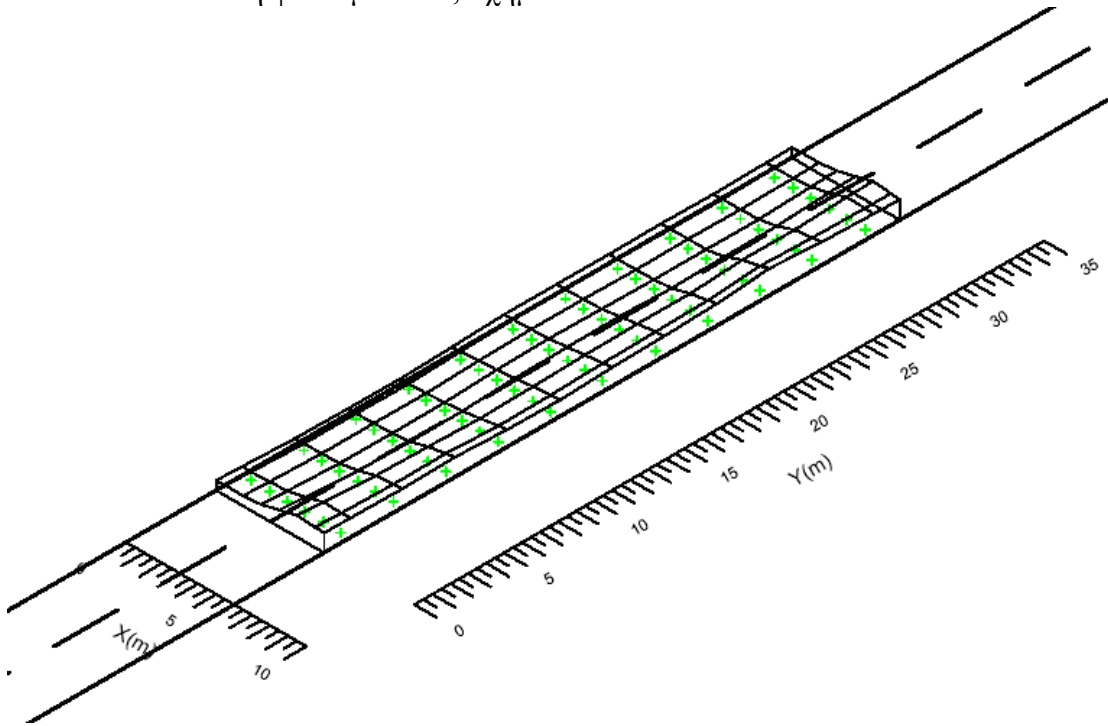


Σχήμα A.39

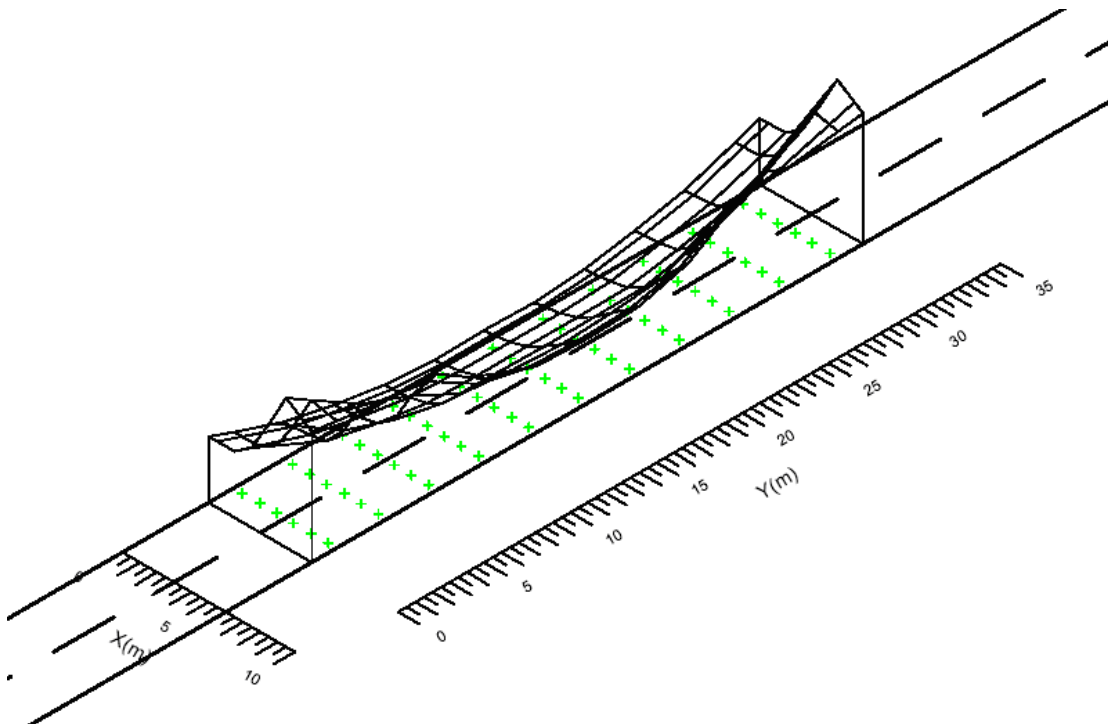


Σχήμα A.40

- Κλάση φωτισμού M3, σχήμα 5

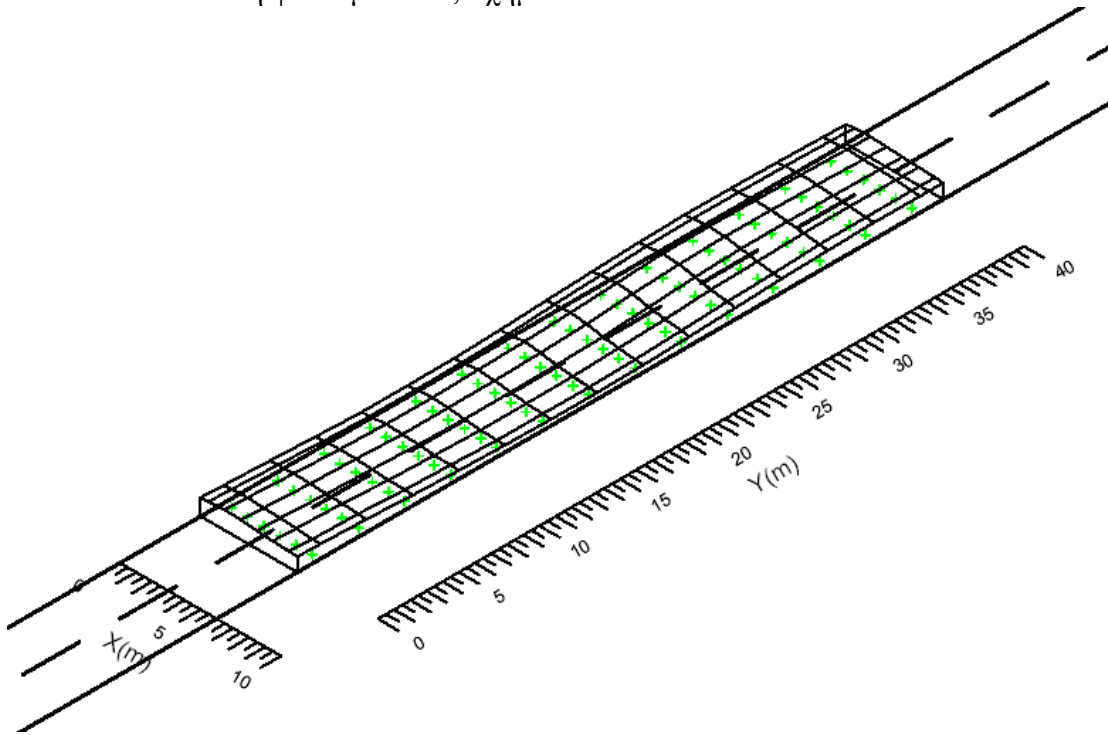


Σχήμα A.41

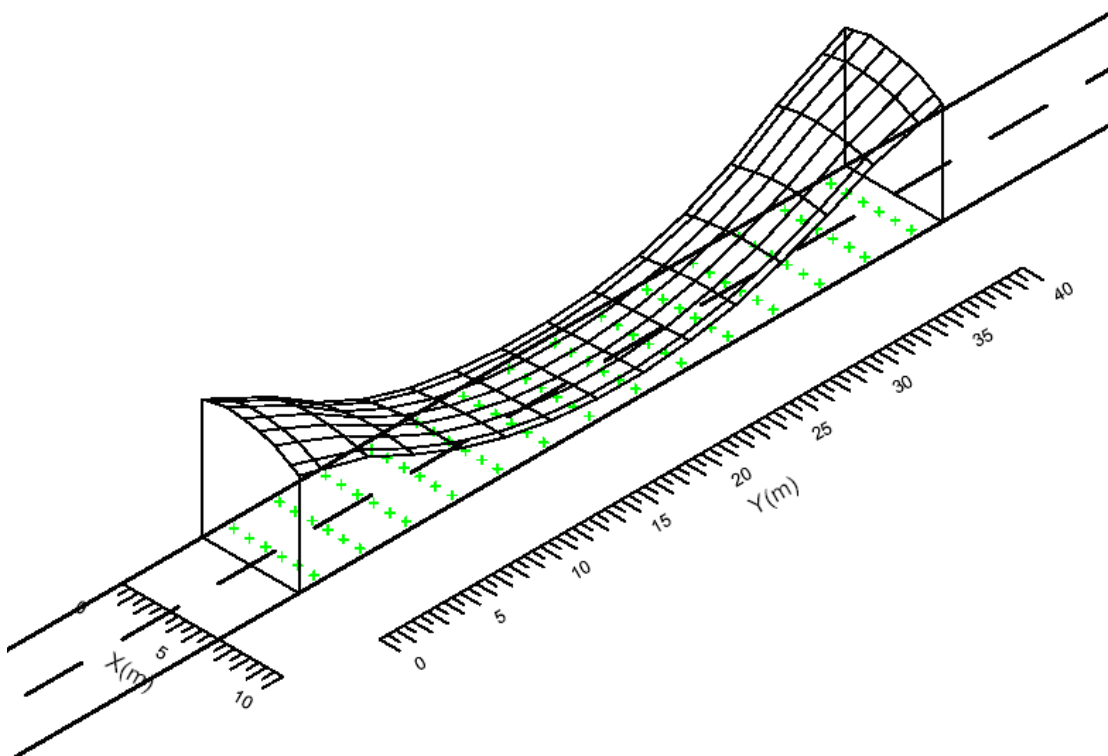


Σχήμα A.42

- Κλάση φωτισμού M3, σχήμα 6

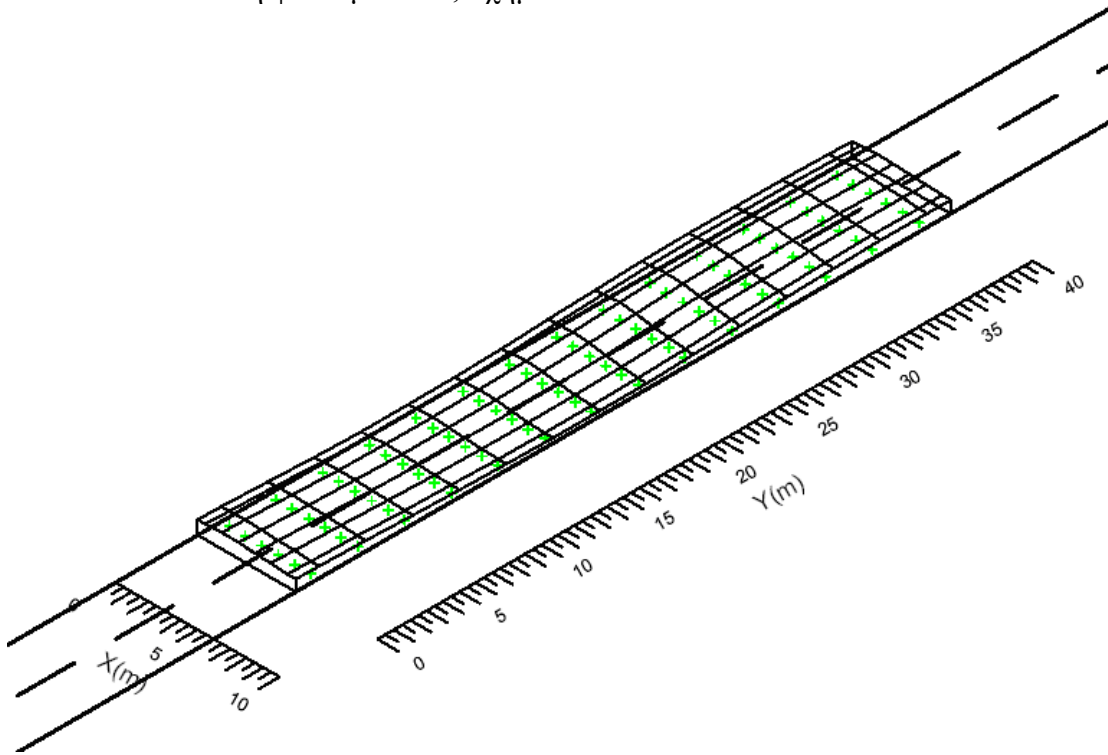


Σχήμα A.43

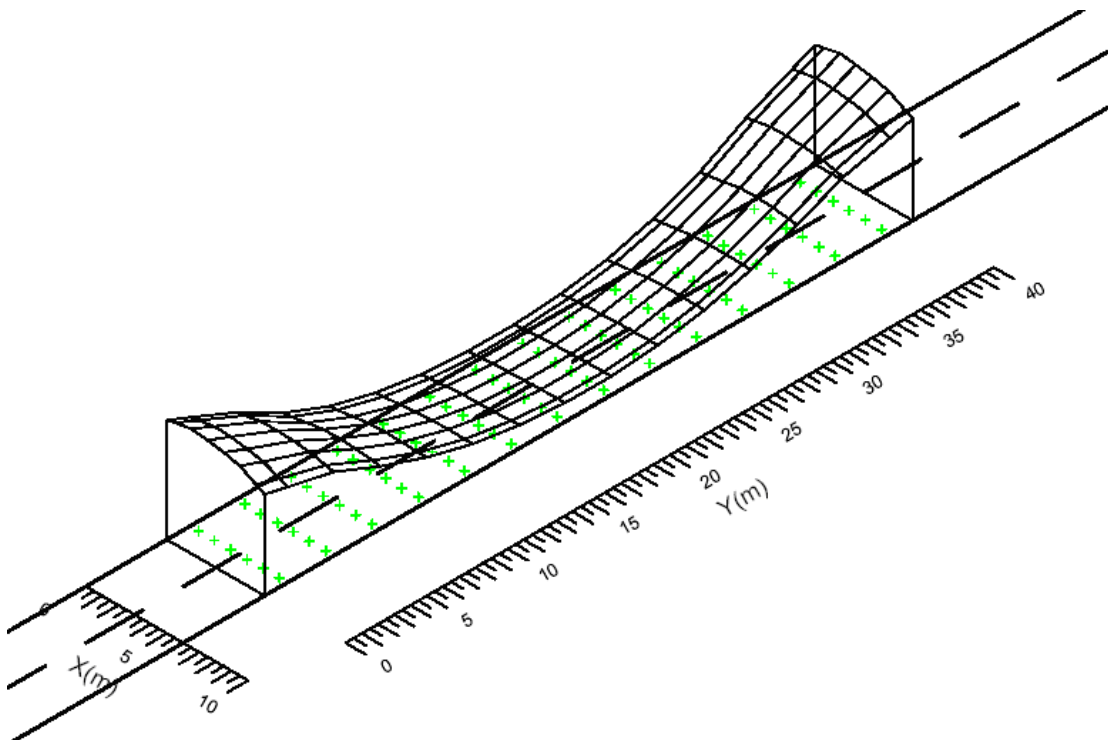


Σχήμα A.44

- Κλάση φωτισμού M3, σχήμα 7

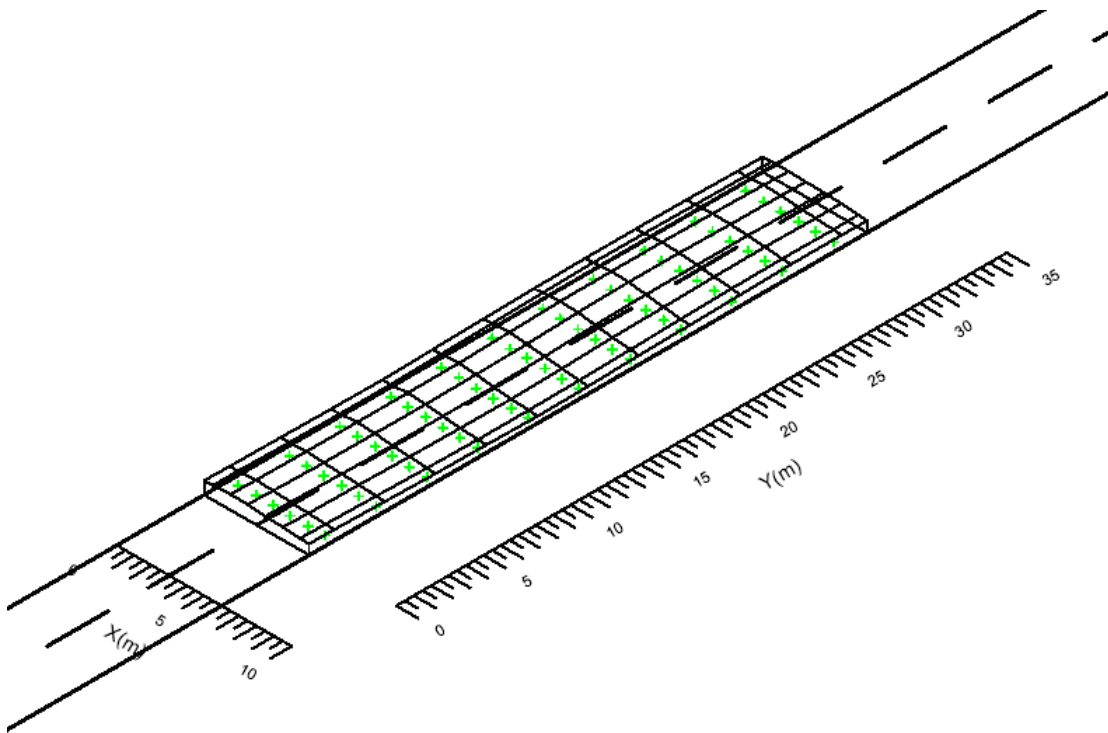


Σχήμα A.45

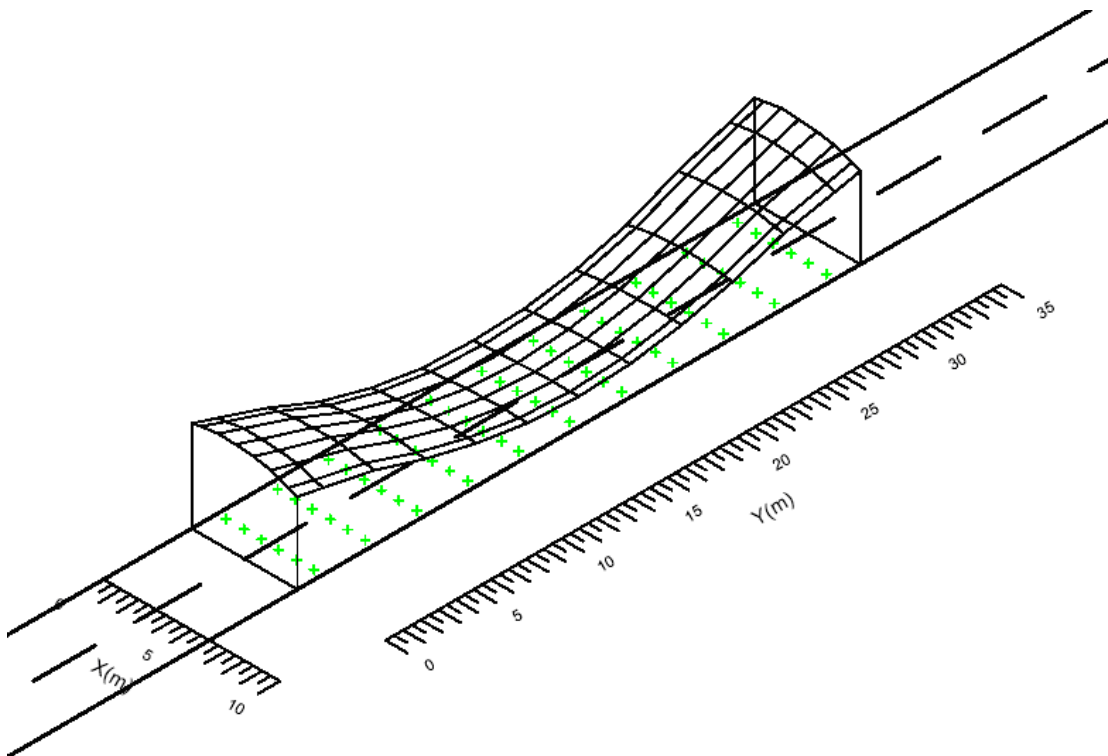


Σχήμα A.46

- Κλάση φωτισμού M3, σχήμα 8

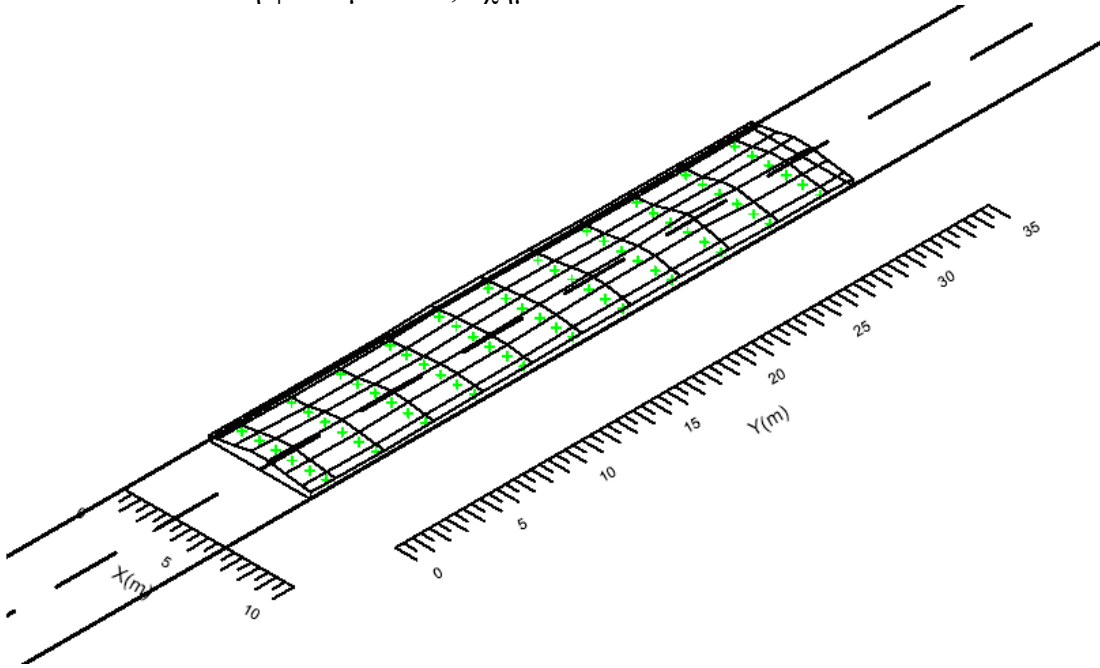


Σχήμα A.47

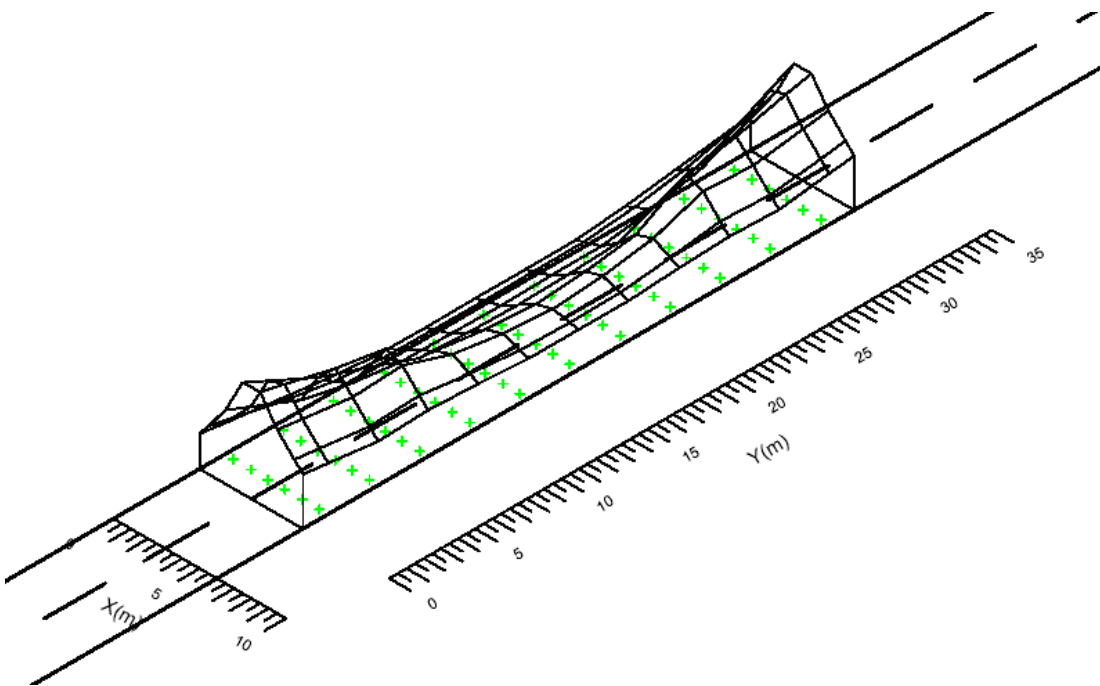


Σχήμα A.48

- Κλάση φωτισμού M4, σχήμα 1

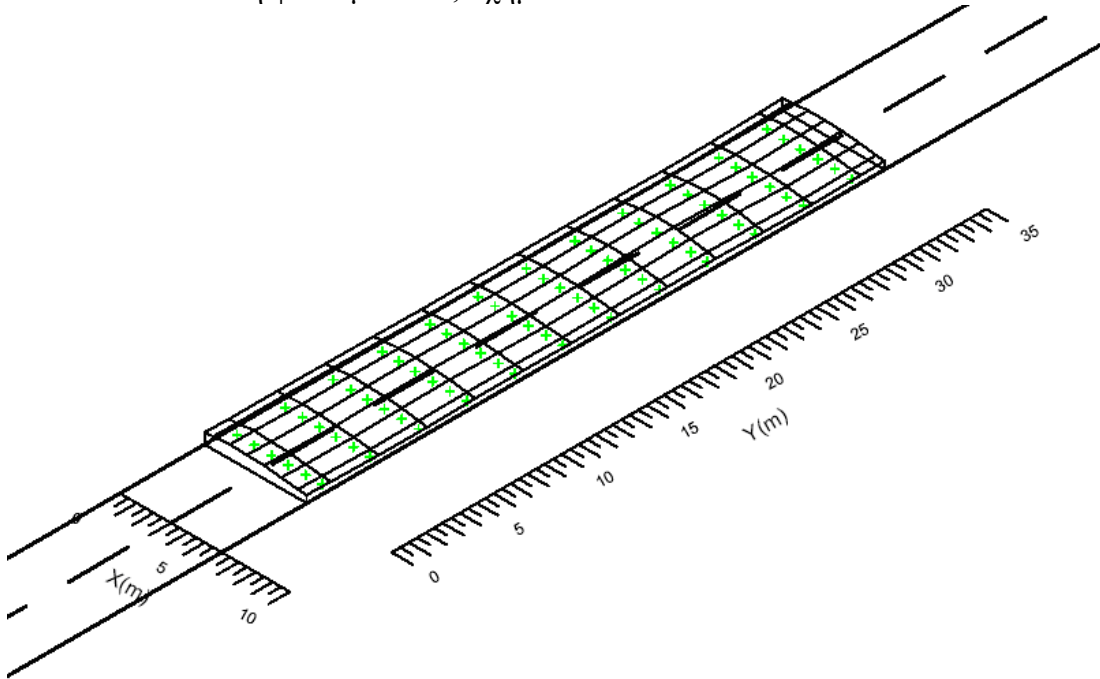


Σχήμα A.49

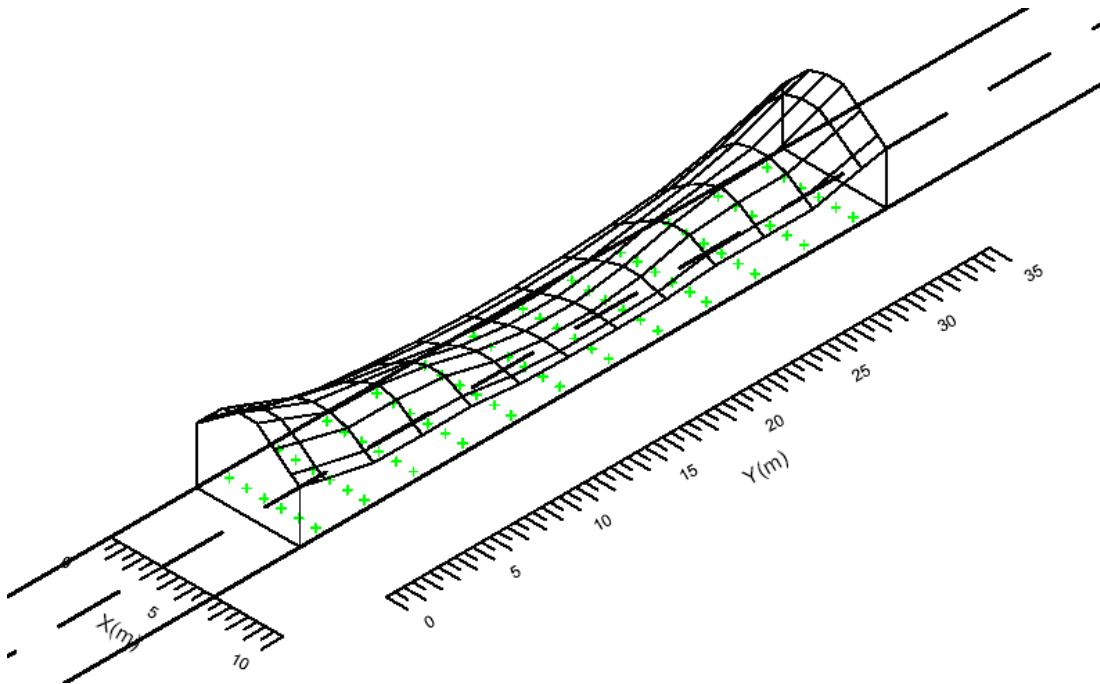


Σχήμα A.50

- Κλάση φωτισμού M4, σχήμα 2

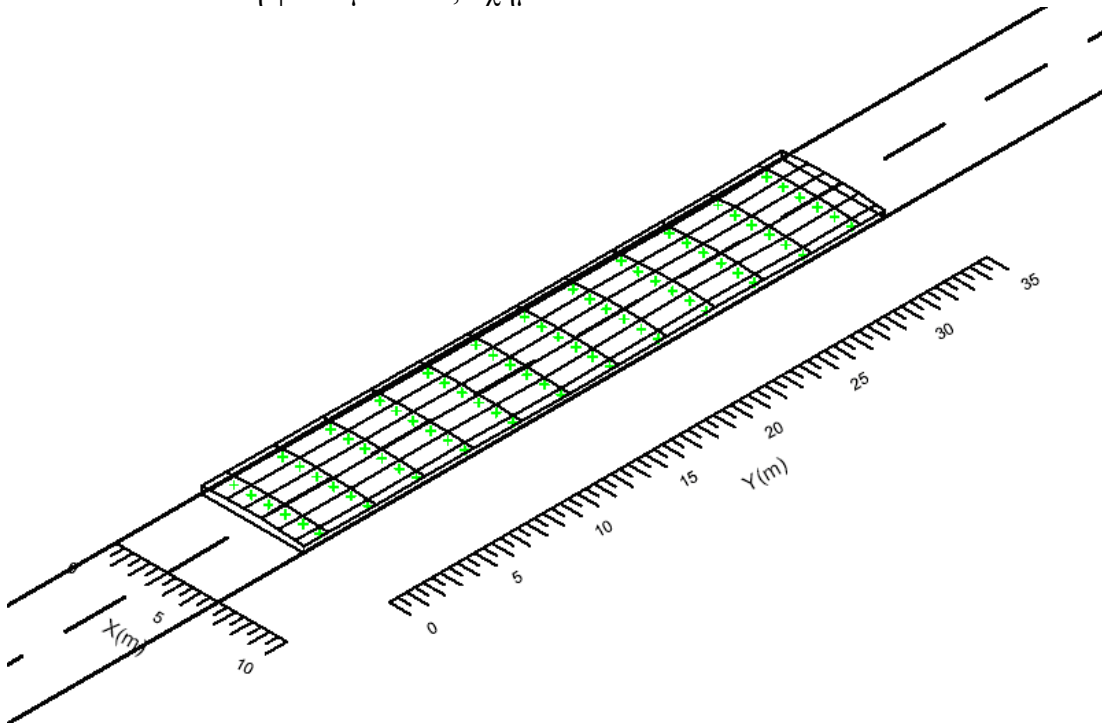


Σχήμα A.51

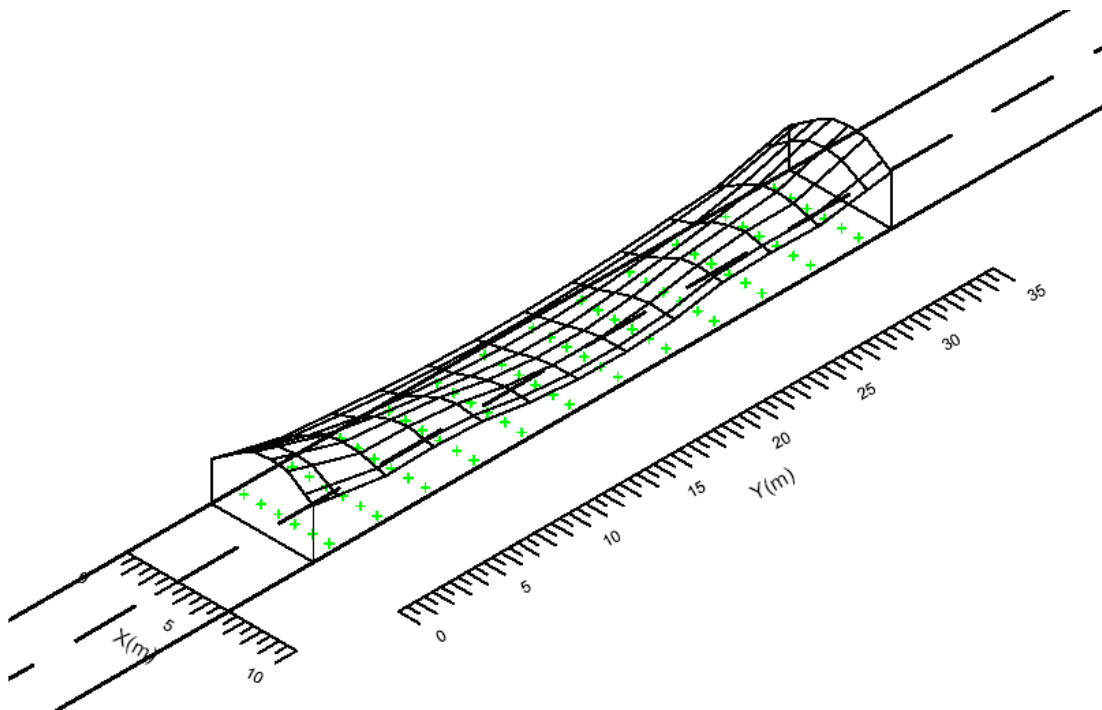


Σχήμα A.52

- Κλάση φωτισμού M4, σχήμα 3

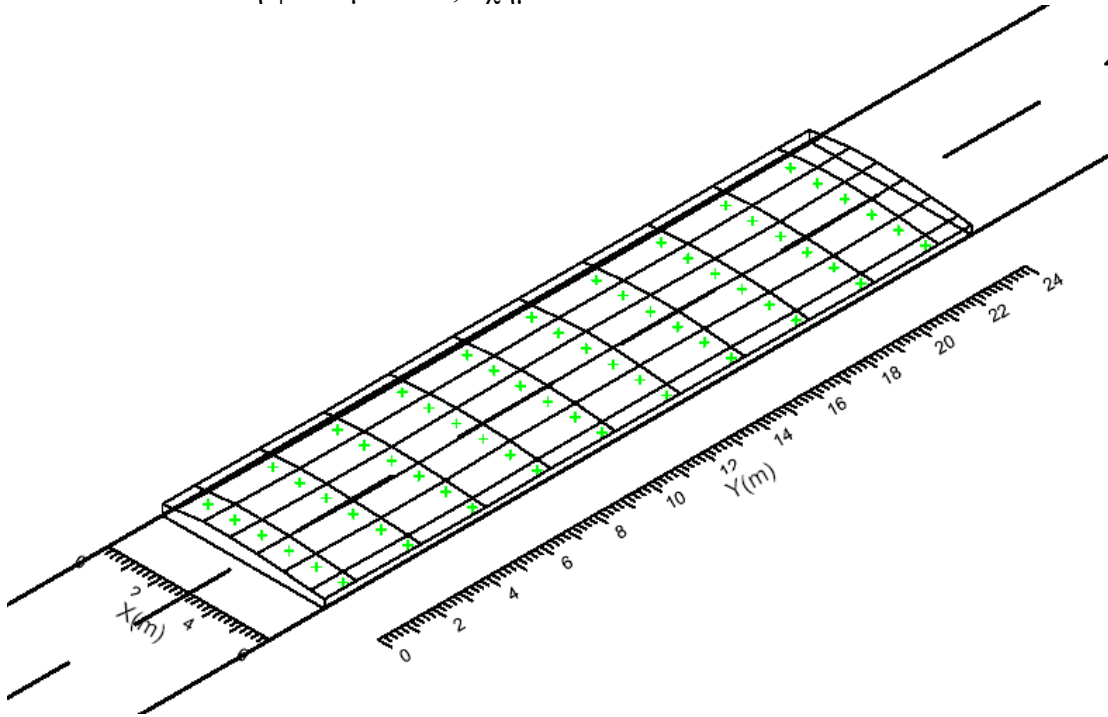


Σχήμα A.53

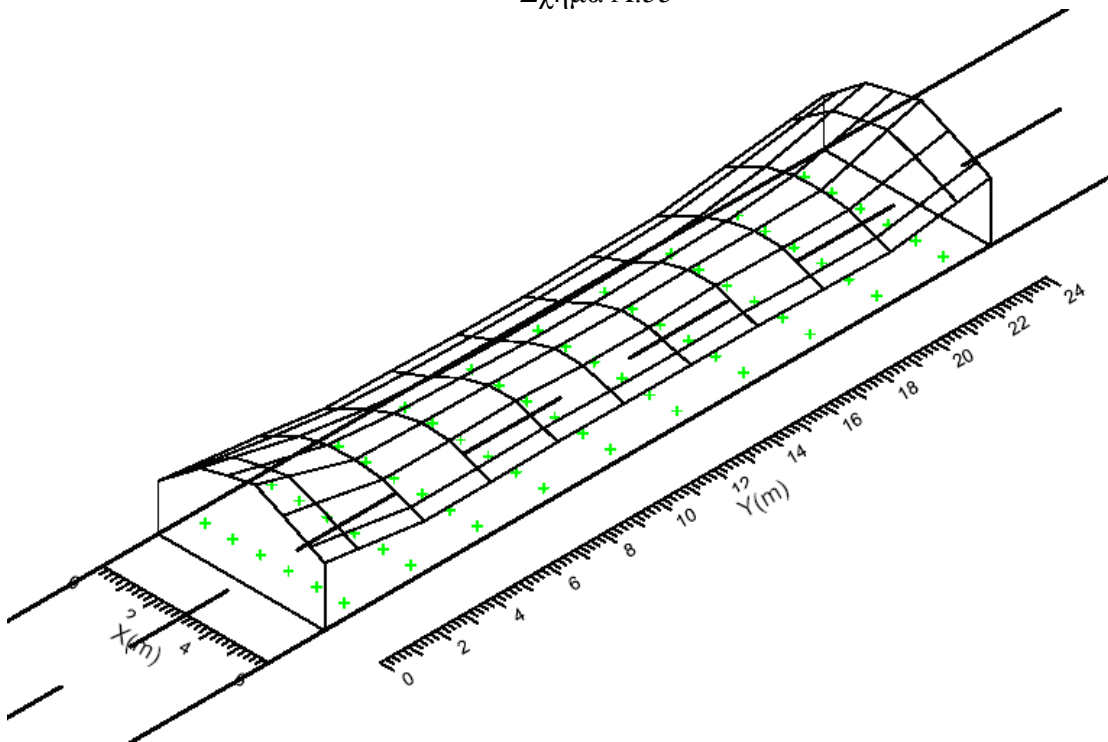


Σχήμα A.54

- Κλάση φωτισμού M4, σχήμα 4

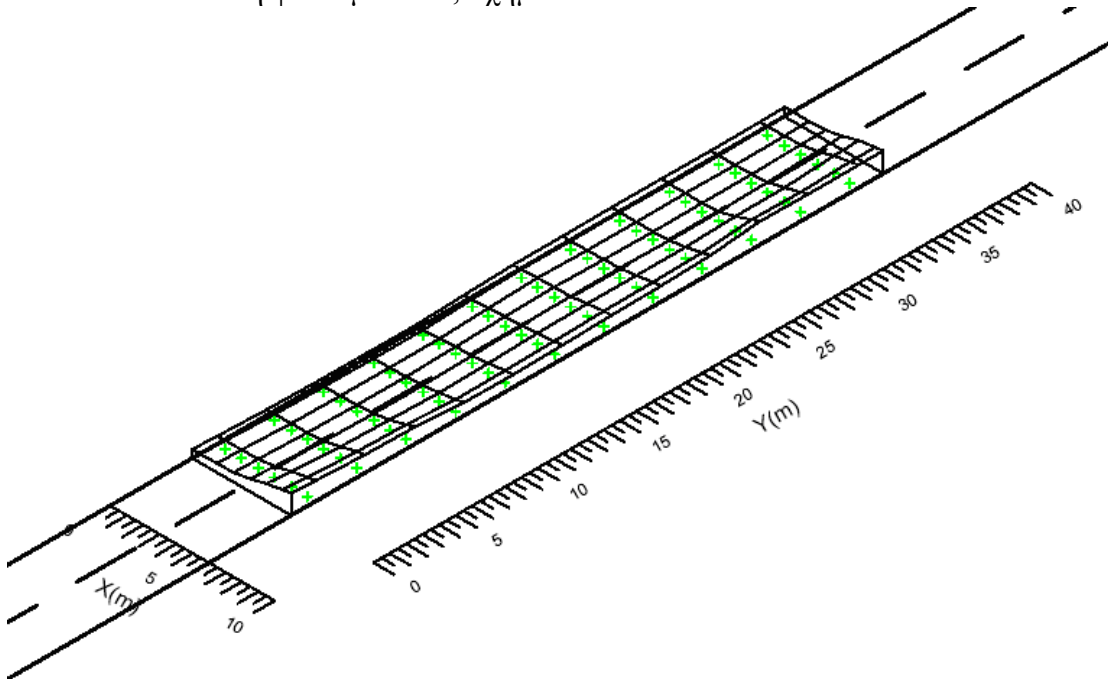


Σχήμα A.55

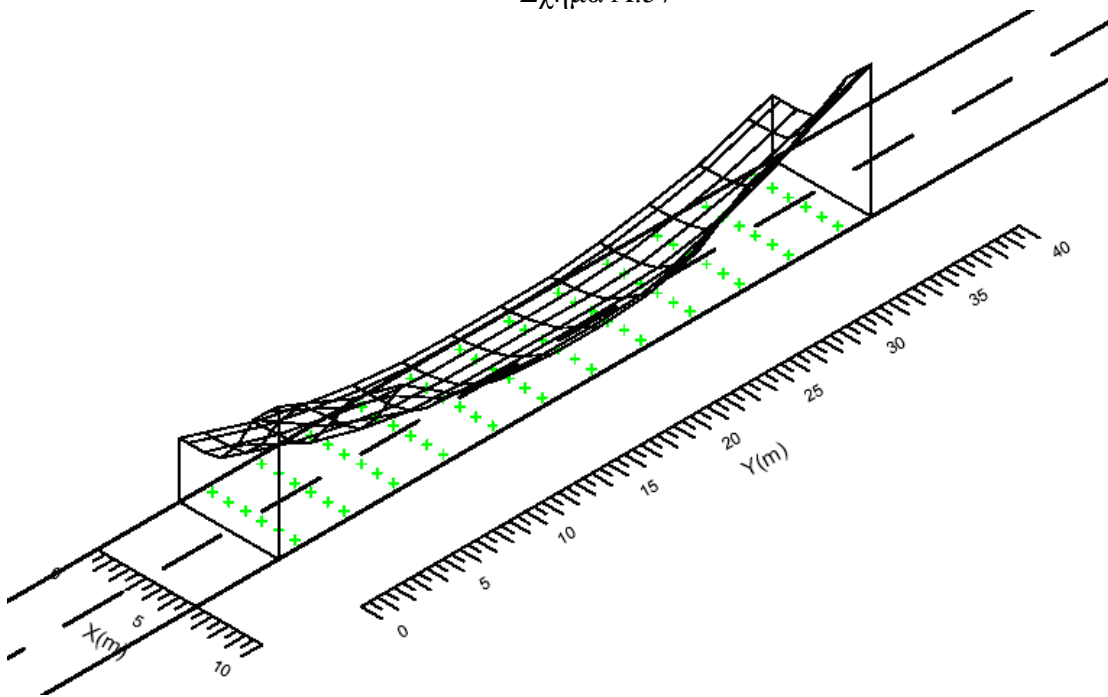


Σχήμα A.56

- Κλάση φωτισμού M4, σχήμα 5

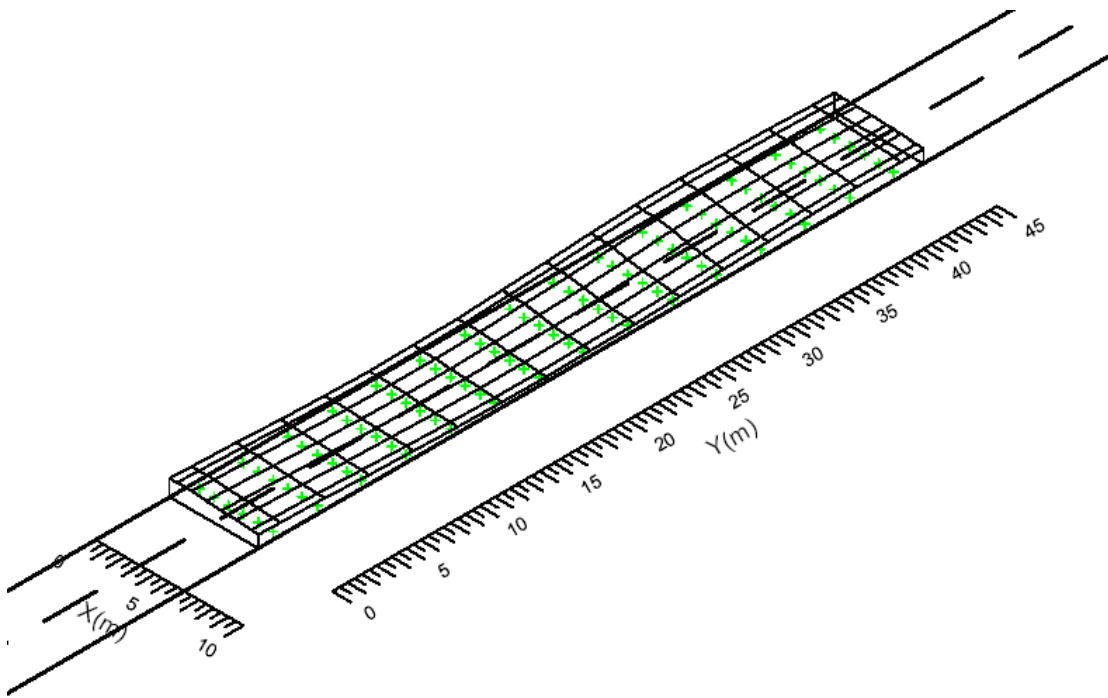


Σχήμα A.57

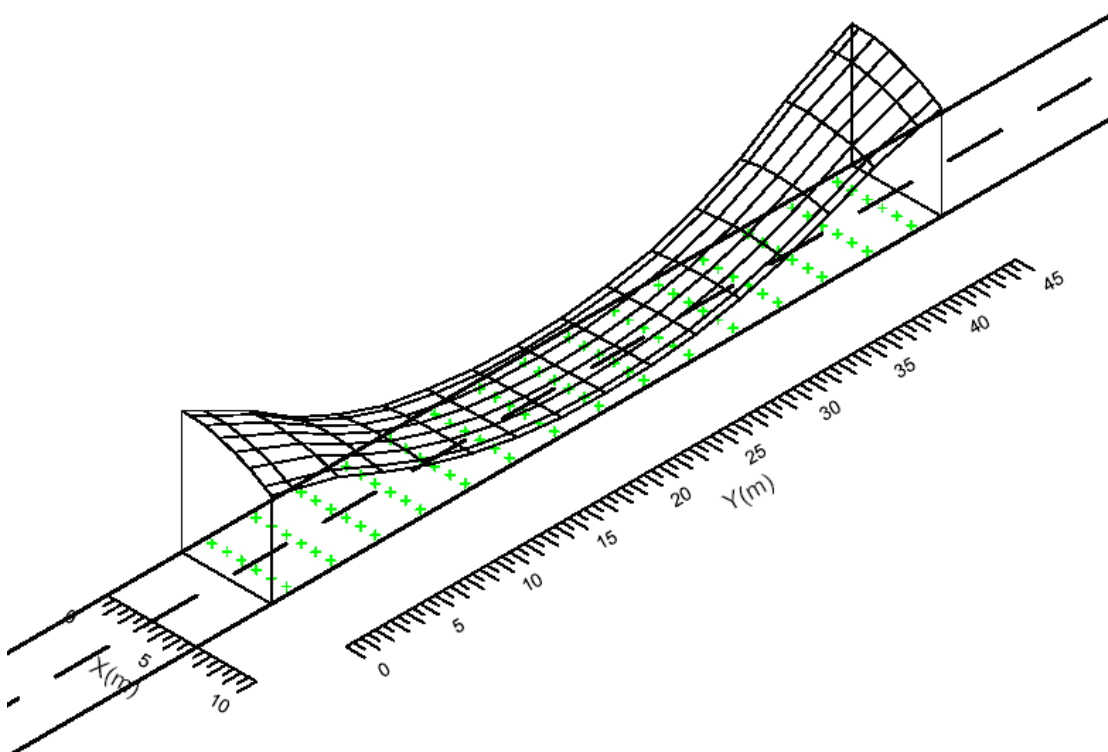


Σχήμα A.58

- Κλάση φωτισμού M4, σχήμα 6

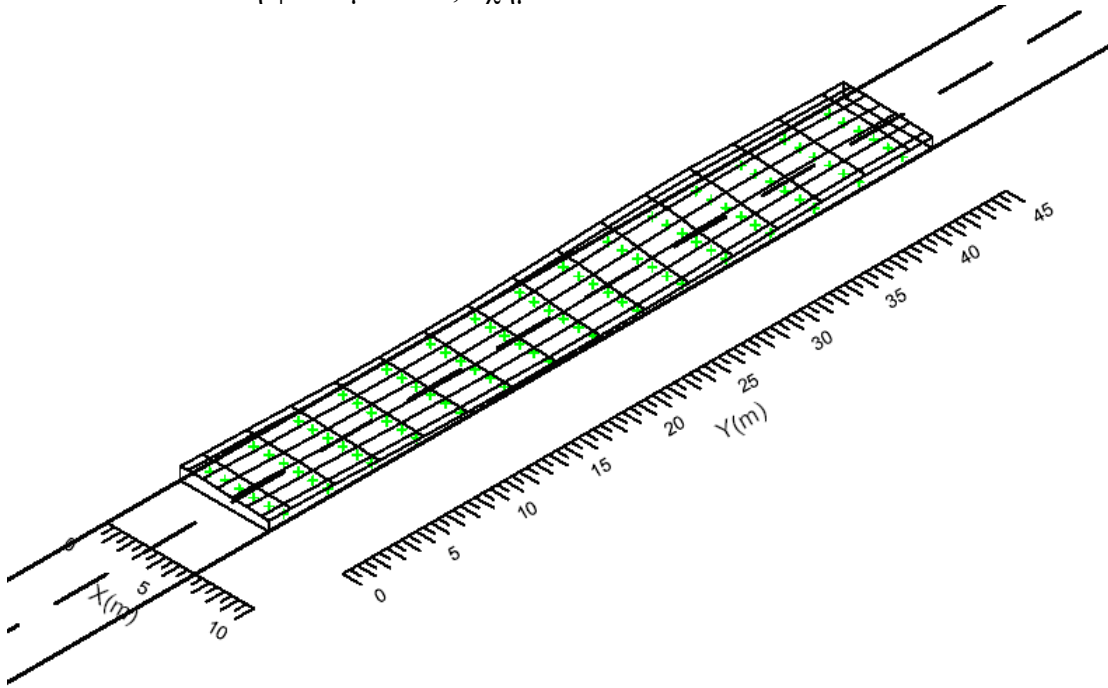


Σχήμα A.59

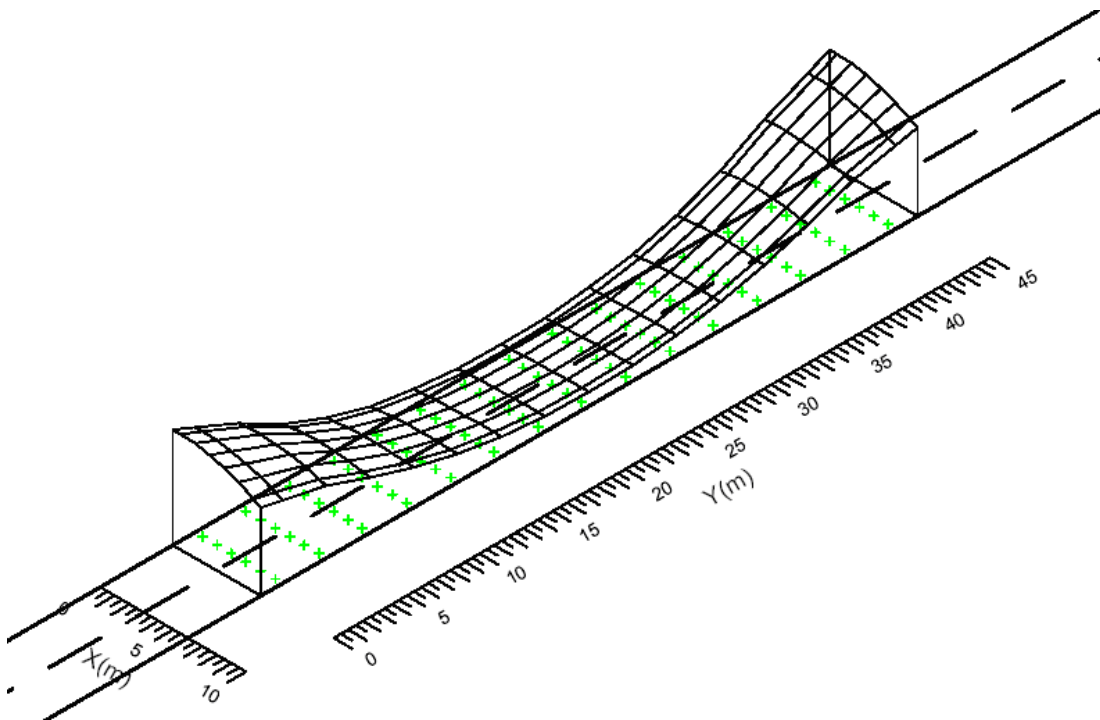


Σχήμα A.60

- Κλάση φωτισμού M4, σχήμα 7

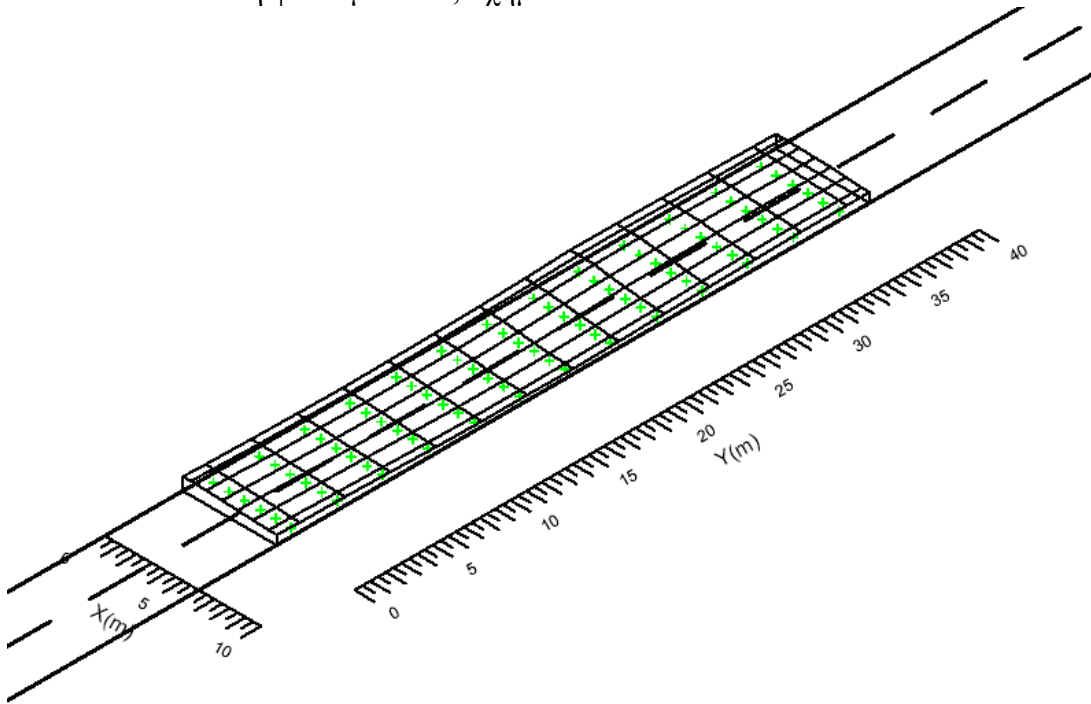


Σχήμα A.61

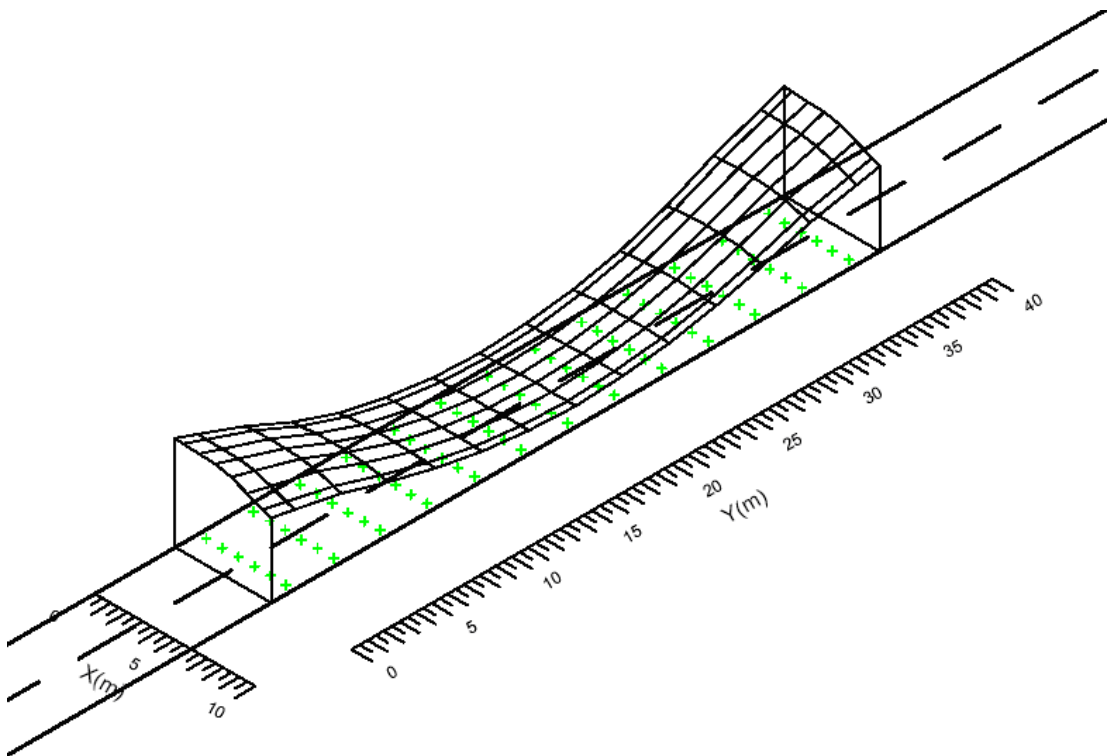


Σχήμα A.62

- Κλάση φωτισμού M4, σχήμα 8



Σχήμα A.63



Σχήμα A.64

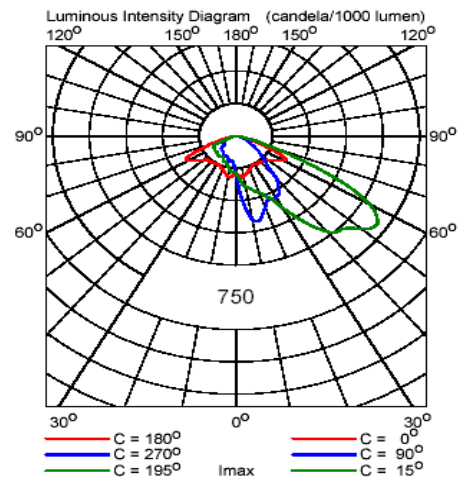
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ

Τα φωτιστικά σώματα που χρησιμοποιήθηκαν για τη μελέτη φωτισμού δρόμου κλάσης M1 είναι τα ακόλουθα:

SGS203 PC P3 1xCDM-T150W/830



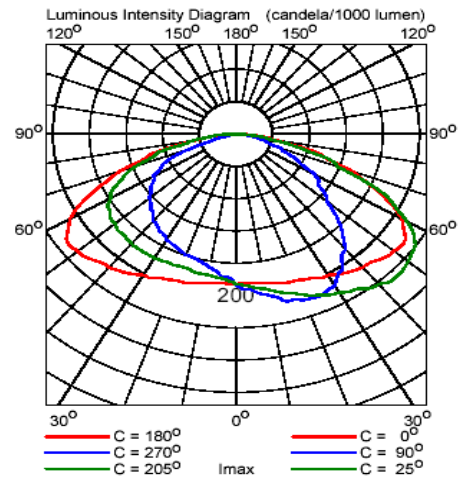
Light output ratios
 DLOR : 0.76
 ULOR : 0.00
 TLOR : 0.76
 Ballast : Standard
 Lamp flux : 14000 lm
 Luminaire wattage : 168.0 W
 Measurement code : LVM7494000



SGS203 PC P3 1xSON-P150W



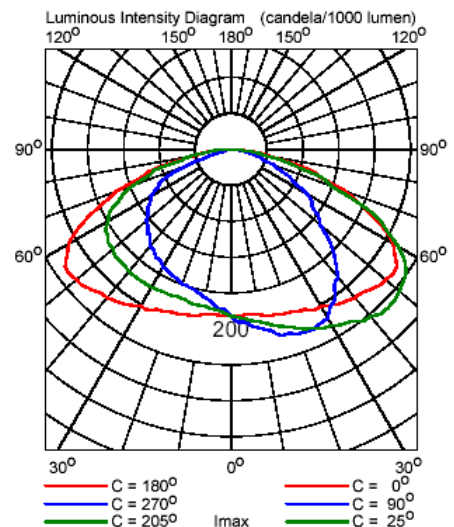
Light output ratios
 DLOR : 0.78
 ULOR : 0.00
 TLOR : 0.78
 Ballast : Standard
 Lamp flux : 17500 lm
 Luminaire wattage : 168.0 W
 Measurement code : MIR5357000



SGS203 PC P3 1xSON-P150W



Light output ratios
 DLOR : 0.78
 ULOR : 0.00
 TLOR : 0.78
 Ballast : Standard
 Lamp flux : 14583 lm
 Luminaire wattage : 168.0 W
 Measurement code : MIR5357000



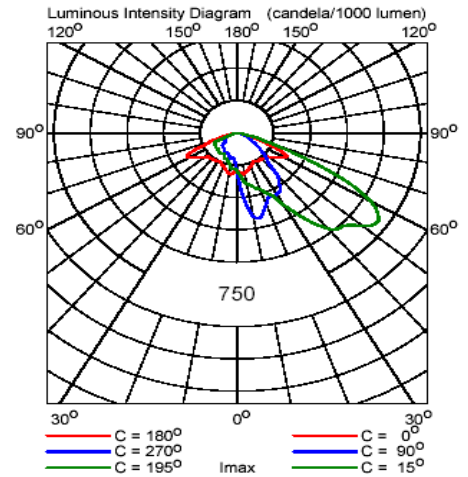
Note: This luminaire is a special version of the mentioned measurement code.

Τα φωτιστικά που χρησιμοποιήθηκαν στην μελέτη φωτισμού δρόμου κλάσης M2 και πλάτους 10m είναι τα εξής:

SGS203 PC P3 1xCDM-T150W/830



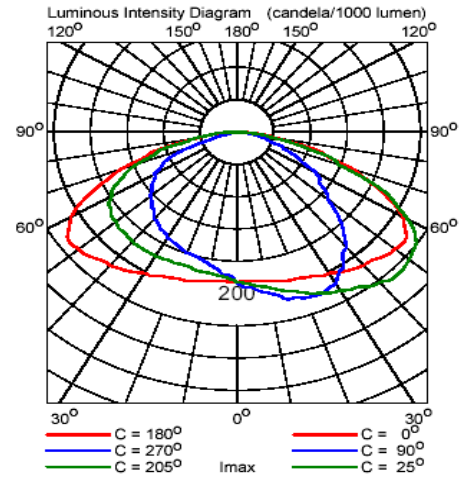
Light output ratios :
 DLOR : 0.76
 ULOR : 0.00
 TLOR : 0.76
 Ballast : Standard
 Lamp flux : 14000 lm
 Luminaire wattage : 168.0 W
 Measurement code : LVM7494000



SGS203 PC P3 1xSON-P150W



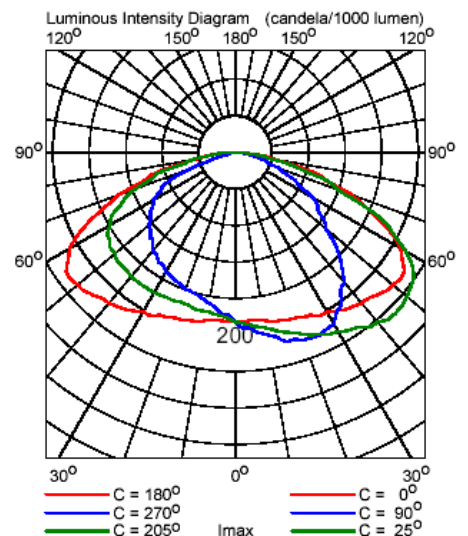
Light output ratios :
 DLOR : 0.78
 ULOR : 0.00
 TLOR : 0.78
 Ballast : Standard
 Lamp flux : 17500 lm
 Luminaire wattage : 168.0 W
 Measurement code : MIR5357000



SGS203 PC P3 1xSON-P150W



Light output ratios :
 DLOR : 0.78
 ULOR : 0.00
 TLOR : 0.78
 Ballast : Standard
 Lamp flux : 13889 lm
 Luminaire wattage : 168.0 W
 Measurement code : MIR5357000



Note: This luminaire is a special version of the mentioned measurement code.

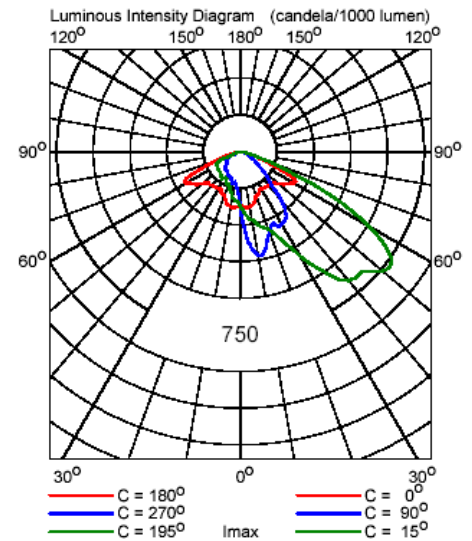
Τα φωτιστικά που χρησιμοποιήθηκαν στην μελέτη φωτισμού δρόμου κλάσης M2 και πλάτους 6m είναι τα εξής:

SGS203 PC P3 1xCDM-T70W/830



Light output ratios
 DLOR : 0.81
 ULOR : 0.00
 TLOR : 0.81
 Ballast : Electronic
 Lamp flux : 6600 lm
 Luminaire wattage : 83.0 W
 Measurement code : LVM7503000

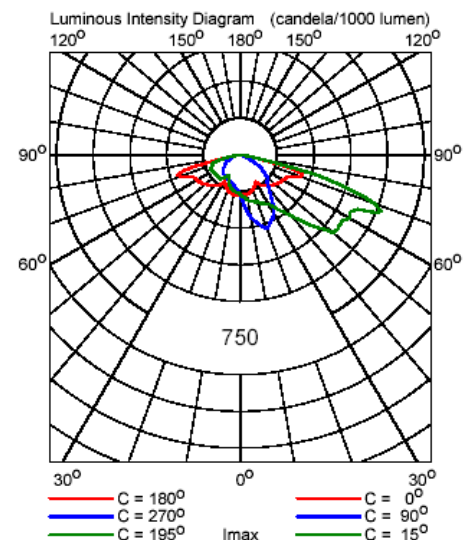
Note: This luminaire is a special version of the mentioned measurement code.



SGS203 PC P3 1xSON-TP70W



Light output ratios
 DLOR : 0.81
 ULOR : 0.00
 TLOR : 0.81
 Ballast : Standard
 Lamp flux : 6600 lm
 Luminaire wattage : 80.0 W
 Measurement code : LVA2033900

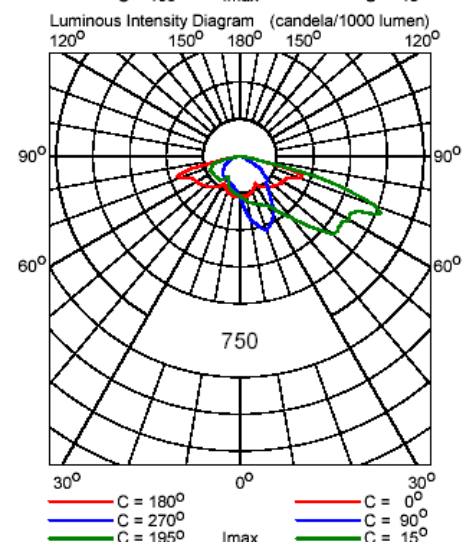


SGS203 PC P3 1xSON-TP70W



Light output ratios
 DLOR : 0.81
 ULOR : 0.00
 TLOR : 0.81
 Ballast : Standard
 Lamp flux : 5238 lm
 Luminaire wattage : 80.0 W
 Measurement code : LVA2033900

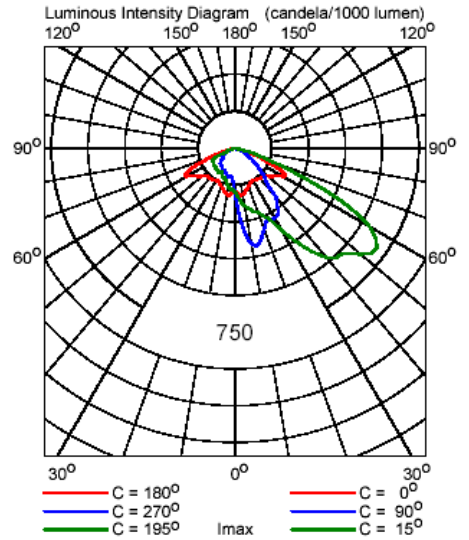
Note: This luminaire is a special version of the mentioned measurement code.



SGS203 PC P3 1xCDM-T150W/830



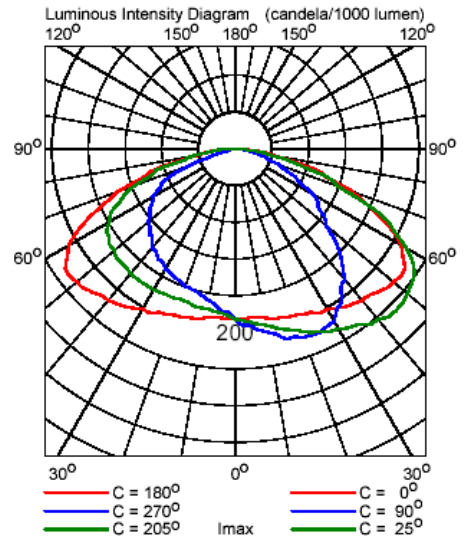
Light output ratios
 DLOR : 0.76
 ULOR : 0.00
 TLOR : 0.76
 Ballast : Electronic
 Lamp flux : 14000 lm
 Luminaire wattage : 166.0 W
 Measurement code : LVM7494000



SGS203 PC P3 1xSON-P150W



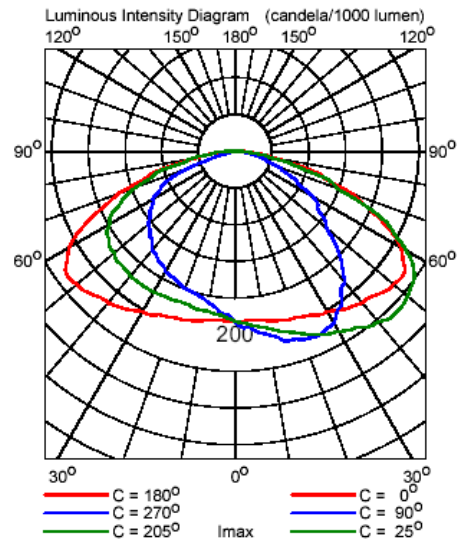
Light output ratios
 DLOR : 0.78
 ULOR : 0.00
 TLOR : 0.78
 Ballast : Standard
 Lamp flux : 17500 lm
 Luminaire wattage : 168.0 W
 Measurement code : MIR5357000



SGS203 PC P3 1xSON-P150W



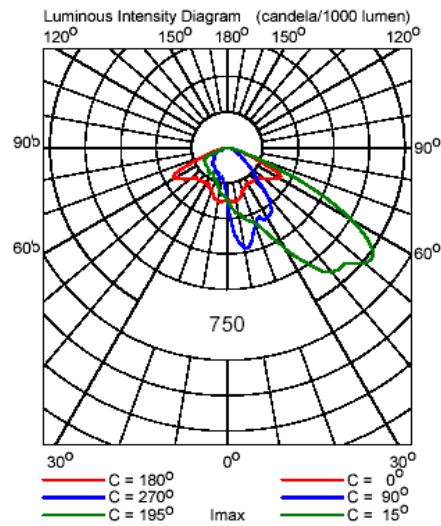
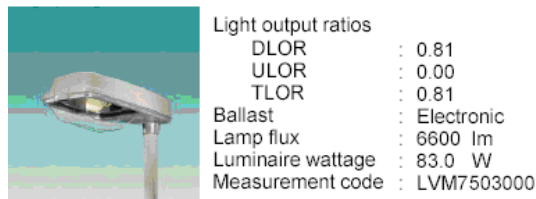
Light output ratios
 DLOR : 0.78
 ULOR : 0.00
 TLOR : 0.78
 Ballast : Standard
 Lamp flux : 13889 lm
 Luminaire wattage : 168.0 W
 Measurement code : MIR5357000



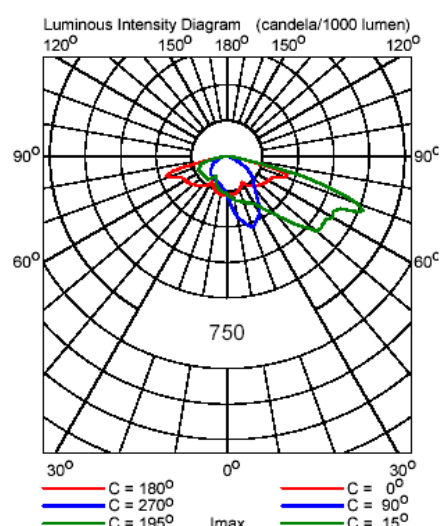
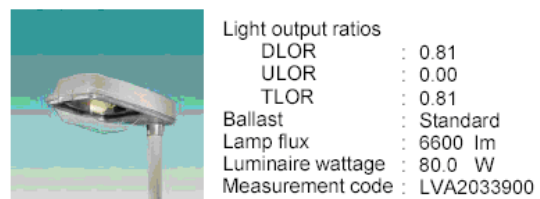
Note: This luminaire is a special version of the mentioned measurement code.

Τα φωτιστικά σώματα που χρησιμοποιήθηκαν στη μελέτη φωτισμού δρόμου κλάσης M3 είναι τα εξής:

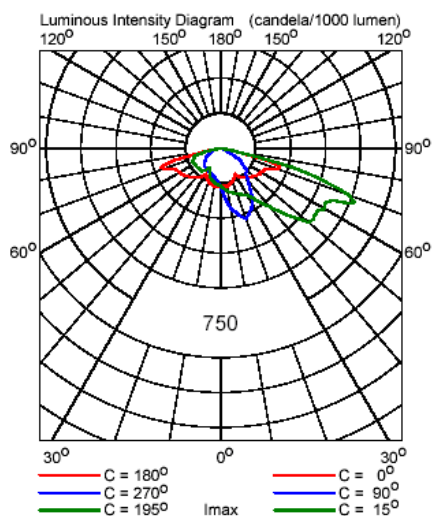
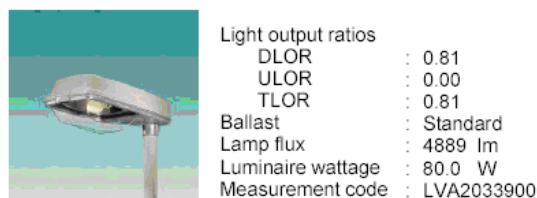
SGS203 PC P3 1xCDM-T70W/830



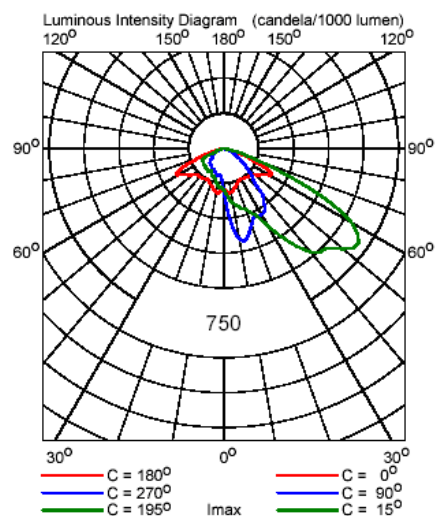
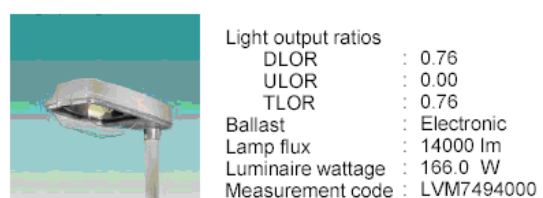
SGS203 PC P3 1xSON-TP70W



SGS203 PC P3 1xSON-TP70W



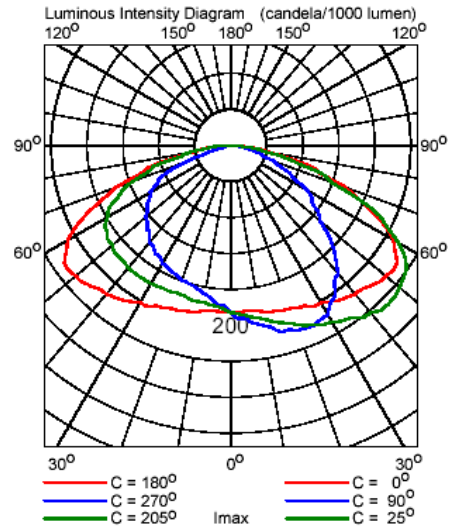
SGS203 PC P3 1xCDM-T150W/830



SGS203 PC P3 1xSON-P150W



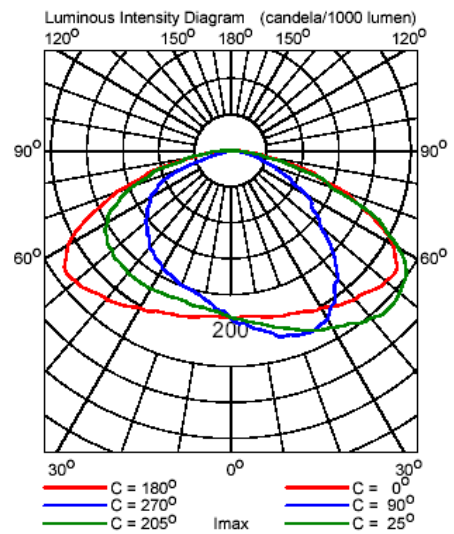
Light output ratios
 DLOR : 0.78
 ULOR : 0.00
 TLOR : 0.78
 Ballast : Standard
 Lamp flux : 17500 lm
 Luminaire wattage : 168.0 W
 Measurement code : MIR5357000



SGS203 PC P3 1xSON-P150W



Light output ratios
 DLOR : 0.78
 ULOR : 0.00
 TLOR : 0.78
 Ballast : Standard
 Lamp flux : 12963 lm
 Luminaire wattage : 168.0 W
 Measurement code : MIR5357000



Note: This luminaire is a special version of the mentioned measurement code.

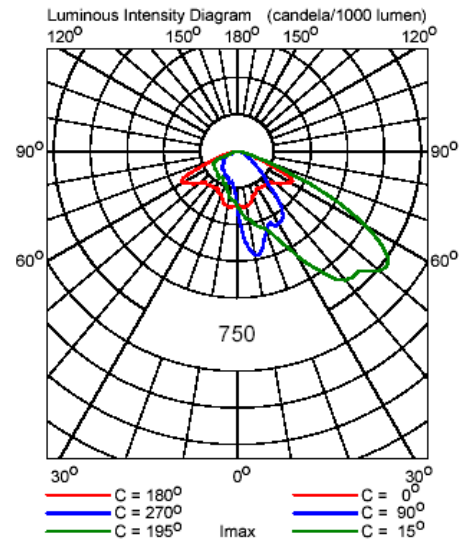
Τα φωτιστικά σώματα που χρησιμοποιήθηκαν στη μελέτη φωτισμού δρόμου κλάσης M4 είναι τα εξής:

SGS203 PC P3 1xCDM-T70W/830



Light output ratios
 DLOR : 0.81
 ULOR : 0.00
 TLOR : 0.81
 Ballast : Electronic
 Lamp flux : 6600 lm
 Luminaire wattage : 83.0 W
 Measurement code : LVM7503000

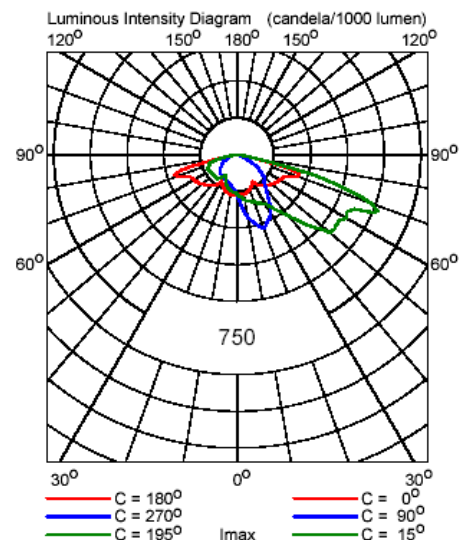
Note: This luminaire is a special version of the mentioned measurement code.



SGS203 PC P3 1xSON-TP70W



Light output ratios
 DLOR : 0.81
 ULOR : 0.00
 TLOR : 0.81
 Ballast : Standard
 Lamp flux : 6600 lm
 Luminaire wattage : 80.0 W
 Measurement code : LVA2033900

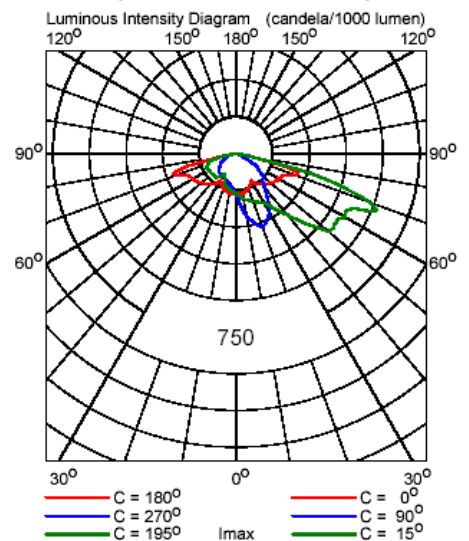


SGS203 PC P3 1xSON-TP70W



Light output ratios
 DLOR : 0.81
 ULOR : 0.00
 TLOR : 0.81
 Ballast : Standard
 Lamp flux : 4648 lm
 Luminaire wattage : 80.0 W
 Measurement code : LVA2033900

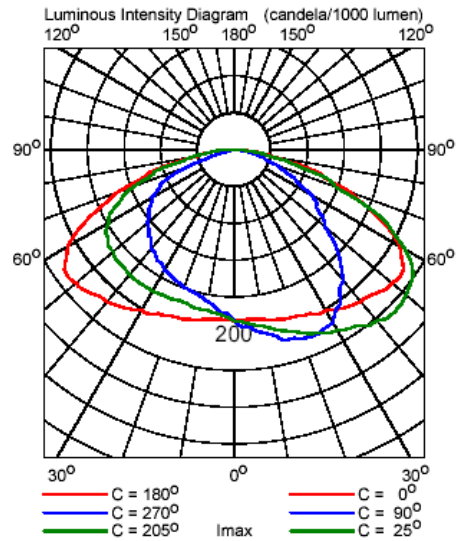
Note: This luminaire is a special version of the mentioned measurement code.



SGS203 PC P3 1xSON-P150W



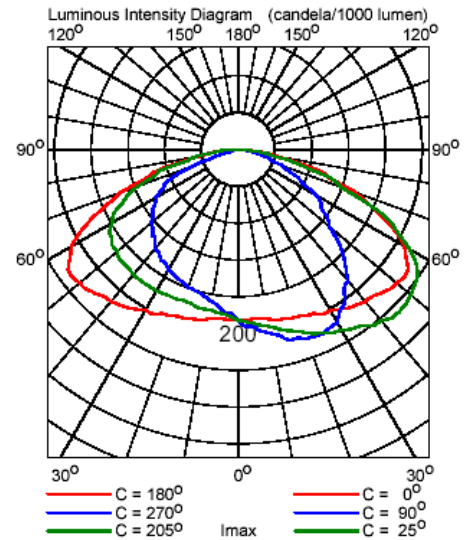
Light output ratios
 DLOR : 0.78
 ULOR : 0.00
 TLOR : 0.78
 Ballast : Standard
 Lamp flux : 17500 lm
 Luminaire wattage : 168.0 W
 Measurement code : MIR5357000



SGS203 PC P3 1xSON-P150W



Light output ratios
 DLOR : 0.78
 ULOR : 0.00
 TLOR : 0.78
 Ballast : Standard
 Lamp flux : 12324 lm
 Luminaire wattage : 168.0 W
 Measurement code : MIR5357000

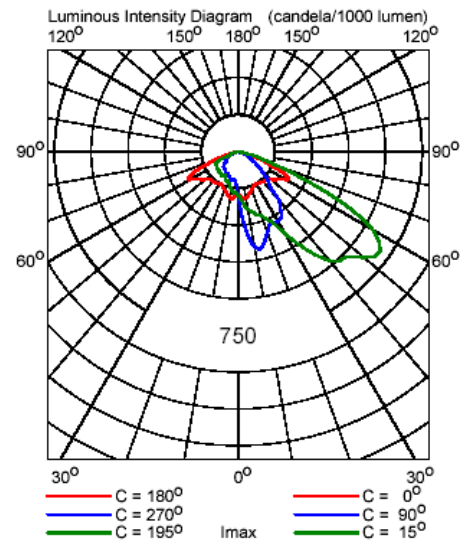


Note: This luminaire is a special version of the mentioned measurement code.

SGS203 PC P3 1xCDM-T150W/830



Light output ratios
 DLOR : 0.76
 ULOR : 0.00
 TLOR : 0.76
 Ballast : Standard
 Lamp flux : 14000 lm
 Luminaire wattage : 168.0 W
 Measurement code : LVM7494000



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ
Α.Τ.Η.Ε.

ΒΑΣΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ ΗΜΕΡΟΜΙΣΘΙΩΝ ΚΑΙ ΥΛΙΚΩΝ

ΜΕΛΕΤΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

ΓΕΝΙΚΑ

Ισχύουν οι βασικές τιμές ημερομισθίων και υλικών του πρακτικού της επιτροπής διαπίστωσης τιμών δημοσίων έργων του Δ' ημερολογιακού τριμήνου του 2004 και για όσες τιμές δεν υπάρχουν στο πρακτικό, ισχύουν οι τρέχουσες τιμές της αγοράς για την ίδια εποχή και στον τόπο του έργου.

1. ΤΙΜΕΣ ΗΜΕΡΟΜΙΣΘΙΩΝ

Χρόνος: 2004 Περίοδος: Δ' τρίμηνο

ΑΤ	ΕΙΔΙΚΟΤΗΤΑ	ΗΜΕΡΟ- ΜΙΣΘΙΑ ΕΥΡΩ	ΠΡΟΣΑΥ- ΞΗΣΕΙΣ (%)	ΣΥΝΟΛ. ΗΜΕΡΟΜ. ΕΥΡΩ	ΩΡΕΣ ΕΡΓ.	ΩΡΟ- ΜΙΣΘΙΟ ΕΥΡΩ
001	Εργάτης	46,00	81,17	83,33	6,46	12,90
002	Βοηθός	51,13	81,17	92,64	6,46	14,34
003	Τεχνίτης	67,71	81,17	122,68	6,46	18,99
005	Χειριστής ελαφρού μηχανήματος	56,26	81,17	101,92	6,67	15,28

2. ΤΙΜΕΣ ΒΑΣΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ – ΜΙΣΘΩΜΑΤΩΝ

Χρόνος: 2004 Περίοδος: Δ' τρίμηνο

Α/Α	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΛΙΚΟΥ	ΑΤ	ΕΙΔΟΣ ΜΟΝΑΔ	ΒΑΣΙΚΗ ΤΙΜΗ ΕΥΡΩ
1	Μίσθωμα αναμικτήρα σκυροδέμ. των 250 λίτρων	013.	Ημ.	25,47
2	Νερό	021.	m ³	2,31
3	Άσβεστος άνυδρος	022.	Kg	0,06
4	Τσιμέντο	026.	Kg	0,08
5	Άμμος κονιαμάτων	051.	m ³	12,19
6	Άμμος κονιοδεμάτων	052.	m ³	12,19
7	Σκύρα διαστάσεων 0,7 έως 3cm	062.	m ³	10,87
8	Διάτρητοι πλίνθοι διαστ. 19X9X6cm	111.	Τεμ.	0,06
9	Χάλυβας οπλισμών στρεπτός με νευρώσεις (S500) Φ8 mm	260.	Kg	0,49
10	Βενζίνη	482.	Lit	0,79
11	Ορυκτέλαιο	484.	Kg	2,22
12	Πλαστικός σωλήνας αποχέτευσης από σκληρό P.V.C., πίεσης λειτουργίας 4 ATM για 20°C, 4,0 ATM, διαμ. 110mm	572.1.8	m	5,50
13	Καλύμματα φρεατίων από χυτοσίδηρο	N590.	Kg	6,60
14	Ηλεκτρόδιο γείωσης χάλκινο τύπου COPPERWELD, διαμ. ½ INS, μήκους 2,50m	N807.51.3	Τεμ.	24,00
15	Αγωγός γυμνός χάλκινος, πολύκλωνος, διατ. 25mm ²	813.2.3	m	1,41
16	Αγωγός γυμνός χάλκινος, πολύκλωνος, διατ. 95mm ²	813.2.7	m	3,19
17	Καλώδιο τύπου NYM, τριπολικό, διατ. 3x2,5mm ²	816.3.2	m	0,58
18	Καλώδιο τύπου NYΥ, τετραπολικό, διατομής 4x10mm ²	820.5.5	m	2,73
19	Ηλεκτρικός πίνακας από χαλυβδοέλασμα ντεκαπέ και μορφοσίδηρο με πόρτα, προστασίας P30, εντοιχισμένος, διαστ.35X25cm	835.1.1	Τεμ.	39,00
20	Διακόπτης ΡΑССО χωνευτός, συνδεσμολογίας 1, διπολικός, έντασης 25 Α	848.2.2	Τεμ.	85,00
21	Ρευματοδότης πίνακα SCHUKO, διπολικός, έντασης 16 Α	857.1.1	Τεμ.	4,90
22	Μικροαυτόματος για ασφάλιση ηλεκτρικών γραμμών, ενδεικτικού τύπου WL-SIEMENS, μονοπολικός, έντασης 25 Α	859.1.5	Τεμ.	4,40

A/A	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΛΙΚΟΥ	ΑΤ	ΕΙΔΟΣ ΜΟΝΑΔ	ΒΑΣΙΚΗ ΤΙΜΗ ΕΥΡΩ
23	Λυχνία ατμών νατρίου υψηλής πίεσης, ενδ. τύπου PHILIPS SON TP 70W	N880.25.1	Τεμ.	20,00
24	Λυχνία ατμών νατρίου υψηλής πίεσης, ενδ. τύπου PHILIPS SON TP 150W	N880.25.2	Τεμ.	22,26
25	Λυχνία μεταλλικών αλογονιδίων ενδ. τύπου PHILIPS CDM T 70W /830	N880.35.1	Τεμ.	33,85
26	Λυχνία μεταλλικών αλογονιδίων ενδ. τύπου PHILIPS CDM T 150W/830	N880.35.2	Τεμ.	33,85
27	Ευθύγραμμος μεταλλικός βραχίονας μικρού μήκους, μονός, μήκους 0,50m	N930.15.1	Τεμ.	18,00
28	Ευθύγραμμος μεταλλικός βραχίονας μικρού μήκους, μονός, μήκους 1.00m	N930.15.2	Τεμ.	23,00
29	Ευθύγραμμος μεταλλικός βραχίονας μικρού μήκους, μονός, μήκους 1,50m	N930.15.3	Τεμ.	28,00
30	Σιδηροϊστός φωτιστικού σώματος, εξαγωνικός από έλασμα πάχους 6mm, μαζί με τον κλωβό αγκύρωσης, μήκους 9m	931.3.1	Τεμ.	588,00
31	Σιδηροϊστός φωτιστικού σώματος, εξαγωνικός από έλασμα πάχους 6mm, μαζί με τον κλωβό αγκύρωσης, μήκους 10m	931.3.2	Τεμ.	660,00
32	Σιδηροϊστός φωτιστικού σώματος, εξαγωνικός από έλασμα πάχους 6mm, μαζί με τον κλωβό αγκύρωσης, μήκους 9,5m	N931.3.10	Τεμ.	630,00
33	Σιδηροϊστός φωτιστικού σώματος, εξαγωνικός από έλασμα πάχους 6mm, μαζί με τον κλωβό αγκύρωσης, μήκους 11m	N931.3.11	Τεμ.	700,00
34	Σιδηροϊστός φωτιστικού σώματος, εξαγωνικός από έλασμα πάχους 6mm, μαζί με τον κλωβό αγκύρωσης, μήκους 12m	N931.3.12	Τεμ.	760,00
35	Φωτιστικό σώμα βραχίονα για λυχνίες ατμών νατρίου υψηλής πίεσης, ενδ. τύπου PHILIPS SGS PCP3, ισχύος 70W	N932.55.1	Τεμ.	200,00
36	Φωτιστικό σώμα βραχίονα για λυχνίες ατμών νατρίου υψηλής πίεσης, ενδ. τύπου PHILIPS SGS PCP3, ισχύος 150W	N932.55.2	Τεμ.	220,00
37	Ακροκιβώτιο ιστών ηλεκτροφωτισμού για μονό βραχίονα	933.1	Τεμ.	9,22

A/A	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΛΙΚΟΥ	ΑΤ	ΕΙΔΟΣ ΜΟΝΑΔ	ΒΑΣΙΚΗ ΤΙΜΗ ΕΥΡΩ
38	Κιβώτιο ηλεκτρικής διανομής (πίλαρ) ηλεκτροφωτισμού, διαστάσεων 1,45x1,30x0,36m	N936.1	Τεμ.	200,00
39	Πλάκα γείωσης από ηλεκτρολυτικό χαλκό, με χάλκινο αγωγό 35mm ² μήκους 5m και ακροδέκτη των 35mm ² , διαστ. 500x500x3mm	937.2	Τεμ.	22,00

ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΗ
ΜΕΛΕΤΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

A/A	ΕΙΔΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	A.T.	ΕΙΔΟΣ ΜΟΝΑΔΑΣ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ
001	ΟΔΟΦΩΤΙΣΜΟΣ			
1.1	Τριγωνική γείωση πλευράς τριγώνου 3m, αποτελούμενη από 3 γειωτές από ηλεκτρόδια τύπου COPPERWELD διαμ. ½ INS., μήκους 2,50m.	N8750.51.3	Τεμ.	1
1.2	Εκσκαφή για την κατασκευή βάσης θεμελίωσης τσιμεντοϊστού ή σιδηροϊστού σε έρεισμα.	9303.	m ³	1
1.3	Εκσκαφή χάνδακα για την τοποθέτηση καλωδίων σε έρεισμα.	9304.	m ³	1
1.4	Διάστρωση με άμμο και διάτρητους πλίνθους διαστάσεων 19x9x6cm	9305.	m	1
1.5	Φρεάτιο επίσκεψης από σκυρόδεμα πάχους 10cm με διπλό χυτοσίδηρο κάλυμμα, διαστάσεων 40x40cm,βάθους 70cm.	9307.2	Τεμ.	1
1.6	Βάση σιδηροϊστού οπλισμένη διαστάσεων 1,00x1,00m βάθους 1,50m.	9313.1	Τεμ.	1
1.7	Πλαστικός σωλήνας PVC διαμέτρου 110mm ² .	9315.	m	1
1.8	Σιδηροϊστός φωτιστικού σώματος, εξαγωνικός από έλασμα πάχους 6mm, μαζί με τον κλωβό αγκύρωσης, μήκους 9m	9323.1	Τεμ.	1
1.9	Σιδηροϊστός φωτιστικού σώματος, εξαγωνικός από έλασμα πάχους 6mm, μαζί με τον κλωβό αγκύρωσης, μήκους 10m	9323.2	Τεμ.	1
1.10	Σιδηροϊστός φωτιστικού σώματος, εξαγωνικός από έλασμα πάχους 6mm, μαζί με τον κλωβό αγκύρωσης, μήκους 9,5m	N9323.10	Τεμ.	1
1.11	Σιδηροϊστός φωτιστικού σώματος, εξαγωνικός από έλασμα πάχους 6mm, μαζί με τον κλωβό αγκύρωσης, μήκους 11m	N9323.11	Τεμ.	1
1.12	Σιδηροϊστός φωτιστικού σώματος, εξαγωνικός από έλασμα πάχους 6mm, μαζί με τον κλωβό αγκύρωσης, μήκους 12m	N9323.12	Τεμ.	1
1.13	Ευθύγραμμος μεταλλικός βραχίονας μικρού μήκους, μονός, μήκους 0,50m	N930.15.1	Τεμ.	1

A/A	ΕΙΔΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	A.T.	ΕΙΔΟΣ ΜΟΝΑΔΑΣ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ
1.14	Ευθύγραμμος μεταλλικός βραχίονας μικρού μήκους, μονός, μήκους 1.00m	N930.15.2	Τεμ.	1
1.15	Ευθύγραμμος μεταλλικός βραχίονας μικρού μήκους, μονός, μήκους 1,50m	N930.15.3	Τεμ.	1
1.16	Ακροκιβώτιο ιστών ηλεκτροφωτισμού για μονό βραχίονα	9335.1	Τεμ.	1
1.17	Καλώδιο τύπου NYM, τριπολικό, διατ. 3x2,5mm ²	9336.1.2	m	1
1.18	Καλώδιο τύπου NYΥ, τετραπολικό, διατομής 4x10mm ²	9337.3.4	m	1
1.19	Αγωγός γυμνός χάλκινος, πολύκλωνος, διατ. 25mm ²	9340.3	m	1
1.20	Πλάκα γείωσης από ηλεκτρολυτικό χαλκό, διαστάσεων 500x500x3mm	9341.2	Τεμ.	1
1.21	Κιβώτιο ηλεκτρικής διανομής (πίλλαρ)	9350.	Τεμ.	1
1.22	Μεταλλικός πίνακας μίας γραμμής	9351.	Τεμ.	1
1.23	Φωτιστικό σώμα βραχίονα για λυχνίες ατμών νατρίου υψηλής πίεσης, ενδ. τύπου PHILIPS SGS PCP3, ισχύος 70W	N9363.10.1	Τεμ.	1
1.24	Φωτιστικό σώμα βραχίονα για λυχνίες ατμών νατρίου υψηλής πίεσης, ενδ. τύπου PHILIPS SGS PCP3, ισχύος 150W	N9363.10.2	Τεμ.	1
1.25	Λυχνία ατμών νατρίου υψηλής πίεσης, ενδ. τύπου PHILIPS SON TP 70W	N9379.25.1	Τεμ.	1
1.26	Λυχνία ατμών νατρίου υψηλής πίεσης, ενδ. τύπου PHILIPS SON TP 150W	N9379.25.2	Τεμ.	1
1.27	Λυχνία μεταλλικών αλογονιδίων ενδ. τύπου PHILIPS CDM T 70W /830	N9379.35.1	Τεμ.	1
1.28	Λυχνία μεταλλικών αλογονιδίων ενδ. τύπου PHILIPS CDM T 150W/830	N9379.35.2	Τεμ.	1

ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΙΜΩΝ
ΜΕΛΕΤΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

1. ΒΟΗΘΗΤΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ

ΑΡΘΡΟ 1

(1407.)

Υλικά πολτού ασβέστου.

(1 m³)

Υλικά:

- Ασβεστος άνυδρος
(022.) Kg 480.00 x 0,06 = 28,80
- Νερό
(021.) m³ 1500 x 2,31 = 3,46

ΑΘΡΟΙΣΜΑ 32,26

ΤΙΜΗ ΕΝΟΣ m³ : 32,26 ΕΥΡΩ

ΑΡΘΡΟ 2

(1417.)

Υλικά ασβεστοτσιμεντοκονιάματος 1:2 ½ των 150 kg τσιμέντου

(1 m³)

Υλικά:

- Υλικά πολτού άσβεστου
(1407.) m³ 0,290 x 32,26 = 9,36
- Τσιμέντο
(026.) kg 150,00 x 0,08 = 12,01
- Άμμος κονιαμάτων
(051.) m³ 0,900 x 12,19 = 28,80
- Νερό
(021.) m³ 0,200 x 2,31 = 0,46

ΑΘΡΟΙΣΜΑ 32,80

ΤΙΜΗ ΕΝΟΣ m³ : 32,80 ΕΥΡΩ

ΑΡΘΡΟ 3

(1502.)

Αναμικτήρας σκυροδέματος 250 λίτρων υπολογιζόμενης της ημερήσιας δαπάνης για επτάωρη εργασία.

(1 Η.Δ.)

- Μίσθωμα αναμικτήρα σκυροδέματος των 250 λίτρων
(013.) ημ. $1,000 \times 25,47 = 25,47$
- Βενζίνη
(482.) λίτ $15,00 \times 0,79 = 11,88$
- Ορυκτέλαιο και λιπαντικά ανηγμένα σε ορυκτέλαιο
(484.) kg $0,900 \times 2,22 = 2,00$

ΕΡΓΑΣΙΑ:

- Χειριστής ελαφρού μηχανήματος
(005) Η $3,500 \times 15,28 = 53,48$
- Εργάτης
(001) Η $26,00 \times 12,90 = 335,40$

ΑΘΡΟΙΣΜΑ 428,23

ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΔΑΠΑΝΗ : 428,23 ΕΥΡΩ

ΑΡΘΡΟ 4

(2121.)

Εκσκαφή θεμελίων γαιώδης χωρίς χρήση μηχανικών μέσων, δηλαδή γενικά εκσκαφές με πλάτος βάσης όχι μεγαλύτερο από 3,00m ή μεγαλύτερο από 3,00m, αλλά με επιφάνεια βάσης μικρότερης από 12m², σε έδαφος γαιώδες το οποίο σκάπτεται με σκαπάνη σε βάθος μέχρι 2,00m , από το χαμηλότερο χείλι της διατομής εκσκαφής, σε ξηρό έδαφος ή μέσα σε νερό με μέγιστο βάθος 0,25m από τη στάθμη του, η οποία ή ήρεμη ή κατεβαίνει με τη βοήθεια μιας ή συνεχούς άντλησης, η οποία πληρώνεται ιδιαίτερα, με την αναπέταση των προϊόντων, τη μόρφωση των πλευρών και του πυθμένα και την τυχόν αναγκαία σποραδική αντιστήριξη των πλευρών, μετρούμενη σε όγκο ορύγματος.

(1 m³)

ΕΡΓΑΣΙΑ, εκσκαφή, μόρφωση, αντιστήριξη, αναπέταση:

- Βοηθός
(002) Η $1,800 \times 14,34 = 25,81$
- Εργάτης
(001) Η $0,400 \times 12,90 = 5,16$

ΑΘΡΟΙΣΜΑ 30,97

ΤΙΜΗ ΕΝΟΣ m³ : 30,97 ΕΥΡΩ

ΑΡΘΡΟ 5

(3213.)

Σκυρόδεμα κατηγορίας C12/15 των 300kg τσιμέντου, με σκύρα διαστάσεων 0,7 έως 2,5 ή 3,0 cm, απλό ή οπλισμένο κάθε είδους τμημάτων έργου, εκτός τμημάτων τρούλων και κελυφών σε οποιοδήποτε ύψος ή βάθος από την επιφάνεια του εδάφους, συμπυκνωμένο με δονητές ή και με τα χέρια κατόπιν έγκρισης του εργοδότη.
(1 m³)

Υλικά:

- Τσιμέντο
(026.) kg $300,00 \times 0,08 = 24,03$
- Άμμος κονιοδεμάτων
(052.) m³ $0,530 \times 12,19 = 6,46$
- Σκύρα διαστάσεων 0,7 έως 3,0cm
(062.) m³ $0,800 \times 10,87 = 8,70$
- Νερό
(021.) m³ $0,250 \times 2,31 = 0,58$
- Αναμικτήρας σκυροδέματος των 250 λίτρων
(1502.) Η.Δ. $0,050 \times 428,23 = 21,41$

ΕΡΓΑΣΙΑ:

- Τεχνίτης
(003) Η $2,000 \times 18,99 = 37,98$
- Εργάτης
(001) Η $3,000 \times 12,90 = 38,70$

ΑΘΡΟΙΣΜΑ 137,86

ΤΙΜΗ ΕΝΟΣ m³ : 137,86 ΕΥΡΩ

ΑΡΘΡΟ 6

(3871.)

Σιδερένιοι οπλισμοί κυκλικής διατομής S500 κάθε διαμέτρου, έτοιμοι σε οποιαδήποτε τμήματα του έργου, εκτός ανίδων και θόλων, τρούλων και κελυφών.

(1 kg)

Υλικά:

- Χάλυβας οπλισμών στρεπτός με νευρώσεις (S500) Φ 8mm με την απομείωση και τα υλικά σύνδεσης
(260.) kg 1,030 x 0,49 = 0,50

ΕΡΓΑΣΙΑ:

- Τεχνίτης
(003) Η 0,0500 x 18,99 = 0,95

ΑΘΡΟΙΣΜΑ 1,45

ΤΙΜΗ ΕΝΟΣ kg : 1,45 ΕΥΡΩ

ΑΡΘΡΟ 7

(4623.)

Πλινθοδομές πάχους μίας πλίνθου (μπατικές) με διάκενους οπτόπλινθους διαστ. 19X9X6 cm και ασβεστοτσιμεντοκονίαμα 1:2 ½ των 150kg τσιμέντου ή τσιμεντοασβεστοκονίαμα των 400kg τσιμέντου και 0,08 m³ ασβέστου, μετρούμενο σε πραγματική επιφάνεια.

(1 m²)

Υλικά:

- Διάτρητοι πλίνθοι διαστ. 19X19X6 cm
(111.) τεμ. 150,00 x 0,06 = 9,30
- Υλικά ασβεστοτσιμεντοκονιάματος 1:2 ½
(1417.) m³ 0,050 x 32,80 = 1,64

ΕΡΓΑΣΙΑ:

- Τεχνίτης
(003) Η 0,950 x 18,99 = 18,04
- Εργάτης
(001) Η 0,950 x 12,90 = 12,25

ΑΘΡΟΙΣΜΑ 41,23

ΤΙΜΗ ΕΝΟΣ m² : 41,23 ΕΥΡΩ

ΑΡΘΡΟ 8

(8042.1.8)

Πλαστικός σωλήνας αποχέτευσης από σκληρό P.V.C. πίεσης λειτουργίας για 20°C, 4,0 ATM, διαμ. 110mm για σύνδεση με συγκόλληση με παρεμβολή κατάλληλης κόλλας ή με σύνδεση με διαμορφωμένη μούφα στο ένα άκρο του σωλήνα και ελαστικό δακτύλιο στεγανότητας, πλήρως τοποθετημένος. Συμπεριλαμβάνονται τα ειδικά τεμάχια κάθε σχήματος (εκτός από σιφόνια) , τα υλικά σύνδεσης, στερέωσης κλπ. και η εργασία για πλήρη εγκατάσταση και σύνδεση. (1 m)

Υλικά:

- Πλαστικός σωλήνας αποχέτευσης από σκληρό P.V.C. πίεσης λειτουργίας 4 ATM για 20°C , διαμ. 110mm, αυξημένος κατά 30% για φθορά, ειδικά τεμάχια , μικροϋλικά στερέωσης κλπ.
(572.1.8) m 1,300 x 5,50 = 7,15

ΕΡΓΑΣΙΑ:

- Τεχνίτης
(003) H 0,500 x 18,99 = 9,49
 - Βοηθός
(002) H 0,500 x 14,34 = 7,17
- ΑΘΡΟΙΣΜΑ 23,81

ΤΙΜΗ ΕΝΟΣ m : 23,81 ΕΥΡΩ

ΑΡΘΡΟ 9

(8072.)

Καλύμματα φρεατίων χυτοσιδηρά πλήρως εγκατεστημένα με το ανάλογο παρέμβυσμα στεγανοποίησης.
(1 kg)

Υλικά:

- Καλύμματα φρεατίων από χυτοσίδηρο αυξημ. κατά 5% για μικροϋλικά.
(N590.) kg 1,050 x 6,60 = 6,93

ΕΡΓΑΣΙΑ:

- Τεχνίτης
(003) H 0,0250 x 18,99 = 0,47
- Βοηθός

(002) Η 0,0250 x 14,34 = 0,36

ΑΘΡΟΙΣΜΑ 7,76

ΤΙΜΗ ΕΝΟΣ kg : 7,76 ΕΥΡΩ

2. ΤΙΜΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

ΑΡΘΡΟ 1

(N8750.51.3.)

Τριγωνική γείωση πλευράς τριγώνου 3m, αποτελούμενη από 3 γειωτές από ηλεκτρόδια τύπου COPPERWELD διαμ. ½ INS, μήκους 2,50m, διατεταγμένων εντός του εδάφους στις κορυφές ισόπλευρου τριγώνου, δι'εμπήξεως ή κατόπιν εκσκαφής, κατακορύφως μέχρι βάθους του πάνω άκρου 0,50m κάτω από την επιφάνεια του εδάφους, συνδεδεμένων μεταξύ τους με χάλκινο αγωγό διατομής 95mm² με τη βοήθεια χάλκινων περιλαίμιων επικασσιτερωμένων και συγκολλημένων πάνω στα ηλεκτρόδια με κασσιτεροκόλληση, με τα φρεάτια επιθεώρησης διαστάσεων 30x30cm και με τα καλύμματα από χυτοσίδηρο στις κορυφές, δηλαδή προμήθεια όλων των απαιτούμενων υλικών και μικροϋλικών και εργασία συναρμολόγησης, τοποθέτησης, σύνδεσης, μετρήσεων και δοκιμών, συμπεριλαμβανομένης της εργασίας εκσκαφής των λάκκων και της τυχόν αναγκαίας πλήρωσής τους με φυτική γη, ρινίσματα σιδήρου κλπ. και συμπίεσής τους για παράδοση σε πλήρη και κανονική λειτουργία.

(1 τεμ.)

Υλικά:

- Ηλεκτρόδιο γείωσης χάλκινο τύπου COPPERWELD διαμ. ½ INS, μήκους 2,50m
(N807.51.3) τεμ. 3 x 24,00 = 72,00
- Αγωγός γυμνός χάλκινος, πολύκλωνος, διατ. 95mm²
(813.2.7) m 10,00 x 3.19 = 31.90
- Πλινθοδομές πάχους μίας πλίνθου (μπατικές) με διάκενους οπτόπλινθους διαστ. 19X9X6cm
(4623.) m² 1,8 x 42,23 = 74,21
- Καλύμματα φρεατίων από χυτοσίδηρο
(N590.) kg 30,00 x 6,60 = 198,00
- Μικροϋλικά,
0,100 x 72,00 = 7,20

ΕΡΓΑΣΙΑ:

• Τεχνίτης (003) Η	4,000 x 18,99 = 75,96
• Βοηθός (002) Η	4,000 x 14,34 = 57,36
• Εργάτης (001) Η	4,000 x 12,90 = 51,60
	ΑΘΡΟΙΣΜΑ 568,23

ΤΙΜΗ ΕΝΟΣ ΤΕΜ : 568,23 ΕΥΡΩ

ΑΡΘΡΟ 2 (9303.)

Εκσκαφή για την κατασκευή βάσης θεμελίωσης τσιμεντοϊστού ή σιδηροϊστού σε έρεισμα, με συμπεπιεσμένο υλικό και άσφαλο, οποιωνδήποτε διαστάσεων, που θα γίνει με οποιονδήποτε τρόπο, χωρίς τη χρησιμοποίηση εκρηκτικών υλών και με την αντιστήριξη των πρανών, μόρφωση του πυθμένα, μεταφορά των προϊόντων εκσκαφής και απόρριψη αυτών σε θέσεις που επιτρέπονται από την Αστυνομία.
(1 m³)

ΕΡΓΑΣΙΑ και υπόλοιπες δαπάνες ανηγμένες σε ώρες εργάτη.

• Εργάτης (001) Η	4,000 x 12,90 = 51,60
	ΑΘΡΟΙΣΜΑ 51,60

ΤΙΜΗ ΕΝΟΣ m³ : 51,60 ΕΥΡΩ

ΑΡΘΡΟ 3 (9304.)

Εκσκαφή χάνδακα για την τοποθέτηση καλωδίων, σε έρεισμα με συμπεπιεσμένο υλικό και άσφαλο σε πλάτος οφρύος ορύγματος μικρότερου ή μέχρι 1,0m και σε βάθος μέχρι 1,0 m, με οποιονδήποτε τρόπο ή μέσο εκσκαφής. Στην τιμή συμπεριλαμβάνεται και η δαπάνη των αναγκαίων δαπέδων εργασίας ή άλλου είδους απαιτούμενων ξυλοκατασκευών που χρειάζονται για την αναπέταση των προϊόντων ανάλογα με τους τρόπους και τα μέσα εκσκαφής, των κάθε φύσης φορτοεκφορτώσεων, τοπικών μετακινήσεων (οριζόντιων ή κατακόρυφων), και μεταφορών για την οριστική απομάκρυνση των προϊόντων που περισσεύουν σε θέσεις που επιτρέπονται από την Αστυνομία.
(1m³)

ΕΡΓΑΣΙΑ και υπόλοιπες δαπάνες ανηγμένες σε ώρες εργάτη.

- Εργάτης
(001) Η $2,500 \times 12,90 = 32,25$
- ΑΘΡΟΙΣΜΑ 32,25

ΤΙΜΗ ΕΝΟΣ m³ : 32,25 ΕΥΡΩ

ΑΡΘΡΟ 4

(9305.)

Διάστρωση με άμμο και διάτρητους πλίνθους διαστάσεων 19x9x6cm , δηλαδή προμήθεια, μεταφορά και διάστρωση διάτρητων πλίνθων πάνω σε στρώση άμμου πάχους 0,10m , για την προστασία υπόγειων τροφοδοτικών καλωδίων μαζί με την αξία προμήθειας, μεταφοράς και διάστρωσης της άμμου (το πάτος διάστρωσης θα είναι 19 cm).

(1m)

Υλικά:

- Διάτρητοι πλίνθοι διαστ. 19X19X6 cm με φθορά
(111.) τεμ. $11,00 \times 0,06 = 0,68$
- Άμμος κονιοδεμάτων
(052.) m³ $0,0600 \times 12,19 = 0,73$

ΕΡΓΑΣΙΑ:

- Βοηθός
(002) Η $0,200 \times 14,34 = 2,87$
 - Εργάτης
(001) Η $0,200 \times 12,90 = 2,58$
- ΑΘΡΟΙΣΜΑ 6,86

ΤΙΜΗ ΕΝΟΣ m : 6,86 ΕΥΡΩ

ΑΡΘΡΟ 5

(9307.2)

Φρεάτιο επίσκεψης από σκυρόδεμα πάχους 10cm με διπλό χυτοσίδηρο κάλυμμα, διαστάσεων 40x40cm, βάθους 70cm, δηλαδή προμήθεια, μεταφορά όλων των υλικών που χρειάζονται, κατασκευή ξυλοτύπου, ενσωμάτωση των άκρων υπογείων σωλήνων διέλευσης τροφοδοτικών καλωδίων και γενικά εκτέλεση κάθε εργασίας συμπεριλαμβανομένων και των εκσκαφών για την πλήρη και έντεχνη κατασκευή του φρεατίου. Ο πυθμένας του φρεατίου θα επιστρωθεί με σκυρόδεμα B160 σε πάχος 10cm.

(1 τεμ.)

Υλικά:

- Εκσκαφή θεμελίων γαιώδης χωρίς χρήση μηχανικών μέσων
(2121.) m³ 0,300 x 30,97 = 9,29
- Σκυρόδεμα κατηγορίας C12/15 των 300kg τσιμέντου, με σκύρα διαστάσεων 0,7 έως 2,5 ή 3,0cm, αυξημένο κατά 10% για ξυλότυπο.
(3213.) m³ 0,130 x 137,86 = 17,92
- Καλύμματα φρεατίων χυτοσιδηρά
(8072.) kg 40,00 x 7,76 = 310,40

ΕΡΓΑΣΙΑ και πρόσθετη εργασία για μικροκατασκευές που ανάγεται σε ώρες

- Τεχνίτης
(003) H 3,000 x 18,99 = 56,97
 - Βοηθός
(002) H 3,000 x 14,34 = 43,02
- ΑΘΡΟΙΣΜΑ 437,60

ΤΙΜΗ ΕΝΟΣ ΤΕΜ : 437,60 ΕΥΡΩ

ΑΡΘΡΟ 6

(9313.1)

Βάση σιδηροϊστού οπλισμένη, διαστάσεων 1,00x1,00m βάθους 1,50m, δηλαδή κατασκευή μίας βάσης από οπλισμένο σκυρόδεμα B160 για την έδραση και στήριξη σιδηροϊστού, που να έχει στο κέντρο κατακόρυφη οπή, καθώς και πλευρική, με πλαστικό σωλήνα PVC Φ110, για τη διέλευση του τροφοδοτικού καλωδίου και του χαλκού γείωσης. Μέσα στη βάση θα ενσωματωθεί κλωβός αγκύρωσης, αποτελούμενος από γωνίες και καρφιά, όπως περιγράφεται στο σχετικό άρθρο του σιδηροϊστού. Στο σκυρόδεμα θα ενσωματωθεί σιδηρός οπλισμός που θα αποτελείται από 12 ράβδους Φ16, μία ράβδος για κάθε ακμή της βάσης κακαμμένες κατά τέτοιο τρόπο που να συνδέονται ανά τρεις σε κάθε κορυφή της βάσης. Στην τιμή δεν περιλαμβάνεται η εκσκαφή της βάσης.

(1 τεμ.)

Υλικά:

- Σκυρόδεμα κατηγορίας C12/15 των 300kg τσιμέντου, με σκύρα διαστάσεων 0,7 έως 2,5 ή 3,0cm , αυξημένο κατά 10% για ξυλότυπο.
(3213.) m³ 1,650 x 137,86 = 227,47
- Πλαστικός σωλήνας αποχέτευσης από σκληρό P.V.C. πίεσης λειτουργίας 4 ATM για 20°C , διαμ. 110mm
(8042.1.8) m 1,300 x 23,81 = 29,81
- Σιδερένιοι οπλισμοί κυκλικής διατομής S500
(3871.) kg 26,02 x 1,45 = 37,73

ΕΡΓΑΣΙΑ πρόσθετη λόγω μεμονωμένων μικροκατασκευών σε ώρες

- Τεχνίτης
(003) H 2,000 x 18,99 = 37,98
- ΑΘΡΟΙΣΜΑ 332,94

ΤΙΜΗ ΕΝΟΣ ΤΕΜ : 332,94 ΕΥΡΩ

ΑΡΘΡΟ 7

(9315.)

Πλαστικός σωλήνας P.V.C., διαμέτρου 110mm , δηλαδή προμήθεια, μεταφορά και εγκατάσταση ενός m πλαστικού σωλήνα από σκληρό PVC , με κεφαλή, εξωτερικής διαμέτρου 110mm , πάχους 2mm , ανθεκτικού σε εσωτερική πίεση 4 ATM , ποιότητας τύπου σωλήνα PVC 100 , σύμφωνα με τις προδιαγραφές 127/7-1970 και 143/Μαρτίου 1971 του υπουργείου Βιομηχανίας, μαζί με τον απαιτούμενο οδηγό από γαλβανισμένο σύρμα 5mm² για την κατασκευή υπογείου δικτύου διέλευσης ηλεκτρικών καλωδίων , συγκροτημένου από επιμέρους τεμάχια (με ειδική κόλλα) και εγκατάσταση τους μέσα σε χάνδακα βάθους 60-70 cm.

(1 m)

Υλικά:

- Πλαστικός σωλήνας αποχέτευσης από σκληρό P.V.C. πίεσης λειτουργίας 4 ATM για 20°C , 4 ATM , διαμ. 110mm, αυξημένος κατά 5% για μικροϋλικά.
(572.1.8) m 1,050 x 5,50 = 5,77

ΕΡΓΑΣΙΑ:

- Τεχνίτης
(003) H 0,100 x 18,99 = 1,90
- Βοηθός
(002) H 0,100 x 14,34 = 1,43

ΑΘΡΟΙΣΜΑ 9,10

ΤΙΜΗ ΕΝΟΣ m : 9,10 ΕΥΡΩ

ΑΡΘΡΟ 8

(9323.1)

Σιδηροϊστός ηλεκτροφωτισμού εξαγωνικής διατομής από έλασμα πάχους 6mm, μήκους πλευράς βάσης 11,20cm, μήκους 9m , δηλαδή προμήθεια, μεταφορά και τοποθέτηση ενός σιδηροϊστού κολουροκωνικού σχήματος, διατομής κανονικού εξαγώνου , πλευράς κορυφής 6cm , κατασκευασμένου από ελάσματα μήκους όχι μικρότερο των 5m , για να αποφευχθούν οι όσο είναι δυνατό πολλές ηλεκτροσυγκολλήσεις, που θα πρέπει εξ' άλλου να εκτελεσθούν με επιμέλεια για να εξασφαλισθεί ικανοποιητική αισθητική εμφάνιση. Ο κορμός του σιδηροϊστού θα φέρει χαλύβδινη τετραγωνική πλάκα έδρασης, διαστάσεων 0,60x0,60m , πάχους 20mm, καλά ηλεκτροσυγκολλημένη σε αυτόν και με έξι ενισχυτικά πτερύγια πάχους 16mm², σχήματος ορθογώνιου τριγώνου, διαστάσεως των κάθετων πλευρών αυτού 0,20 και 0,30m. Η πλάκα έδρασης θα πρέπει να έχει ανάλογη κεντρική οπή για τη διέλευση του υπογείου καλωδίου, καθώς και τέσσερις οπές , διαμέτρου 1 INS η κάθε μία. Ο σιδηροϊστός θα συνοδεύεται από μια βάση αγκύρωσης που θα αποτελείται από τέσσερις βελόνες μήκους 1,00m και διατομής 1 INS που θα καταλήγουν σε σπείρωμα μήκους 0,20 m καλά επεξεργασμένο. Οι τέσσερις βελόνες πρέπει να είναι συνδεδεμένες μεταξύ τους με ηλεκτροσυγκολλημένες πάνω σε αυτές γωνίες 30/30/3 mm , σε σχήμα τετραγώνου στη βάση και χιαστί πριν από το σπείρωμα των βελόνων, για να αποφευχθεί μετακίνησή τους κατά την ενσωμάτωσή τους μέσα στη βάση από σκυρόδεμα. Ο ιστός θα φέρει σε απόσταση 0,80m από τη βάση του οπή για την τοποθέτηση ακροκιβωτίου που θα κλείνει με κατάλληλη θυρίδα από λαμαρίνα πάχους 6mm. Ο ιστός μετά από τη σχετική προεργασία, δηλαδή τη απόξεση, τον καθαρισμό και τις λοιπές εργασίες για να μη διακρίνονται τα σημεία ραφής του, θα βαφεί με δύο στρώσεις αντισκωριακής βαφής και δύο στρώσεις χρώματος ντούκο ανθεκτικού στις καιρικές συνθήκες και επιδράσεις, απόχρωσης της αρεσκείας της επίβλεψης. Στις τέσσερις βελόνες αγκύρωσης του ιστού θα τοποθετηθούν πριν από την ανύψωση του ιστού από ένα περικόχλιο 1INS για να στηρίζεται η πλάκα έδρασης του ιστού χωρίς σφήνες κατά τη ζυγοστάθμισή του, στερεούμενη με σύσφιξη άνωθεν αυτής με δύο περικόχλια σε κάθε θέση. Ο ιστός κατά τα τελευταία 0,40m θα φέρει σιδηροσωλήνα τούμπο ή ηλεκτροσυγκολλημένου , από έλασμα του αυτού πάχους με το έλασμα του σιδηροϊστού , που θα προεκτείνεται μέσα στον ιστό κατά 0,40m ακόμη, κατάλληλα ηλεκτροσυγκολλημένο , για την τοποθέτηση και τη στερέωση πάνω σε αυτόν του βραχίονα ή απ' ευθείας του φωτιστικού σώματος. Η όλη κατασκευή θα πρέπει να εκτελεσθεί κατά τρόπο που να μην παρουσιάζει ελαττώματα. Στην τιμή περιλαμβάνεται και η τιμή της βάσης αγκύρωσης.

(1 τεμ)

Υλικά:

- Σιδηροϊστός φωτιστικού σώματος εξαγωνικός από έλασμα πάχους 6mm, μαζί με τον κλωβό αγκύρωσης , μήκους 9m.
(931.3.1) τεμ 1,000 x 588,00 = 588,00

ΕΡΓΑΣΙΑ και λοιπές δαπάνες που ανάγονται σε εργασία

- Τεχνίτης

(003) Η	6,000 x 18,99	= 113,94
• Βοηθός		
(002) Η	9,000 x 14,34	= 129,06
	ΑΘΡΟΙΣΜΑ	831,00

ΤΙΜΗ ΕΝΟΣ ΤΕΜ : 831,00 ΕΥΡΩ

ΑΡΘΡΟ 9

(9323.2)

Σιδηροϊστός ηλεκτροφωτισμού εξαγωνικής διατομής από έλασμα πάχους 6mm, μήκους πλευράς βάσης 11,80cm, μήκους 10m, κατά τα λοιπά όπως το Άρθρο 9323.1.

(1 τεμ)

Υλικά:

- Σιδηροϊστός φωτιστικού σώματος εξαγωνικός από έλασμα πάχους 6mm, μαζί με τον κλωβό αγκύρωσης, μήκους 10m.
(931.3.2) τεμ 1,000 x 660,00 = 660,00

ΕΡΓΑΣΙΑ και λοιπές δαπάνες που ανάγονται σε εργασία

• Τεχνίτης		
(003) Η	6,000 x 18,99	= 113,94
• Βοηθός		
(002) Η	9,000 x 14,34	= 129,06
	ΑΘΡΟΙΣΜΑ	903,00

ΤΙΜΗ ΕΝΟΣ ΤΕΜ : 903,00 ΕΥΡΩ

ΑΡΘΡΟ 10

(N9323.10)

Σιδηροϊστός ηλεκτροφωτισμού εξαγωνικής διατομής από έλασμα πάχους 6mm, μήκους πλευράς βάσης 11,50cm, μήκους 9,5m, κατά τα λοιπά όπως το Άρθρο 9323.1.

(1 τεμ)

Υλικά:

- Σιδηροϊστός φωτιστικού σώματος εξαγωνικός από έλασμα πάχους 6mm, μαζί με τον κλωβό αγκύρωσης , μήκους 9,5m.
(N931.3.10) τεμ 1,000 x 630,00 = 630,00

ΕΡΓΑΣΙΑ και λοιπές δαπάνες που ανάγονται σε εργασία

- Τεχνίτης
(003) H 6,000 x 18,99 = 113,94
- Βοηθός
(002) H 9,000 x 14,34 = 129,06

ΑΘΡΟΙΣΜΑ 873,00

ΤΙΜΗ ΕΝΟΣ ΤΕΜ : 873,00 ΕΥΡΩ

ΑΡΘΡΟ 11

(N9323.11)

**Σιδηροϊστός ηλεκτροφωτισμού εξαγωνικής διατομής από έλασμα πάχους 6mm, μήκους πλευράς βάσης 12,50cm, μήκους 11m, κατά τα λοιπά όπως το Άρθρο 9323.1.
(1 τεμ)**

Υλικά:

- Σιδηροϊστός φωτιστικού σώματος εξαγωνικός από έλασμα πάχους 6mm, μαζί με τον κλωβό αγκύρωσης , μήκους 11m.
(N931.3.11) τεμ 1,000 x 700,00 = 700,00

ΕΡΓΑΣΙΑ και λοιπές δαπάνες που ανάγονται σε εργασία

- Τεχνίτης
(003) H 6,500 x 18,99 = 123,43
- Βοηθός
(002) H 9,500 x 14,34 = 136,23

ΑΘΡΟΙΣΜΑ 959,66

ΤΙΜΗ ΕΝΟΣ ΤΕΜ : 959,66 ΕΥΡΩ

ΑΡΘΡΟ 12

(N9323.12)

Σιδηροϊστός ηλεκτροφωτισμού εξαγωνικής διατομής από έλασμα πάχους 6mm, μήκους πλευράς βάσης 13,0cm, μήκους 12,0m, κατά τα λοιπά όπως το Άρθρο 9323.1.

(1 τεμ)

Υλικά:

- Σιδηροϊστός φωτιστικού σώματος εξαγωνικός από έλασμα πάχους 6mm, μαζί με τον κλωβό αγκύρωσης, μήκους 120m.

(N931.3.12) τεμ 1,000 x 760,00 = 760,00

ΕΡΓΑΣΙΑ και λοιπές δαπάνες που ανάγονται σε εργασία

- Τεχνίτης
(003) H 7,000 x 18,99 = 132,93
- Βοηθός
(002) H 10,000 x 14,34 = 143,40

ΑΘΡΟΙΣΜΑ 1036,33

ΤΙΜΗ ΕΝΟΣ ΤΕΜ : 1036,33 ΕΥΡΩ

ΑΡΘΡΟ 13

(N9332.15.1)

Ευθύγραμμος μεταλλικός βραχίονας μικρού μήκους, μήκους 0,5m, δηλαδή προμήθεια, μεταφορά στον τόπο του έργου ενός μονού ευθύγραμμου βραχίονα μικρού μήκους, κατασκευασμένου από σιδηροσωλήνες διαμέτρου 97mm και πάχους 6mm. Στα άκρα του βραχίονα θα υπάρχουν κατάλληλες συστολές μήκους 10cm για τη στερέωση σ' αυτές των φωτιστικών σωμάτων. Ολόκληρος ο βραχίονας μετά την πλήρη κατασκευή του θα γαλβανισθεί σε θερμό λουτρό για την αποφυγή μελλοντικής οξείδωσης. Ελάχιστο πάχος γαλβανίσματος 80μ. Στην τιμή περιλαμβάνεται και η αξία του πύρου στερέωσης του βραχίονα στον ιστό.

(1 τεμ)

Υλικά:

- Ευθύγραμμος μεταλλικός βραχίονας μικρού μήκους, μονός, μήκους 0.50 m

(N930.15.1) τεμ 1,000 x 18,00 = 18,00

ΕΡΓΑΣΙΑ και λοιπές δαπάνες που ανάγονται σε εργασία

- Τεχνίτης
(003) H 1,000 x 18,99 = 18,99
- Βοηθός

(002) Η 1,000 x 14,34 = 14,34

ΑΘΡΟΙΣΜΑ 51,33

ΤΙΜΗ ΕΝΟΣ ΤΕΜ : 51,33 ΕΥΡΩ

ΑΡΘΡΟ 14

(N9332.15.2)

Ευθύγραμμος μεταλλικός βραχίονας μικρού μήκους , μήκους 1,0m , κατά τα λοιπά όπως το Άρθρο N9332.15.1.

(1 τεμ)

Υλικά:

- Ευθύγραμμος μεταλλικός βραχίονας μικρού μήκους, μονός, μήκους 1,0 m (N930.15.2) τεμ 1,000 x 23,00 = 23,00

ΕΡΓΑΣΙΑ και λοιπές δαπάνες που ανάγονται σε εργασία

- Τεχνίτης (003) Η 1,200 x 18,99 = 22,79
- Βοηθός (002) Η 1,200 x 14,34 = 17,21

ΑΘΡΟΙΣΜΑ 63,00

ΤΙΜΗ ΕΝΟΣ ΤΕΜ : 63,00 ΕΥΡΩ

ΑΡΘΡΟ 15

(N9332.15.3)

Ευθύγραμμος μεταλλικός βραχίονας μικρού μήκους , μήκους 1,5m , κατά τα λοιπά όπως το Άρθρο N9332.15.1.

(1 τεμ)

Υλικά:

- Ευθύγραμμος μεταλλικός βραχίονας μικρού μήκους, μονός, μήκους 1,5 m (N930.15.3) τεμ 1,000 x 28,00 = 28,00

ΕΡΓΑΣΙΑ και λοιπές δαπάνες που ανάγονται σε εργασία

- Τεχνίτης (003) Η 1,500 x 18,99 = 28,48

- Βοηθός
(002) H $1,500 \times 14,34 = 21,51$

ΑΘΡΟΙΣΜΑ 77,99

ΤΙΜΗ ΕΝΟΣ ΤΕΜ : 77,99 ΕΥΡΩ

ΑΡΘΡΟ 16

(9335.1)

Ακροκιβώτιο ιστού ηλεκτροφωτισμού για μονό βραχίονα, δηλαδή προμήθεια, μεταφορά, τοποθέτηση και σύνδεση ενός ακροκιβωτίου ιστού, που να φέρει στο κάτω μέρος δύο οπές για την είσοδο και έξοδο, μέσω κατάλληλων στυπιοθλιπτών, του υπογείου καλωδίου της απαιτούμενης διατομής, στο πάνω μέρος δύο οπές για τις διελεύσεις επίσης μέσω στυπιοθλιπτών των καλωδίων τροφοδότησης των φωτιστικών σωμάτων. Μέσα στο ακροκιβώτιο θα υπάρχουν διακλαδωτήρες, η ασφάλεια των 6 A, τύπου ταμπακιέρας, καθώς και κοχλίες σύνδεσης του χαλκού γείωσης και του αγωγού γείωσης των φωτιστικών σωμάτων.

(1 τεμ)

Υλικά:

- Ακροκιβώτιο ιστών ηλεκτροφωτισμού για μονό βραχίονα
(933.1) τεμ $1,000 \times 9,22 = 9,22$

ΕΡΓΑΣΙΑ:

- Τεχνίτης
(003) H $1,200 \times 18,99 = 22,79$
- Βοηθός
(002) H $1,200 \times 14,34 = 17,21$

ΑΘΡΟΙΣΜΑ 49,22

ΤΙΜΗ ΕΝΟΣ ΤΕΜ : 49,22 ΕΥΡΩ

ΑΡΘΡΟ 17

(9336.1.2)

Καλώδιο τύπου NYM, τριπολικό, διατομής $3 \times 2,5 \text{mm}^2$, δηλαδή προμήθεια, μεταφορά, τοποθέτηση και σύνδεση ενός τρέχοντος μέτρου καλωδίου τύπου NYM, σε έργα οδικού ηλεκτροφωτισμού.

(1 m)

Υλικά:

- Καλώδιο τύπου NYM, τριπολικό, διατομής $3 \times 2,5 \text{mm}^2$, με τη φθορά
(816.3.2) m $1,050 \times 0,58 = 0,61$

ΕΡΓΑΣΙΑ:

- Τεχνίτης
(003) H $0,1500 \times 18,99 = 2,85$
- Βοηθός
(002) H $0,1500 \times 14,34 = 2,15$

ΑΘΡΟΙΣΜΑ 5,61

ΤΙΜΗ ΕΝΟΣ m : 5,61 ΕΥΡΩ

ΑΡΘΡΟ 18

(9337.3.4)

Καλώδιο τύπου NYΥ, τετραπολικό, διατομής $4 \times 10 \text{mm}^2$, δηλαδή προμήθεια, μεταφορά, τοποθέτηση και σύνδεση ενός τρέχοντος μέτρου καλωδίου τύπου NYΥ, 1000V, μέσα σε πλαστικό σωλήνα ή τσιμεντοσωλήνα..
(1 m)

Υλικά:

- Καλώδιο τύπου NYΥ, τετραπολικό, διατομής $4 \times 10 \text{mm}^2$ με τη φθορά
(820.5.5) m $1,020 \times 2,73 = 2,78$

ΕΡΓΑΣΙΑ:

- Τεχνίτης
(003) H $0,2500 \times 18,99 = 4,75$
- Βοηθός
(002) H $0,2500 \times 14,34 = 3,58$

ΑΘΡΟΙΣΜΑ 11,11

ΤΙΜΗ ΕΝΟΣ m : 11,11 ΕΥΡΩ

ΑΡΘΡΟ 19

(9340.3)

Αγωγός γυμνός χάλκινος πολύκλωνος, διατομής 25mm², δηλαδή προμήθεια, μεταφορά και εγκατάσταση ενός τρέχοντος μέτρου γυμνού χάλκινου πολύκλωνου αγωγού, για τη σύνδεση του υπόγειου δικτύου γείωσης με τα ακροκιβώτια που βρίσκονται μέσα στους ιστούς.
(1m)

Υλικά:

- Αγωγός γυμνός χάλκινος πολύκλωνος, διατομής 25mm²
(813.2.3) m 1,020 x 1,41 = 1,43

ΕΡΓΑΣΙΑ:

- Τεχνίτης
(003) H 0,1000 x 18,99 = 1,90
 - Βοηθός
(002) H 0,1000 x 14,34 = 1,43
- ΑΘΡΟΙΣΜΑ 4,76

ΤΙΜΗ ΕΝΟΣ m : 4,76 ΕΥΡΩ

ΑΡΘΡΟ 20

(9341.2)

Πλάκα γείωσης από ηλεκτρολυτικό χαλκό, διαστάσεων 500x500x3 mm, δηλαδή προμήθεια, μεταφορά και τοποθέτηση μιας πλάκας γείωσης όπως αναφέρεται παραπάνω. Στο κέντρο βάρους αυτής θα είναι συγκολλημένο το ένα άκρο του χάλκινου πολύκλωνου αγωγού των 35mm² μήκους 5m, ενώ το άλλο άκρο του αγωγού θα φέρει ακροδέκτη των 35mm² συγκολλημένο.

(1 τεμ)

Υλικά:

- Πλάκα γείωσης από ηλεκτρολυτικό χαλκό, με χάλκινο αγωγό 35mm², μήκους 5 m και ακροδέκτη των 35mm², διαστάσεων 500x500x3mm
(937.2) τεμ 1,000 x 22,00 = 22,00

ΕΡΓΑΣΙΑ και υπόλοιπες δαπάνες που ανάγονται σε εργασία

- Τεχνίτης
(003) H 2,000 x 18,99 = 37,98
 - Βοηθός
(002) H 1,000 x 14,34 = 14,34
- ΑΘΡΟΙΣΜΑ 74,32

ΤΙΜΗ ΕΝΟΣ ΤΕΜ : 74,32 ΕΥΡΩ

ΑΡΘΡΟ 21

(9350.)

Κιβώτιο ηλεκτρικής διανομής (πίλλαρ), δηλαδή προμήθεια, μεταφορά και τοποθέτηση ενός πύλλαρ κατασκευασμένου από μεταλλικά πλαίσια από προφίλ (σιδηρογωνίες, λάμες κλπ.) συγκολλημένα ή συνδεδεμένα με κοχλίες και εξωτερικό μεταλλικό κιβώτιο από χαλυβδοέλασμα ντεκαπέ, πρεσσαριστό, πάχους 2mm. Οι εσωτερικές ωφέλιμες διαστάσεις του θα είναι: πλάτος 1,45m , ύψος 1,30 m και βάθος 0,36m. Το εσωτερικό του πύλλαρ θα είναι χωρισμένο με λαμαρίνα σε δύο ανεξάρτητους χώρους από τους οποίους ο ένας προς τα αριστερά, πλάτους 0,60m. Θα προορίζεται για το μετρητή και το δέκτη της ΔΕΗ και ο άλλος πλάτους 0,85m για την ηλεκτρική διανομή. Ο αριστερός χώρος θα κλείνει με μονόφυλλη πόρτα και ο δεξιός με δίφυλλη. Οι πόρτες: α) θα κλείνουν με τη βοήθεια ελαστικού παρεμβύσματος, β) περιμετρικά θα είναι δύο φορές κεκαμμένες κατά ορθή γωνία (στραντζαριστές) για να παρουσιάζουν αυξημένη αντοχή στην παραμόρφωση και να εφαρμόζουν καλά στο κλείσιμο, γ) θα αναρτώνται στο σώμα του πύλλαρ με τη βοήθεια μεντεσέδων βαρέως τύπου και δ) θα έχουν ανεξάρτητη χωνευτή κλειδαριά. Στο χώρο που προορίζεται για τη ΔΕΗ και στη ράχη του πύλλαρ θα είναι στερεωμένη με κοχλίες και περικόχλια στραντζαριστή γαλβανισμένη λαμαρίνα πάχους 1mm για να μπορούν να στερεωθούν πάνω σε αυτή όργανα της ΔΕΗ. Στο χώρο που προορίζεται για την υπηρεσία ,θα υπάρχει κατασκευή από σιδηρογωνίες, ελάσματα κλπ. για τη στερέωση της ηλεκτρικής διανομής. Το επάνω μέρος του πύλλαρ θα έχει σχήμα στέγης ή τόξου και θα προεξέχει της υπόλοιπης κατασκευής κατά 6cm. Ολόκληρη κατασκευή θα είναι στεγανή στη βροχή και αφού προηγηθεί επιμελής καθαρισμός , θα βαφεί με δύο στρώσεις χρώματος μινίου και δύο στρώσεις από βερνικόχρωμα απόχρωσης της αρεσκείας της υπηρεσίας.

(1 τεμ)

Υλικά:

- Κιβώτιο ηλεκτρικής διανομής (πίλλαρ) ηλεκτροφωτισμού διαστάσεων 1,45x1,30x0,36m
(N936.1) τεμ 1,000 x 200,00 = 200,00

ΕΡΓΑΣΙΑ και υπόλοιπες δαπάνες που ανάγονται σε εργασία

- Τεχνίτης
(003) Η 2,000 x 18,99 = 37,98
- Βοηθός
(002) Η 2,000 x 14,34 = 28,68

ΑΘΡΟΙΣΜΑ 266,66

ΤΙΜΗ ΕΝΟΣ ΤΕΜ : 266,66 ΕΥΡΩ

ΑΡΘΡΟ 22

(9351.)

Μεταλλικός πίνακας μίας γραμμής, δηλαδή προμήθεια, μεταφορά και τοποθέτηση σε πύλλαρ ενός μεταλλικού πίνακα τύπου STAB, με ένα διακόπτη PACCO 2x25 A, ένα μικροαυτόματο 25 A και ένα ρευματοδότη SCHUKO 16 A πλήρως συναρμολογημένου και με τα απαιτούμενα μικροϋλικά.

(1 τεμ)

Υλικά:

- Ηλεκτρικός πίνακας από χαλυβδοέλασμα ντεκαπέ και μορφοσίδηρο με πόρτα, προστασίας P30, εντοιχισμένος, διαστ 35X25 cm αυξημ. κατά 5% για μικροϋλικά.
(835.1.1) τεμ 1,050 x 39,00 = 40,95
- Διακόπτης PACCO χωνευτός, συνδεσμολογίας 1 , διπολικός έντασης 25 A , αυξημ. κατά 5% για μικροϋλικά.
(848.2.2) τεμ 1,050 x 85,00 = 89,25
- Ρευματοδότης πίνακα SCHUKO , διπολικός, έντασης 16 A αυξημ. κατά 5% για μικροϋλικά.
(857.1.1) τεμ 1,050 x 4,90 = 5,14
- Μικροαυτόματος για ασφάλιση ηλεκτρικών γραμμών, ενδεικτικού τύπου WL-SIEMENS, μονοπολικός , έντασης 25 A αυξημ. κατά 2% για μικροϋλικά.
(859.1.5) τεμ 1,020 x 4,40 = 4,49

ΕΡΓΑΣΙΑ και υπόλοιπες δαπάνες που ανάγονται σε εργασία

- Τεχνίτης
(003) Η 3,100 x 18,99 = 58,87
- Βοηθός
(002) Η 2,000 x 14,34 = 28,68

ΑΘΡΟΙΣΜΑ 227,38

ΤΙΜΗ ΕΝΟΣ ΤΕΜ : 227,38 ΕΥΡΩ

ΑΡΘΡΟ 23

(N9363.10.1)

Φωτιστικό σώμα βραχίονα για λαμπτήρες ατμών νατρίου, υψηλής πίεσης, ενδ. τύπου PHILIPS SGS PCP3 , ισχύος 70W, δηλαδή προμήθεια, μεταφορά και τοποθέτηση ενός φωτιστικού σώματος κατάλληλου για λαμπτήρες ατμών νατρίου υψηλής πίεσης και για τοποθέτηση σε βραχίονα.

Το φωτιστικό σώμα θα αποτελείται βασικά από τα εξής μέρη:

A) Το κέλυφος. Είναι κατασκευασμένο από χυτό ή χυτοπρεσσαριστό κράμα αλουμινίου ή από πρεσσαριστό φύλλο αλουμινίου, ανθεκτικό στο ύπαιθρο. Το πίσω τμήμα του κελύφους είναι διαμορφωμένο σε ρυθμιζόμενη υποδοχή βραχίονα, κατάλληλη για βραχίονα εξωτερικής διαμέτρου 40 μέχρι και 60mm.

B) Το διαφανή κώδωνα. Είναι κατασκευασμένος από ειδικό διαφανές ακρυλικό γυαλί ή πυρίμαχο γυαλί, ανθεκτικό σε μηχανικές καταπονήσεις. Η στερέωσή του στο κέλυφος γίνεται και με τη βοήθεια κατάλληλου παρεμβύσματος ανθεκτικού σε έντονες καιρικές μεταβολές (ελαστικό νεοπρένιο, τσόχα). Ο συνδυασμός κώδωνα και κελύφους πρέπει να είναι τέτοιος ώστε να εξασφαλίζει προστασία στο χώρο του λαμπτήρα P33 και στο χώρο των οργάνων P22 σύμφωνα με DIN 40050 ή ισοδύναμης κατά τους διεθνείς κανονισμούς.

Το φωτιστικό σώμα θα είναι εξοπλισμένο με τα εξής:

- Κάτοπτρο ή κάτοπτρα από χημικά καθαρό αλουμίνιο 99,9%, συμπληρωμένο και στιλβωμένο
- Λυχνιολαβή πορσελάνης E40.
- Ηλεκτρικά όργανα: στραγγαλιστικό πηνίο, πυκνωτή διόρθωσης συντελεστή ισχύος ($\cos\phi > 0,85$), αντιπαρασιτική διάταξη.
- Πλήρη ηλεκτρική συνδεσμολογία, κατάλληλη για φωτιστικό σώμα κλάσης μόνωσης I, σύμφωνα με VDE 0710, ώστε με την τοποθέτηση του λαμπτήρα ή των λαμπτήρων και απλή σύνδεση στο δίκτυο της ΔΕΗ να μπορεί να λειτουργεί.

Όλα τα υλικά θα είναι κατάλληλα για τον σκοπό για τον οποίο προορίζονται και θα είναι σύμφωνα με τους διεθνείς κανονισμούς όπου υπάρχουν τέτοιοι κανονισμοί. Τέλος η κατανομή του εκπεμπόμενου φωτός πρέπει να ικανοποιεί τις απαιτήσεις για φωτιστικό σώμα CUT-OFF σύμφωνα με τους διεθνείς κανονισμούς.

(1 τεμ)

Υλικά:

- Φωτιστικό σώμα βραχίονα για λυχνίες ατμών νατρίου υψηλής πίεσης, ενδ. τύπου PHILIPS SGS-PCP3 ,ισχύος 70W.
(N932.55.1) τεμ 1,000 x 200,00 = 200,00

ΕΡΓΑΣΙΑ και υπόλοιπες δαπάνες που ανάγονται σε εργασία

- Τεχνίτης
(003) H 1,000 x 18,99 = 18,99
- Βοηθός
(002) H 1,000 x 14,34 = 14,34

ΑΘΡΟΙΣΜΑ 233,33

ΤΙΜΗ ΕΝΟΣ ΤΕΜ : 233,33 ΕΥΡΩ

ΑΡΘΡΟ 24

(N9363.10.2)

Φωτιστικό σώμα βραχίονα για λαμπτήρες ατμών νατρίου, υψηλής πίεσης, ενδ. τύπου PHILIPS SGS PCP3 , ισχύος 150W, κατά τα λοιπά όπως το Άρθρο N9363.10.1.

(1 τεμ.)

Υλικά:

- Φωτιστικό σώμα βραχίονα για λυχνίες ατμών νατρίου υψηλής πίεσης, ενδ. τύπου PHILIPS SGS-PCP3 ,ισχύος 150W.
(N932.55.2) τεμ 1,000 x 220,00 = 220,00

ΕΡΓΑΣΙΑ και υπόλοιπες δαπάνες που ανάγονται σε εργασία

- Τεχνίτης
(003) Η 1,000 x 18,99 = 18,99
- Βοηθός
(002) Η 1,000 x 14,34 = 14,34

ΑΘΡΟΙΣΜΑ 253,33

ΤΙΜΗ ΕΝΟΣ ΤΕΜ : 253,33 ΕΥΡΩ

ΑΡΘΡΟ 25

(N9379.25.1)

Λυχνία ατμών νατρίου υψηλής πίεσης, ενδ. τύπου PHILIPS SON TP 70W δηλαδή προμήθεια, μεταφορά και τοποθέτηση μιας λυχνίας ατμών νατρίου υψηλής πίεσης, σε φωτιστικό σώμα κρεμαστό ή κορυφής ή σε βραχίονα τσιμεντοϊστού ή σιδηροϊστού.

(1 τεμ.)

Υλικά:

- Λυχνία ατμών νατρίου υψηλής πίεσης, ενδ. τύπου PHILIPS SON TP.70W
(N880.25.1) τεμ 1,000 x 20,00 = 20,00

ΕΡΓΑΣΙΑ και υπόλοιπες δαπάνες που ανάγονται σε εργασία

- Τεχνίτης
(003) Η 0,300 x 18,99 = 5,70

ΑΘΡΟΙΣΜΑ 25,70

ΤΙΜΗ ΕΝΟΣ ΤΕΜ : 25,70 ΕΥΡΩ

ΑΡΘΡΟ 26

(N9379.25.2)

Λυχνία ατμών νατρίου υψηλής πίεσης, ενδ. τύπου PHILIPS SON TP 150W κατά
τα λοιπά όπως το Άρθρο N9379.25.1
(1 τεμ.)

Υλικά:

- Λυχνία ατμών νατρίου υψηλής πίεσης, ενδ. τύπου PHILIPS SON TP.150W
(N880.25.1) τεμ 1,000 x 22,26 = 22,26

ΕΡΓΑΣΙΑ και υπόλοιπες δαπάνες που ανάγονται σε εργασία

- Τεχνίτης
(003) Η 0,300 x 18,99 = 5,70

ΑΘΡΟΙΣΜΑ 27,96

ΤΙΜΗ ΕΝΟΣ ΤΕΜ : 27,96 ΕΥΡΩ

ΑΡΘΡΟ 27

(N9379.35.1)

Λυχνία μεταλλικών αλογονιδίων, ενδ. τύπου PHILIPS CDM T 70W/830 δηλαδή
προμήθεια, μεταφορά και τοποθέτηση μιας λυχνίας μεταλλικών αλογονιδίων, σε
φωτιστικό σώμα κρεμαστό ή κορυφής ή σε βραχίονα τσιμεντοϊστού ή σιδηροϊστού.
(1 τεμ.)

Υλικά:

- Λυχνία μεταλλικών αλογονιδίων, ενδ. τύπου PHILIPS CDM T 70W/830 (N880.35.1) τεμ 1,000 x 33,85 = 33,85

ΕΡΓΑΣΙΑ και υπόλοιπες δαπάνες που ανάγονται σε εργασία

- Τεχνίτης (003) Η 0,300 x 18,99 = 5,70

ΑΘΡΟΙΣΜΑ 39,55

ΤΙΜΗ ΕΝΟΣ ΤΕΜ : 39,55 ΕΥΡΩ

ΑΡΘΡΟ 28

(N9379.35.2)

Λυχνία μεταλλικών αλογονιδίων, ενδ. τύπου PHILIPS CDM T 150W/830 κατά τα λοιπά όπως το Άρθρο N9379.35.1 (1 τεμ.)

Υλικά:

- Λυχνία μεταλλικών αλογονιδίων, ενδ. τύπου PHILIPS CDM T 150W/830 (N880.35.1) τεμ 1,000 x 33,85 = 33,85

ΕΡΓΑΣΙΑ και υπόλοιπες δαπάνες που ανάγονται σε εργασία

- Τεχνίτης (003) Η 0,300 x 18,99 = 5,70

ΑΘΡΟΙΣΜΑ 39,55

ΤΙΜΗ ΕΝΟΣ ΤΕΜ : 39,55 ΕΥΡΩ

Βιβλιογραφία

- [1] Φ. Β. Τοπαλής, “Φωτοτεχνία”, Εκδόσεις Ε.Μ.Π, 1994.
- [2] W. M. M.D. Hart, “*Adler’s Physiology of the Eye: Clinical Application*”, Mosby–Yearbook Inc., 1992.
- [3] W. Ganong, “*Ιατρική Φυσιολογία*”, Μετάφραση Ι. Χατζημηνά, εκδόσεις Γ. Κ. Αθανασιάδης, Αθήνα 1975.
- [4] K. Sagawa, “*70 Years of Photometry*”, Commission Internationale de l’Eclairage, CIE x009-1995
- [5] Commission Internationale de l’Eclairage, “*Light as a True Visual Quantity: Principles of Measurement*”, CIE pub 41.
- [6] Commission Internationale de l’Eclairage, “*CIE 1988 2 ° Spectral Luminous Efficiency Functions for Photopic Vision*”, CIE Publ. N ° 86, 1990.
- [7] Commission Internationale de l’Eclairage “*CIE Proceedings 1951*”, Vol. 1, Sec 4; Vol 3, p. 37, Bureau Central de la CIE, Paris, 1951
- [8] G. Wald, “*Human Vision and the Spectrum*”, Science,101, 653-658, 1945.
- [9] Commission Internationale de l’Eclairage, “*Mesopic Photometry History, Special Problems and Practical Solutions*”, CIE Pub 81, 1st Edition 1989.
- [10] I. Lewin, “*Lumen Effectiveness Multipliers For Outdoor Lighting Design*”, Illuminating Engineering Society, Paper no. 50.
- [11] I. Lewin, “*Lamp Spectral Effects at Roadway Lighting Levels*”, http://www.venturelighting.com/WhatsNew/lamp_spectral_effects_at_roadway.htm.
- [12] Commission Internationale de l’Eclairage “*Road Surfaces and lighting Publication*” CIE Publ. N° 115, 1995
- [13] Commission Internationale de l’Eclairage “*Road Surfaces and lighting Publication*” CIE Publ. N° 132, 1999
- [14] Ιστοσελίδα στο διαδίκτυο “www.philips.com”
- [15] Ian Lewin, “*Lamp special effects at Roadway Lighting Levels*”, Edinburgh, Scotland, September 1998
- [16] B. H. Crawford, “*The Scotopic Visibility Function*”, Proceedings of the Physical Society, B62, 321, 1949.
- [17] Ι.Α. Οικονομόπουλος “*Θεωρητική και εφαρμοσμένη Φωτοτεχνία* ” Αθήνα 1975
- [18] Εφημερίς της Κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας, Τεύχος 573, 9/9/1986

- [19] Commission Internationale de l'Eclairage "*Road Lighting Calculations*" CIE Publ. N° 140, 2000
- [20] Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ. "*Απόφαση υπουργού ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ. περί συμπλήρωσεως τεχνικών προδιαγραφών ηλεκτροφωτισμού οδών* " Αθήνα, 8/3/1988