



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

Προσομοίωση Συνθηκών Φωτισμού σε Σήραγγες με το Λογισμικό Radiance

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
Νικόλαος Ευθ. Πάνος



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

Αθήνα, Οκτώβριος 2007



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

Προσομοίωση Συνθηκών Φωτισμού σε Σήραγγες με το Λογισμικό Radiance

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Νικόλαος Ευθ. Πάνος

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

Αθήνα, Οκτώβριος 2007



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

Προσομοίωση Συνθηκών Φωτισμού σε Σήραγγες με το Λογισμικό Radiance

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Νικόλαος Ευθ. Πάνος

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

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 5^η Οκτωβρίου 2007.

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

.....
Ι. Α. Σταθόπουλος
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....
Σ. Καβατζά
Λέκτορας Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Οκτώβριος 2007

.....
Νικόλαος Ευθ. Πάνος

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

Copyright © Νικόλαος Ευθ. Πάνος, 2007.

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.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Καταρχήν θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον Αναπληρωτή Καθηγητή Ε.Μ.Π. και επιβλέποντα της παρούσης διπλωματικής εργασίας, κ.Φραγκίσκο Τοπαλή, καθώς επίσης και στον συνεπιβλέποντα κ.Κωνσταντίνο Μπουρούση, για τη βοήθειά τους στη διεξαγωγή της έρευνάς μου.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον σχεδιαστή και χρήστη του Radiance Mr. Giulio Antonutto για τα πολύτιμα στοιχεία που μου έδωσε και την προθυμία του να με βοηθήσει.

Τέλος, ευχαριστώ την οικογένειά μου για την ηθική συμπαράστασή τους σε όλο αυτό το χρονικό διάστημα και κυρίως την αδερφή μου Πολιτικό Μηχανικό Ε.Μ.Π.

*Αφιερωμένο στην Παρασκευή,
τον Ευθύμιο και την Αθηνά*

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	1
ABSTRACT	2
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	3
1. Εισαγωγή στο Radiance	5
1.1. Γενικά	5
1.2. Περιγραφή του σκηνικού	6
1.2.1. Γενικός καθορισμός αρχείων	6
1.2.2. Γεωμετρία 3D	9
1.2.2.1. Πολύγωνο (polygon)	10
1.2.2.2. Σφαίρα (sphere)	11
1.2.2.3. Κώνος (cone)	11
1.2.2.4. Κύλινδρος (cylinder)	12
1.2.2.5. Δακτύλιος (ring)	12
1.2.3. Υλικά	13
1.2.3.1. Normal materials	13
1.2.3.2. Lights	16
1.2.3.3. Dielectric materials	18
1.2.4. Βοηθητικά αρχεία	20
1.2.4.1. Αρχεία που περιέχουν συναρτήσεις (Function Files)	20
1.2.4.2. Αρχεία που περιέχουν δεδομένα (Data files)	21
1.3. Καθορισμός του φωτός στο Radiance	21
1.3.1. Υπολογισμός τιμών ακτινοβολίας (radiance values)	22
1.3.2. Χρησιμοποίηση IES δεδομένων	22
1.3.3. Φως ημέρας (Daylight)	23
1.4. Image Rendering	25
1.4.1. Εντολή Oconv	25
1.4.2. Εντολή Rvu	26
1.4.3. Εντολή Rpic	26
1.4.4. Εντολή Pfilt	28
1.4.5. Εντολή Rad	28
1.5. Προεσκόπηση και οπτικοποίηση εικόνων	29
1.5.1. Γρήγορη προεσκόπηση αντικειμένων	30
1.5.1.1. objline	30
1.5.1.2. objpic	30
1.5.1.3. objview	30
1.5.1.4. Μετατροπή αρχείων εικόνων	31
1.6. Ανάλυση εικόνων	31
1.6.1. Δημιουργία false color εικόνων	31
1.6.2. Λήψη τιμών μέσω της εντολής ximage	32
1.6.3. Λήψη τιμών μέσω της εντολής rtrace	32
2. Θεμελιώδεις Νόμοι και Μεγέθη της Φωτοτεχνίας	33
2.1. Ορισμοί	33
2.1.1. Φωτεινή Ροή (Luminous Flux, Φ)	33
2.1.2. Φωτεινή Ενέργεια	33
2.1.3. Φωτεινή Ένταση (Luminous Intensity, I)	34
2.1.4. Ένταση Φωτισμού Επιφάνειας (Illuminance, E)	35
2.1.5. Λαμπρότητα (Luminance, L)	35

2.2	Φωτομετρικοί νόμοι	35
3.	Φωτισμός Δρόμων	37
3.1.	Εισαγωγή – Πεδίο εφαρμογής	37
3.2.	Ορολογία φωτομετρικών στοιχείων	38
3.3.	Απαιτήσεις σε φωτομετρικά χαρακτηριστικά	40
3.4.	Τεχνικά στοιχεία φωτιστικών συνόλων	41
	3.4.1. Πηγές φωτισμού	42
	3.4.2. Φωτιστικά σώματα	44
	3.4.3. Διατάξεις στήριξης φωτιστικών σωμάτων	46
3.5.	Εγκάρσια και διαμήκης τοποθέτηση στύλων	48
	3.5.1. Εγκάρσια τοποθέτηση	48
	3.5.2. Διαμήκης τοποθέτηση	49
4.	Παρουσίαση των ανακλαστικών ιδιοτήτων της επιφάνειας του οδοστρώματος κατά CIE	51
4.1.	Ορισμοί	51
4.2.	Παρουσίαση των ανακλαστικών ιδιοτήτων της επιφάνειας του οδοστρώματος σε μορφή πίνακα	51
4.3.	Περιγραφή των ανακλαστικών ιδιοτήτων της επιφάνειας του οδοστρώματος μέσω τριών συντελεστών	52
	4.3.1. Γενικά	52
	4.3.2. Περιγραφή των τριών συντελεστών	53
	4.3.3. Ακρίβεια του συστήματος Περιγραφής	54
4.4.	Κατάταξη της επιφάνειας οδοστρώματος σύμφωνα με τις ανακλαστικές ιδιότητες	54
	4.4.1. Γενικά	54
5.	Φωτισμός Σήραγγας	57
5.1.	Γενικά - Σκοπός	57
5.2.	Ζώνες Σηράγγων	58
	5.2.1. Ζώνη Προσέγγισης (Access zone)	58
	5.2.2. Ζώνη Κατωφλίου (Threshold zone)	59
	5.2.3. Μεταβατική Ζώνη (Transition zone)	59
	5.2.4. Εσωτερική ζώνη (Interior zone)	59
	5.2.5. Ζώνη Εξόδου (Exit zone)	60
5.3.	Οπτική προσαρμογή	61
5.4.	Ορισμοί	62
5.5.	Τύποι φωτισμού σήραγγας	64
	5.5.1. Συμμετρικός και ασύμμετρος φωτισμός	64
	5.5.2. Παράγοντες που επηρεάζουν τα επίπεδα φωτισμού	65
	5.5.3. Τυπικές διατάξεις συστημάτων φωτισμού σήραγγας	65
6.	Φωτιστικά που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία	68
6.1.	Γενικά	68
6.2.	Φωτιστικά που χρησιμοποιήθηκαν στις προσομοιώσεις για τον φωτισμό σηράγγων	68
	6.2.1. Συμμετρικά φωτιστικά	68
	6.2.2. Ασύμμετρα φωτιστικά	71
6.3.	Φωτομετρικά δεδομένα	74

6.4.	Κατασκευή αρχείων τύπου IES	81
6.4.1.	Δομή αρχείων IES	81
6.4.2.	Αρχεία IES που χρησιμοποιήθηκαν στην προσομοίωση	83
7.	Περιγραφή αρχείων προσομοίωσης	85
7.1.	Αρχεία γεωμετρίας χώρου	85
7.1.1.	dashed_white.rad (διακεκομμένη λωρίδα οδοστρώματος)	89
7.1.2.	solid_white.rad (ενιαία λωρίδα οδοστρώματος)	89
7.1.3.	tunnel.rad	89
7.2.	Αρχεία Υλικών	94
7.2.1.	materials.rad	94
7.2.2.	Ενσωμάτωση προτύπων CIE στο Radiance	95
7.3.	Αρχεία Φωτιστικών	99
7.3.1.	Μετατροπή αρχείων IES σε δομή Radiance	99
7.3.1.1.	Αρχείο 150W.rad	100
7.3.1.2.	Αρχείο 250W.rad	102
7.3.1.3.	Αρχείο 400W.rad	104
7.3.2.	Κατανομή φωτιστικών	106
8.	Εντολές – Αποτελέσματα Προσομοιώσεων	121
8.1.	Εντολές που χρησιμοποιήθηκαν για τις προσομοιώσεις	121
8.2.	Αποτελέσματα προσομοιώσεων που έδωσε η εντολή rtrace	129
8.2.1.	Stage 1	130
8.2.2.	Stage 2	139
8.2.3.	Stage 3	148
8.2.4.	Stage 4	175
8.2.5.	Stage 5	202
8.2.6.	Stage 6	229
8.2.7.	Stage Night	256
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ	267
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	316

Περίληψη

Η παρούσα εργασία πραγματεύεται με τη μελέτη φωτισμού σήραγγας με χρήση του προγράμματος Radiance. Το Radiance αποτελεί ένα πακέτο λογισμικού για ηλεκτρονικό υπολογιστή. Πρόκειται για ένα ερευνητικό εργαλείο με σκοπό τον ακριβή υπολογισμό και την πρόβλεψη της ορατής ακτινοβολίας στο χώρο. Το Radiance πλεονεκτεί έναντι άλλων προγραμμάτων φωτισμού στο ότι χρησιμοποιεί τεχνική προσομοίωσης ray-tracing που συνεπάγεται τον υπολογισμό των ανακλάσεων σε όλες τις επιφάνειες του χώρου στο τελικό αποτέλεσμα. Το πρώτο βήμα για την πραγματοποίηση της προσομοίωσης του φωτισμού της σήραγγας είναι η κατασκευή της γεωμετρίας του χώρου, δηλαδή του οδοστρώματος και της σήραγγας, μέσω εντολών του προγράμματος. Στη συνέχεια έχουμε την εισαγωγή των ανακλαστικών ιδιοτήτων του οδοστρώματος σύμφωνα με τα πρότυπα που ορίζει η CIE (Commission Internationale de l'Eclairage). Κατόπιν πραγματοποιείται η μοντελοποίηση των φωτιστικών σωμάτων με βάση πραγματικά φωτομετρικά δεδομένα. Τελευταίο βήμα είναι η εκτέλεση της προσομοίωσης και η εξαγωγή φωτομετρικών μεγεθών, όπως η λαμπρότητα και η ένταση φωτισμού για τα διάφορα στάδια φωτισμού της σήραγγας. Τα δεδομένα αυτά στη συνέχεια αναλύονται με σκοπό την εύρεση μίας σχέσης μετασχηματισμού μεταξύ των δύο μεγεθών για κάθε στάδιο φωτισμού, έτσι ώστε γνωρίζοντας το ένα μέγεθος να γίνεται μία εκτίμηση, μέσω του συγκεκριμένου μετασχηματισμού, της τιμής του δεύτερου σύμφωνα πάντα με τις ανακλαστικές ιδιότητες του οδοστρώματος.

Abstract

This diploma thesis deals with the lighting of tunnels and it is based on the use of the program called 'Radiance'. Radiance is a computer software package. It is a research tool for accurately calculating and predicting the visible radiation in a certain space. The main advantage of Radiance is that it uses the simulation technique of image-oriented raytracing. This involves tracing a ray of light backwards from the viewer's eye position, to one or more sources, taking into effect specular reflections, transmissions and all geometries. The first stage for the simulation of the lighting of a tunnel is the creation of the geometry of the scene, road and tunnel, using the commands of Radiance. Moreover, the road surface is designed according to the reflection properties of CIE standards. In addition, the photometric data of real luminaires are used to create the luminaires of the tunnel. The last stage is to run the simulation and to get the luminance and illuminance values for the various lighting stages of the tunnel. These data are analysed in order to find a relation between luminance and illuminance that will allow someone to estimate luminance when illuminance is known and vice versa.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το θέμα αυτής της διπλωματικής εργασίας είναι η μελέτη φωτισμού μίας σήραγγας με χρήση του Radiance το οποίο είναι ένα πακέτο ελεύθερου λογισμικού που υπολογίζει με ακρίβεια τη ορατή ακτινοβολία στο χώρο. Ο κύριος στόχος είναι η προσομοίωση των διαφόρων σταδίων φωτισμού της σήραγγας χρησιμοποιώντας τις ακριβείς ανακλαστικές ιδιότητες του οδοστρώματος σύμφωνα με τα πρότυπα της CIE (Commission Internationale de l'Eclairage) καθώς και η εξαγωγή τιμών διαφόρων φωτομετρικών μεγεθών.

Αρχικά γίνεται μία εισαγωγή στη δομή και στις εντολές του Radiance. Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα θεμελιώδη μεγέθη φωτισμού. Γίνεται επιπλέον και μία αναφορά για τον φωτισμό δρόμων σχετικά με τεχνικά στοιχεία και απαιτήσεις φωτισμού, καθώς και αναφορά στα πρότυπα που έχει ορίσει η CIE για τις επιφάνειες των οδοστρωμάτων.

Ο φωτισμός, λοιπόν της σήραγγας έχει ως σκοπό να επιτρέψει την είσοδο των αυτοκινήτων στη σήραγγα, τη διέλευσή τους μέσα από αυτή και την έξοδό τους με ασφάλεια χωρίς την παρεμπόδιση της ροής των αυτοκινήτων. Ο σκοπός αυτός επιτυγχάνεται με τον επαρκή φωτισμό του εσωτερικού της σήραγγας που επιτρέπει την γρήγορη προσαρμογή των οδηγών στον εσωτερικό φωτισμό, την αναγνώριση πιθανών εμποδίων και τη διέλευση χωρίς τη μείωση της ταχύτητας.

Περιγράφονται στη συνέχεια οι ζώνες φωτισμού της σήραγγας σύμφωνα πάντα με τα πρότυπα της CIE και οι αντίστοιχες απαιτήσεις για τα μεγέθη φωτισμού.

Στην παρούσα εργασία, χρησιμοποιήθηκαν στις προσομοιώσεις τα μοντέλα πραγματικών φωτιστικών που τοποθετούνται σε σήραγγες, στηριζόμενοι στο γεγονός ότι οι προσομοιώσεις καταλήγουν σε ακριβή και ρεαλιστικά αποτελέσματα μόνο αν τα φωτιστικά σώματα μοντελοποιηθούν με ακρίβεια.

Έγινε λοιπόν μοντελοποίηση της γεωμετρίας του χώρου (σήραγγα, οδόστρωμα, φωτιστικά) για την εξαγωγή μεγεθών φωτισμού, όπως η λαμπρότητα και η ένταση φωτισμού. Τέλος, έγινε σύγκριση των τιμών που προέκυψαν με τιμές που προήλθαν από γνωστό πρόγραμμα φωτισμού (Calculux).

Εν κατακλείδι, η αξιοποίηση των δεδομένων της λαμπρότητας και της έντασης φωτισμού οδηγεί στην εξαγωγή συμπερασμάτων για τη σχέση ανάμεσα στα δύο αυτά μεγέθη, σε συνάρτηση των ανακλαστικών ιδιοτήτων του οδοστρώματος, και στην δυνατότητα εκτίμησης του ενός όταν ήδη γνωρίζουμε την τιμή του άλλου μέσω συγκεκριμένου μετασχηματισμού.

1. Εισαγωγή στο Radiance

1.1. Γενικά

Το Radiance αποτελεί ένα πακέτο λογισμικού για ηλεκτρονικό υπολογιστή το οποίο αναπτύχθηκε από την ερευνητική ομάδα Lighting Systems στο Lawrence Berkeley Laboratory υπό την καθοδήγηση του Greg Ward. Πρόκειται για ένα ερευνητικό εργαλείο με σκοπό τον ακριβή υπολογισμό και την πρόβλεψη της ορατής ακτινοβολίας στον χώρο. Το πρόγραμμα χρησιμοποιεί γεωμετρικά μοντέλα τριών διαστάσεων σαν δεδομένα για να παράγει φασματικές τιμές ακτινοβολίας στη μορφή φωτορεαλιστικών εικόνων. Το πακέτο αυτό ωστόσο είναι κάτι παραπάνω από μία φωτορεαλιστική αναπαράσταση.

Χρησιμοποιώντας ακριβή δεδομένα σαν είσοδο στο πρόγραμμα, όπως για παράδειγμα φωτομετρικά δεδομένα κατασκευαστών για συγκεκριμένες εγκαταστάσεις φωτισμού, οι σχεδιαστές έχουν τη δυνατότητα εκτίμησης της μελέτης που σχεδιάζουν χωρίς τον κίνδυνο να παρεκκλίνουν εξαιτίας οπτικά ευπαρουσίαστων αλλά ανακριβών εικόνων. Το πακέτο του Radiance παρουσιάζεται ιδιαίτερα χρήσιμο στην περίπτωση που κάποιος έχει να ανταπεξέλθει σε καινοτόμες και πειραματικές μελέτες. Προσομοιώνοντας τη συμπεριφορά του φωτός, το Radiance υπολογίζει τιμές ακτινοβολίας και προβλέπει την αναπαράσταση οποιασδήποτε σκηνής που έχει γεωμετρικά περιγραφθεί και συγκεκριμένα ενός αρχιτεκτονικού χώρου. Το πρόγραμμα εκπληρώνει τον ‘παραδοσιακό’ ρόλο προγραμμάτων αυτού του είδους, αλλά προσφέρει επιπλέον προσομοιώσεις φωτισμού με ακρίβεια και προχωρημένα μοντέλα σχετικά με αντανάκλαση πάνω σε επιφάνειες και με αυτόν τον τρόπο καλύπτει επιτυχώς θέματα σχετιζόμενα με αλληπάλληλες ανακλάσεις (diffuse and specular interreflection) σε περίπλοκους χώρους. [01]

Αντίθετα τα εμπορικά προγράμματα φωτισμού δεν έχουν τη δυνατότητα να προσομοιώνουν χώρους σε πλήρη λεπτομέρεια. Ορισμένα από τα πιο ανεπτυγμένα προγράμματα φωτισμού υπολογίζουν αλληπάλληλες ανακλάσεις μόνο για περιορισμένες περιπτώσεις, όπως άδειους ορθογώνιους χώρους χωρίς να λαμβάνουν υπόψη εμπόδια, χρωματισμούς και μη Λαμπερτιανές επιφάνειες (όπως μέταλλο και γυαλί).

Υπάρχουν τρία βήματα για τη δημιουργία μιας εικόνας όπως αναφέρθηκε παραπάνω:

1. Το πρώτο βήμα περιλαμβάνει τη δημιουργία ή μετασχηματισμό μιας τρισδιάστατης περιγραφής ενός φυσικού περιβάλλοντος ή μιας σκηνής (π.χ. γραφείο, δωμάτια, έπιπλα, φωτιστικά κ.τ.λ.) σε απλά γεωμετρικά στοιχεία τα οποία το Radiance μπορεί να διαχειριστεί. Τα στοιχεία αυτά περιλαμβάνουν πολύγωνα, σφαίρες, κυλίνδρους και κώνους.
2. Στη συνέχεια πρέπει να οριστεί συγκεκριμένο υλικό (μέταλλο, γυαλί, ξύλο, μάρμαρο κ.τ.λ.) ή άλλες ιδιότητες για τα παραπάνω στοιχεία Το δεύτερο βήμα περιλαμβάνει επίσης την τοποθέτηση συγκεκριμένων φωτιστικών πηγών, τη ρύθμιση της έντασής τους, τον καθορισμό του τύπου τους και την κατανομή τους στο χώρο.
3. Το τελευταίο βήμα περιλαμβάνει τη δημιουργία της τελικής εικόνας έχοντας έτοιμο το όλο σκηνικό της προσομοίωσης (rendering process). Αυτή η εικόνα πρέπει στη συνέχεια να ‘καθαριστεί’, να ‘φιλτραριστεί’ και να ‘αναλυθεί’ με διάφορους τρόπους ανάλογα με τις απαιτήσεις της κάθε εφαρμογής. Υπάρχει βέβαια η δυνατότητα να επαναληφθεί η συγκεκριμένη διαδικασία ώστε ο χρήστης να μπορεί να επιστρέφει σε ένα προηγούμενο σημείο και να αλλάζει τη γεωμετρία ή τα υλικά μέχρι να φτάσει στο επιθυμητό αποτέλεσμα. [01]

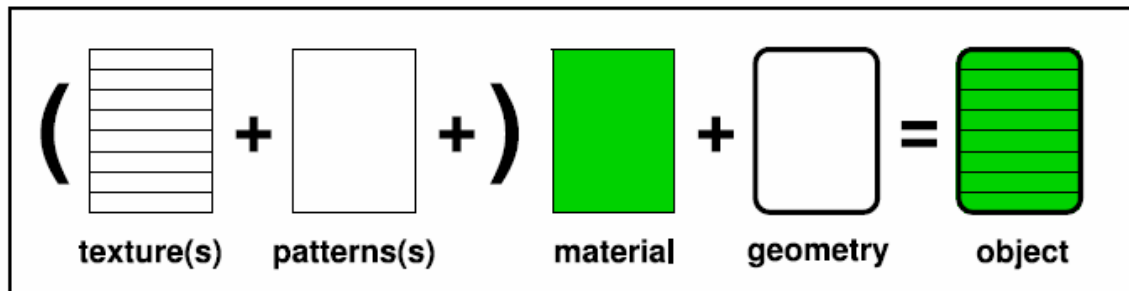
1.2. Περιγραφή του σκηνικού

Η περιγραφή του χώρου που θα προσομοιωθεί (3D γεωμετρία και ιδιότητες υλικών) δίνεται στο Radiance σε μορφή αριθμών σε αρχεία κειμένου. Τα αρχεία αυτά καθορίζουν το μέγεθος, τη θέση, το σχήμα και τον τύπο του υλικού. Επίσης μπορούν να δημιουργηθούν με το χέρι ή να παραχθούν με προγράμματα τύπου CAD. Στα αρχεία αυτά για την περιγραφή της γεωμετρίας, υλικών και φωτιστικών δίνεται η κατάληξη .rad. [01]

1.2.1. Γενικός καθορισμός αρχείων

Όλα τα αρχεία που περιγράφουν μια σκηνή έχουν την ίδια δομή, η οποία αποτελείται από τον συνδυασμό ξεχωριστών δομικών στοιχείων (primitives). Για παράδειγμα ορίζεται αρχικά ένα material primitive (π.χ. ένα κόκκινο υλικό) και στη συνέχεια ένα object

primitive (π.χ. ένα πολύγωνο) το οποίο χρησιμοποιεί το προηγούμενο ήδη ορισμένο υλικό (έχουμε πλέον ένα κόκκινο πολύγωνο). [02]



Εικ. 1.1: Περιγραφή αντικειμένου [03]

Όλα τα δομικά στοιχεία (primitives) έχουν την ακόλουθη μορφή :

προαιρετικό σχόλιο

modifier type identifier

n S1 S2 ... Sn

∅

n R1 R2 ... Rn

Ο όρος modifier πρέπει να είναι είτε η λέξη void ή το όνομα ενός primitive στοιχείου που έχει οριστεί προηγουμένως. Η λέξη void χρησιμοποιείται όταν το υπάρχον primitive στοιχείο δεν χρειάζεται να τροποποιηθεί από κάποιο άλλο.

Ο όρος type πρέπει να είναι ένα από τα δομικά στοιχεία του Radiance. Αυτά μπορεί να είναι είτε υλικά (π.χ. plastic, glass, metal), είτε αντικείμενα (π.χ. polygons, spheres, cones) ή ένας από τους ειδικούς τύπους (π.χ. pattern, mixture).

Ο όρος identifier αποτελεί απλά ένα μοναδικό όνομα με το οποίο χαρακτηρίζουμε το δομικό στοιχείο. Αυτό το όνομα μπορεί στη συνέχεια να χρησιμοποιηθεί σαν modifier σε μια ακολουθία ορισμών οποιουδήποτε δομικού στοιχείου.

Στον παραπάνω ορισμό στη δεύτερη γραμμή περιέχονται όλες οι ακολουθίες λέξεων που χρειάζονται για την περιγραφή του στοιχείου. Ο χαρακτήρας n είναι ο αριθμός των λέξεων ακολουθιών που χρησιμοποιούνται.

Η τρίτη γραμμή πρέπει πάντα να διαβάζει το χαρακτήρα 0 (μηδέν).

Η τελευταία γραμμή περιέχει δεκαδικούς αριθμούς και ο αριθμός n στην αρχή δείχνει το συνολικό αριθμό των χαρακτήρων που ακολουθούν.

Οποιοδήποτε σχόλιο ξεκινάει με το χαρακτήρα #.

Κάθε γραμμή η οποία ξεκινάει με το σύμβολο ! αντιμετωπίζεται σαν εντολή. Η εντολή αυτή εκτελείται και επιστρέφεται το αποτέλεσμα της εντολής. [01], [02], [03], [04], [05]

Ακολουθεί ένα παράδειγμα ορισμού δομικών στοιχείων στο Radiance .

```
# ορισμός κόκκινου υλικού ( σχόλιο )
```

```
( modifier ) ( type ) ( identifier )
```

```
void          plastic  red_material
```

```
0
```

```
0
```

```
5 1 0 0 0 0      ( πέντε αριθμοί που προσδιορίζουν το κόκκινο χρώμα
(1 0 0 για RGB ), ανακλαστικότητα (0) και τραχύτητα (0))
```

```
# μια κόκκινη σφαίρα που ονομάζεται ball ( σχόλιο )
```

```
( modifier )   ( type )   ( identifier )
```

```
red_material   sphere   ball
```

```
0
```

```
0
```

```
4 0 0 0 1 ( τέσσερις αριθμοί που προσδιορίζουν τη θέση (0,0,0) και
ακτίνα (1))
```

ένας κόκκινος κύλινδρος που ονομάζεται pipe

```
red_material_copy cylinder pipe
```

```
Ø
```

```
Ø
```

```
7
```

```
7 Ø Ø Ø
```

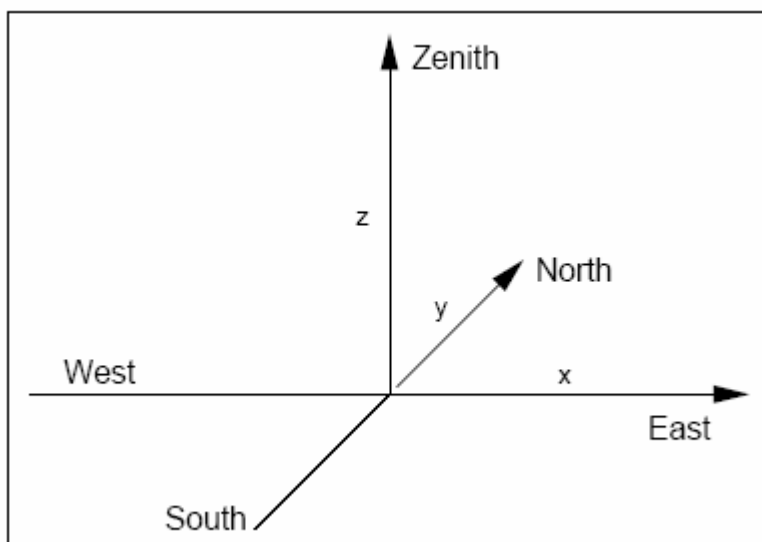
```
0 0 2
```

1 (επτά αριθμοί που προσδιορίζουν το αρχικό σημείο $(\emptyset, \emptyset, \emptyset)$, το τελικό $(\emptyset, \emptyset, 2)$ και διάμετρο (1))

1.2.2. Γεωμετρία 3D

Ο ευκολότερος τρόπος για να δημιουργήσει κάποιος μια σκηνή στο Radiance είναι η εισαγωγή της γεωμετρίας μέσω προγράμματος μετατροπέα αφού αρχικά έχει χρησιμοποιήσει 3D CAD λογισμικό. Εναλλακτική λύση αποτελεί η εισαγωγή της επιθυμητής γεωμετρίας απευθείας σε έναν κειμενογράφο.

Το Radiance χρησιμοποιεί ένα σύστημα συντεταγμένων σύμφωνα με τον κανόνα του δεξιού χεριού. Το z διάνυσμα ή άξονας δείχνει προς τα πάνω, το x διάνυσμα ή άξονας δείχνει ανατολικά και το y διάνυσμα ή άξονας δείχνει προς το βορρά. Η επιλογή των μονάδων είναι ελεύθερη για τον χρήστη με μόνο περιορισμό οι τιμές να επιλέγονται σε λογικά διαστήματα τιμών (περίπου 10^{-5} και 10^8).



Εικ. 1.2 : Η σύμβαση του συστήματος συντεταγμένων στο Radiance [03]

Η μόνη απαίτηση του Radiance είναι η πλήρης γνώση από τον χρήστη της κατεύθυνσης των αντικειμένων που χρησιμοποιεί.

Παρακάτω ακολουθούν οι τύποι αντικειμένων που χρησιμοποιεί το Radiance για να συνθέσει έναν χώρο με έναν συνδυασμό αυτών. [01]

1.2.2.1. Πολύγωνο (polygon)

Τα πολύγωνα προσδιορίζονται από ένα σύνολο κορυφών με τρεις διαστάσεις. Η τελευταία κορυφή ενώνεται αυτόματα με την πρώτη. Ανοίγματα στο εσωτερικό του πολυγώνου παρίστανται ως εσωτερικές κορυφές ενωμένες με την εξωτερική περίμετρο μέσω δύο πλευρών που συμπίπτουν. [01], [02], [05]

```
modifier polygon identifier
∅
∅
n    x1 y1 z1 (πρώτη κορυφή)
      x2 y2 z2
      .....
      xn yn zn (n-οστή κορυφή)
```

Παράδειγμα :

```
red_material polygon ground_plate
∅
∅
12
    ∅ ∅ ∅
  1∅ ∅ ∅
  1∅ 1∅ ∅
    ∅ 1∅ ∅
```

Δεν υπάρχει περιορισμός στον αριθμό των κορυφών.

1.2.2.2. Σφαίρα (sphere)

Η σφαίρα ορίζεται καθορίζοντας τη θέση του κέντρου και την ακτίνα της. [01], [02], [05]

```
modifier sphere identifier
∅
∅
4 x y z ( θέση κέντρου )
  r      ( ακτίνα )
```

Παράδειγμα :

```
red_material sphere ball
∅
∅
4 ∅ 1∅ ∅ 1
```

1.2.2.3. Κώνος (cone)

Ο κώνος είναι ένας κύλινδρος με διαφορετική αρχική και τελική διάμετρο. Ορίζεται με το αρχικό και το τελικό σημείο του κεντρικού του άξονα και την αρχική και τελική ακτίνα.

```
modifier cone identifier
∅
∅
8 x∅ y∅ z∅ (αρχικό σημείο)
  x1 y1 z1 (τελικό σημείο)
  r∅ r1    (αρχική και τελική ακτίνα )
```

Παράδειγμα :

```
red_material cone megaphone
∅
∅
8 ∅ ∅ ∅
  5 ∅ ∅
  1 3
```

1.2.2.4. Κύλινδρος (cylinder)

Ο κύλινδρος είναι παρόμοιος με τον κώνο, αλλά η αρχική και τελική ακτίνα είναι ίσες.

```
modifier cylinder identifier
∅
∅
7 x∅ y∅ z∅ (αρχικό σημείο)
  x1 y1 z1 (τελικό σημείο)
  r      ( ακτίνα )
```

1.2.2.5. Δακτύλιος (ring)

Ο δακτύλιος είναι ένας κυκλικός δίσκος και ορίζεται από τη θέση του κέντρου, το διάνυσμα της διεύθυνσης της επιφάνειάς του και την εσωτερική και εξωτερική ακτίνα. Δεν χρειάζεται καθορισμένη διαδοχή στις δύο ακτίνες και μία από τις δύο μπορεί να είναι μηδενική. [01], [02], [05]

```
modifier ring identifier
∅
∅
8 x∅ y∅ z∅ ( θέση κέντρου )
  x1 y1 z1 ( διάνυσμα επιφάνειας )
  r∅ r1 ( εσωτερική και εξωτερική ακτίνα )
```

Παράδειγμα :

```
red_material ring dinner_plate
∅
∅
8 ∅ ∅ ∅
  ∅ ∅ 1
  1 ∅
```

1.2.3. Υλικά

Για να προκύπτει μια ρεαλιστική εικόνα σαν αποτέλεσμα της προσομοίωσης στο Radiance πρέπει σε όλα τα αντικείμενα να αντιστοιχιστεί ένα υλικό. Αυτό το υλικό, το οποίο μπορεί να είναι συνδυασμός ενός αριθμού υλικών, καθορίζει τον τρόπο με τον οποίο το φως αλληλεπιδρά με την κάθε γεωμετρική επιφάνεια.

Το Radiance εμπεριέχει τέσσερις κατηγορίες υλικών : normal materials, lights, dielectric materials και BRDF materials. [01], [02], [05]

1.2.3.1. Normal materials

Normal materials είναι τα εξής : plastic, metal, trans και mirror. Αυτά τα υλικά ορίζονται να έχουν κάποιο χρώμα, συντελεστή τραχύτητας και συνιστώσα διάχυσης και κατοπτρισμού. [01]

Plastic

Το υλικό plastic ορίζεται από τρεις τιμές ανακλαστικότητας RGB (κόκκινο, πράσινο και μπλε χρώμα), την τιμή της κατοπτρικής ανάκλασης και την τιμή της τραχύτητας.

plastic primitive:

```
modifier plastic identifier
```

```
∅
```

```
∅
```

```
5 R G B ( Colour )
```

```
spec rough ( specularity & roughness )
```

Παράδειγμα :

```
void plastic gloss_white_paint
```

```
∅
```

```
∅
```

```
5 1 1 1
```

```
.∅3 .∅1
```

Αποδεκτές τιμές :

colour	[0:1],[0:1],[0:1] black - white
specularity	[0:1] matte - satin
roughness	[0:1] polished - low gloss

Metal

Το υλικό metal είναι παρόμοιο με το υλικό plastic με τη διαφορά ότι ο όρος specularity παίρνει τιμές 0,9 ή μεγαλύτερες. Για το υλικό plastic τιμές της τραχύτητας πάνω από 0,2 δεν είναι συνηθισμένες.

metal primitive:

modifier metal identifier

∅

∅

5 R G B (Colour)

spec rough (specularity & roughness)

Αποδεκτές τιμές :

colour	[0:1],[0:1],[0:1] black - white
specularity	[0:1] dirty - clean
roughness	[0:1] polished - roughened

Trans

Το υλικό trans είναι ένα ημιδιαφανές υλικό παρόμοιο με το plastic. Δέχεται τις ίδιες παραμέτρους με το plastic αλλά και δύο επιπλέον τιμές transmission και transmitted specularity. Οι δύο αυτές παράμετροι καθορίζουν αντίστοιχα την ποσότητα του φωτός

που διεισδύει μέσα από το υλικό και αυτήν που διασκορπίζεται λόγω διάχυσης. Αυτό το υλικό είναι απείρως λεπτό και τροποποιεί το χρώμα του φωτός που διαχέεται.

trans primitive :

modifier trans identifier

∅

∅

5 R G B

spec rough

trans tspec (transmission & transmitted specularity)

Αποδεκτές τιμές :

colour [∅:1],[∅:1],[∅:1]

black - white

specularity [∅:1]

matte - satin

roughness [∅:1]

polished - low gloss

transmission [∅:1]

opaque - transparent

transmitted specularity [∅:1]

diffuse - clear

Mirror

Το υλικό mirror χρησιμοποιείται για τη δημιουργία δευτερευόντων πηγών λόγω ανακλάσεων. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο για επίπεδες επιφάνειες (π.χ. rings, polygons) και ορίζεται από τις τιμές ανακλαστικότητας RGB.

mirror primitive:

modifier mirror identifier

∅ + modifier

∅

3 R G B (Colour)

Αποδεκτές τιμές :

colour [0:1],[0:1],[0:1]
black - silver

1.2.3.2. Lights

Lights ονομάζονται τα υλικά που είναι αυτόφωτα ή οι επιφάνειες που εκπέμπουν φως. Μπορούν να είναι πολύγωνα, σφαίρες, δίσκοι ή κύλινδροι. Οι παραλλαγές αυτού του υλικού είναι light, spotlight, illum και glow. Όλοι οι τύποι του υλικού light ορίζονται από τις τιμές ανακλαστικότητας RGB. [02]

Light

Είναι το βασικό υλικό για επιφάνειες που εκπέμπουν φως. Οι κώνοι δεν υποστηρίζονται σαν φωτεινές πηγές. [01], [02], [05]

light primitive:

```
modifier light identifier
∅
∅
3 R G B ( radiance value )
```

colour (0:inf),(0:inf),(0:inf)
output brightness

Spotlight

Χρησιμοποιείται για επιφάνειες που εκπέμπουν φως προς μια συγκεκριμένη διεύθυνση. Ορίζεται από τις τιμές RGB καθώς και από ένα διάνυσμα προσανατολισμού και τη γωνία κώνου (σε μοίρες). [01], [02], [05]

spotlight primitive:

```

modifier spotlight identifier
∅
∅
3 R G B ( radiance value )
angle ( cone angle )
x y z ( direction vector )

```

Αποδεκτές τιμές :

```

colour (∅:inf),(∅:inf),(∅:inf)
output brightness
angle [∅:36∅]
no shadows - always shadows
direction (-inf:inf),(-inf:inf),(-inf:inf)
any aimed orientation

```

Illum

Χρησιμοποιείται για δευτερεύουσες φωτεινές πηγές που έχουν ευρεία κατανομή. Η δευτερεύουσα φωτεινή πηγή αντιμετωπίζεται σαν οποιοδήποτε άλλο υλικό τύπου light εκτός από την περίπτωση που υπάρχει άμεση οπτική παρατήρηση της πηγής. Στην περίπτωση αυτή παίρνει τα χαρακτηριστικά κάποιου άλλου υλικού ή γίνεται μη ορατή. Οι δευτερεύουσες πηγές είναι πολύ χρήσιμες για μοντελοποίηση παραθύρων ή φωτεινών επιφανειών. [01], [02], [05]

illum primitive :

```

modifier illum identifier
1 modifier ( new material )
∅
3 R G B ( radiance value )

```

Αποδεκτές τιμές :

```

colour (∅:inf),(∅:inf),(∅:inf)
output brightness

```

Glow

Χρησιμοποιείται για επιφάνειες που είναι αυτόφωτες αλλά με περιορισμένη ισχύ. Το υλικό αυτό ορίζεται από τις τιμές RGB καθώς και από μια μέγιστη ακτίνα για σκίαση στα γύρω αντικείμενα (οποιοδήποτε αντικείμενο βρίσκεται έξω από αυτήν την ακτίνα δε θα έχει σκιά προερχόμενη από αυτή τη φωτεινή πηγή). [01], [02], [05]

glow primitive:

```
modifier glow identifier
∅
∅
4 R G B ( radiance value )
    maxrad ( maximum radius )
```

Αποδεκτές τιμές :

```
colour (∅:inf),(∅:inf),(∅:inf)
    output brightness
maximum radius [∅:inf)
    no shadows - always shadows
```

1.2.3.3. Dielectric materials

Ένα διηλεκτρικό υλικό χαρακτηρίζεται ένα διαφανές υλικό που διαθλά και αντανακλά το φως, όπως για παράδειγμα το νερό ή ο κρύσταλλος. Το υλικό αυτό έτσι έχει ένα δείκτη διάθλασης και συγκεκριμένη φασματική απορρόφηση. Οι τύποι διηλεκτρικών που χρησιμοποιεί το Radiance είναι dielectric, interface και glass. [01], [02], [05]

Dielectric

Το υλικό αυτό έχει τις ιδιότητες που αναφέρθηκαν παραπάνω. Ορίζεται από τις τιμές RGB και το δείκτη διάθλασης. Υπάρχει και μία προαιρετική παράμετρος, η σταθερά του Hartmann (η οποία είναι συνήθως μηδενική) και περιγράφει το πώς ο δείκτης διάθλασης αλλάζει σαν συνάρτηση του μήκους κύματος. [01], [02], [05]

dielectric primitive:

modifier dielectric identifier

∅

∅

5 R G B (transmission value)

n Hc (refraction index & Hartmann constant)

Αποδεκτές τιμές :

transmission [∅:1],[∅:1],[∅:1]

black - transparent

refractive index (1:2>

vacuum - diamond

Hartmann's constant <-2∅:3∅>

negative dispersion - positive dispersion

Interface

Το υλικό αυτό είναι το σύνορο μεταξύ δύο διηλεκτρικών. Τα συνηθισμένα διηλεκτρικά περιβάλλονται από κενό. Το υλικό interface ορίζεται από δύο σύνολα τιμών RGB και δείκτη διάθλασης, από τα οποία το πρώτο ορίζει το εσωτερικό και το δεύτερο το εξωτερικό. [01], [02], [05]

interface primitive:

modifier interface identifier

∅

∅

8 R1 G2 B3 (transmission value 1)

n1 (refraction index 1)

R2 G2 B2 (transmission value 2)

n2 (refraction index 2)

Αποδεκτές τιμές :

interior transmission [∅:1],[∅:1],[∅:1]

black - transparent

```
interior refractive index (1:2>
    vacuum - diamond
exterior transmission  [0:1],[0:1],[0:1]
    black - transparent
exterior refractive index (1:2>
    vacuum - diamond
```

Glass

Ο τύπος glass είναι παρόμοιος με το dielectric, με τη διαφορά ότι πρόκειται για βελτιστοποιημένο τύπο όσον αφορά λεπτές γυάλινες επιφάνειες. Μία μόνο μεταδιδόμενη και μία ανακλώμενη ακτίνα παράγονται. Κατά αυτόν τον τρόπο εσωτερικές ανακλάσεις αποφεύγονται. Η μόνη λεπτομέρεια που απαιτείται είναι η ποσότητα του φωτός που δεν απορροφάται σε μία διάσχιση του υλικού (transmissivity). [01], [02], [05]

glass primitive:

```
modifier glass identifier
∅
∅
3 R1 G1 B1 ( transmission value1 )
```

Αποδεκτές τιμές :

```
transmission  [0:1],[0:1],[0:1]
    black - transparent
```

1.2.4. Βοηθητικά Αρχεία

1.2.4.1. Αρχεία που περιέχουν συναρτήσεις (Function Files)

Τα αρχεία αυτού του τύπου περιέχουν τον ορισμό μεταβλητών, συναρτήσεων και σταθερών που χρησιμοποιούνται στον ορισμό των υλικών. Υπάρχουν αρκετές ήδη ορισμένες συναρτήσεις, π.χ. για τον υπολογισμό τριγωνομετρικών μεγεθών, και σταθερές αλλά ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να ορίσει οποιαδήποτε συνάρτηση επιθυμεί. [02]

1.2.4.2. Αρχεία που περιέχουν δεδομένα (Data files)

Τα αρχεία δεδομένων περιέχουν ν-διάστατους πίνακες πραγματικών αριθμών. Τα αρχεία συναρτήσεων καθορίζουν το πώς θα χρησιμοποιηθεί ένα αρχείο δεδομένων. Η βασική του δομή είναι η ακόλουθη [01], [02], [05] :

```
N
beg1 end1 m1
0 0 m2 x2.1 x2.2 x2.3 x2.4 .. x2.m2
...
begN endN mN
DATA
```

N είναι ο αριθμός των διαστάσεων. Για κάθε διάσταση δίνονται η αρχική (beg1) και η τελική (end1) τιμή συντεταγμένων και το μέγεθος της διάστασης (m1). Στη συνέχεια δίνονται τιμές για κάθε μία συντεταγμένη ξεχωριστά (x2.1 x2.2 x2.3 x2.4 .. x2.m2). Τέλος εισάγονται τα δεδομένα που είναι $m1 * m2 * \dots * mN$ πραγματικοί αριθμοί.

1.3. Καθορισμός του φωτός στο Radiance

Η σωστή απόδοση φωτεινών πηγών είναι ένα κρίσιμο στοιχείο για την εξαγωγή αποτελεσμάτων με ακρίβεια στο Radiance. Το πρόγραμμα είναι σε θέση να χρησιμοποιεί δεδομένα κατασκευαστών για φωτιστικά που έχουν συγκεκριμένα επιθυμητά χαρακτηριστικά. [01], [02], [05]

Το Radiance, όπως τα περισσότερα προγράμματα αυτού του είδους, πραγματεύεται μόνο με μία απλή ζώνη του κόκκινου, πράσινου και μπλε. Αν και το ανθρώπινο μάτι έχει την ικανότητα να συνθέτει οποιοδήποτε χρώμα από συνδυασμούς αυτών των τριών χρωμάτων, προκύπτουν διαφορές για λήψη ολόκληρου του φάσματος. Υπάρχει έτσι η πιθανότητα να εμφανιστούν ανακρίβειες στην παραγόμενη εικόνα. Το RGB μοντέλο είναι ωστόσο το ευκολότερο για προσομοίωση σε ένα υπολογιστή και το πιο ευρέως αποδεκτό και χρησιμοποιήσιμο. [01], [02], [05]

Όταν το ανθρώπινο μάτι παρατηρεί μια σκηνή που δεν είναι πολύ έντονα φωτισμένη εξισορροπεί τα χρώματα έτσι ώστε η σκηνή να εμφανίζεται λευκή και φυσική. Με αυτόν

τον τρόπο ακόμα και αν ένα σύνολο συγκεκριμένων συχνοτήτων απουσιάζει, για παράδειγμα κάποιες από τις υψηλές συχνότητες (μπλε και μωβ) σε μια λάμπα πυρακτώσεως, το σύνολο της σκηνης θα εμφανίζεται λευκό. Αν δεν υπάρχει χρωματική εξισορρόπηση το αποτέλεσμα δε θα είναι φυσικό. Στο Radiance υπάρχουν δύο τρόποι να γίνει χρωματική εξισορρόπηση σε μία εικόνα. Ο πρώτος είναι η χρησιμοποίηση ολοκληρωτικά λευκών φωτεινών πηγών και ο δεύτερος η χρησιμοποίηση της εντολής `pfilt` για φιλτράρισμα της παραγόμενης εικόνας. [01], [02], [05]

1.3.1. Υπολογισμός τιμών ακτινοβολίας (radiance values)

Όλες οι φωτεινές πηγές στο Radiance απαιτούν τρεις τιμές ακτινοβολίας. Μία τιμή για το κόκκινο και αντίστοιχα για το πράσινο και μπλε. Για τον υπολογισμό της τιμής ακτινοβολίας πρέπει να είναι γνωστά τα συνολικά αρχικά lumen και η συνολική επιφάνεια της πηγής. Οι υπολογισμοί αποφεύγονται με την χρησιμοποίηση του προγράμματος `lampcolor` που περιέχει το Radiance και χρησιμοποιεί μία λίστα διαθέσιμων τύπων λαμπτήρων. Τα στοιχεία εισάγονται όπως παρουσιάζονται παρακάτω [02] :

```
[student]$ lampcolor
Enter lamp type [WHITE]: incandescent      (τύπος λαμπτήρα)
Enter length unit [meter]: meter           (μονάδες)
Enter lamp geometry [polygon]: sphere      (γεωμετρία λαμπτήρα)
Sphere radius [1]: .03
Enter total lamp lumens [0]: 1500          (συνολικά lumen)
Lamp color (RGB) = 350.19 190.53 54.73    (αποτέλεσμα προγράμματος)
```

1.3.2. Χρησιμοποίηση IES δεδομένων

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, το Radiance έχει τη δυνατότητα να χρησιμοποιεί φωτομετρικά δεδομένα κατασκευαστών για ακριβή υπολογισμό της κατανομής του φωτός για φωτεινές πηγές τους. Αυτά τα δεδομένα μπορούν να μετατραπούν σε αρχεία αναγνώσιμα από το Radiance με το πρόγραμμα που ονομάζεται `ies2rad`. [01]

Η εντολή `ies2rad` παράγει ένα αρχείο το οποίο περιέχει τη γεωμετρία της φωτεινής πηγής και ένα αρχείο δεδομένων. Η γεωμετρία της πηγής τοποθετείται πάντα στην αρχή των αξόνων του συστήματος συντεταγμένων που χρησιμοποιεί το Radiance. [01]

δομή εντολής :

```
ies2rad [ options ] [ input ]
```

συνήθειες επιλογές (options) :

- o outname όνομα αρχείου εξόδου
- d untis μονάδες διαστάσεων
- i rad καθορίζει την ακτίνα σφαίρας που θα χρησιμοποιηθεί ως γεωμετρία
- t lamp καθορίζει τον τύπο του λαμπτήρα
- m factor πολλαπλασιαστικός παράγοντας

1.3.3. Φως ημέρας (Daylight)

Το πακέτο του Radiance περιέχει ένα πρόγραμμα που ονομάζεται `gensky` και το οποίο δημιουργεί την περιγραφή της σκηνής για την κατανομή του ουρανού σύμφωνα με τα πρότυπα της CIE (Commission Internationale de l'Éclairage). Αυτή η περιγραφή υφίσταται για οποιαδήποτε χρονική στιγμή κατά τη διάρκεια του έτους, οπουδήποτε στον κόσμο χρησιμοποιώντας είτε έναν ηλιόλουστο ουρανό, με ή χωρίς ήλιο, είτε ένα συννεφιασμένο ουρανό. Το υλικό και η επιφάνεια για τη γεωμετρία του ουρανού αφήνονται στην επιλογή του χρήστη.

Η εντολή `gensky` δημιουργεί δύο αντικείμενα τύπου `source`, ένα για το ημισφαίριο του ουρανού και ένα για το έδαφος. Τα αντικείμενα τύπου `source` βρίσκονται απείρως μακριά από οποιοδήποτε παρατηρητή και ορίζουν μία διεύθυνση και μία γωνία αντί για `x,y,z` συντεταγμένες. [01]

δομή εντολής :

```
gensky month day hour [ options ]
```

Παράδειγμα μίας ηλιόλουστης μέρας στο Λονδίνο [02] :

```
[student]$ gensky 12 09 14 -a 51 -o 0 -m 0
# gensky 12 09 14 -a 51 -o 0 -m 0
# Local solar time: 14.14
# Solar altitude and azimuth: 11.0 29.9
# Ground ambient level: 8.7
```

```
void light solar
0
0
3 2.72e+06 2.72e+06 2.72e+06
```

```
solar source sun
0
0
4 -0.489041 -0.851114 0.190903 0.5
```

```
void brightfunc skyfunc
2 skybr skybright.cal
0
7 1 3.76e+00 3.72e+00 2.98e-01 -0.489041 -0.851114 0.190903
```

Η gensky θα δημιουργήσει μόνο την κατανομή του ουρανού και του εδάφους καθώς και το υλικό και αντικείμενο του ήλιου. Τα υλικά του ουρανού και του εδάφους πρέπει να τα καθορίσει ο χρήστης. Σε αυτήν την περίπτωση χρησιμοποιείται η συνάρτηση skyfunc. Ο x άξονας δείχνει προς ανατολικά, ο y άξονας βόρεια και ο z άξονας αντιστοιχεί προς το υψηλότερο σημείο του ουρανού. Ένας ημισφαιρικός μπλε ουρανός δίνεται ως εξής :

```
skyfunc glow skyglow
0
0
4 .9 .9 1 0
```

```
skyglow source sky
0
0
4 0 0 1 180
```

Οι επιλογές (options) για την εντολή gensky είναι οι εξής :

- s καθαρός ουρανός κατά CIE
- +s καθαρός ουρανός με ήλιο
- c νεφώδης ουρανός κατά CIE
- +c ομοιόμορφος νεφώδης ουρανός
- a γεωγραφικό πλάτος (latitude) σε μοίρες
- o γεωγραφικό μήκος (longitude) σε μοίρες
- m μεσημβρινός σε μοίρες δυτικά του Greenwich (αν η ηλιακή ώρα δίνεται επακριβώς η επιλογή αυτή δεν έχει κάποιο αποτέλεσμα)

1.4. Image Rendering

Μόλις το σκηνικό έχει πλήρως καθοριστεί σε όρους γεωμετρίας και υλικών μπορεί να μετατραπεί σε εικόνα δύο διαστάσεων. Το μόνο που χρειάζεται να επιλεγεί είναι το σημείο παρατήρησης. Το Radiance χρησιμοποιεί την τεχνική προσομοίωσης ανίχνευση ακτινοβολίας (ray-tracing) σε προσανατολισμένη εικόνα. Αυτό συνεπάγεται ανίχνευση φωτεινής ακτινοβολίας πίσω από τη θέση παρατήρησης λαμβάνοντας υπόψη κατοπτρικές ανακλάσεις και όλες τις γεωμετρίες στο χώρο. Ο λόγος που γίνεται η συγκεκριμένη διαδικασία σε αντίθεση με το μοντέλο του πραγματικού κόσμου είναι ότι από όλες τις ακτίνες που ανακλώνται και διαθλώνται από μία φωτεινή πηγή μόνο ένας μικρός αριθμός στην πραγματικότητα φτάνει στο ανθρώπινο μάτι. [01], [06], [07], [08]

1.4.1. Εντολή Oconv

Για να μειωθεί ο χρόνος δημιουργίας εικόνων το Radiance χρησιμοποιεί αρχεία octrees για την ταξινόμηση της γεωμετρίας μιας σκηνής. Το αρχείο octree περιοδικά υποδιαιρεί το χώρο σε όγδοα του χώρου ή σε κύβους που περιέχουν όχι περισσότερα από έναν αριθμό αντικειμένων. Όταν μία ακτίνα ανιχνεύεται, υπολογισμοί γίνονται μόνο για εκείνα τα αντικείμενα που βρίσκονται στους κύβους που τέμνονται από την ακτίνα και όχι για ολόκληρη τη σκηνή και έτσι μειώνεται ο χρόνος που απαιτείται για τη δημιουργία της εικόνας. [01], [06], [07], [08]

Η εντολή `oconv` χρησιμοποιείται για τη δημιουργία του αρχείου `octree` από τα αρχεία που περιγράφουν τη σκηνή που θα προσομοιωθεί. Το αρχείο `octree` χρησιμοποιείται στη συνέχεια σαν είσοδος για τις εντολές που κάνουν τη διαδικασία `rendering`. [01]

δομή εντολής :

```
oconv [input files] > scene.oct
```

1.4.2. Εντολή `Rvu`

Η εντολή `rvu` εκτελεί τη διαδικασία `ray-tracing` και χρησιμοποιείται για μία πιο άμεση παρατήρηση μιας σκηνής σε προοπτική. Δεν χρησιμοποιείται για τη δημιουργία της τελικής εικόνας αλλά για εύρεση λαθών, για εκτίμηση του φωτισμού και την επιλογή των παραμέτρων παρατήρησης. Απεικονίζει μια πρόχειρη εκτίμηση της εικόνας και οι χρήστες έχουν τη δυνατότητα να αλλάξουν οποιαδήποτε παράμετρο στο παράθυρο διαλόγου που εμφανίζεται με τις παρακάτω εντολές [01], [06], [07], [08] :

Εντολή	Επεξήγηση
<code>Aim</code>	Zoom
<code>Exposure</code>	Ρύθμιση της έκθεσης
<code>Last</code>	Επαναφορά της προηγούμενης θέσης παρατήρησης
<code>New</code>	Επανασχεδιασμός εικόνας
<code>Quit</code>	Έξοδος
<code>Rotate</code>	Περιστροφή της κάμερας
<code>Set</code>	Αλλαγή των τιμών του προγράμματος
<code>Trace</code>	Ανίχνευση ακτίνας
<code>View</code>	Αλλαγή παραμέτρων παρατήρησης
<code>Write</code>	Εγγραφή σε αρχείο εικόνας

1.4.3. Εντολή `Rpict`

Η εντολή `rpict` παράγει μία υψηλής ανάλυσης εικόνα από μία δοσμένη θέση. Η εικόνα ίσως χρειαστεί λίγα λεπτά ή και αρκετές ώρες για να δημιουργηθεί γεγονός που εξαρτάται από την ανάλυση που έχει επιλεγεί και την επιθυμητή ακρίβεια. Η έξοδος της εντολής `rpict` ελέγχεται από έναν αριθμό μεταβλητών στην έκφραση της εντολής. Αυτές οι

μεταβλητές μεταβάλλουν τη θέση παρατήρησης, την ανάλυση της εικόνας και καθορίζουν αν θα γίνουν άμεσοι ή έμμεσοι υπολογισμοί. [01], [06], [07], [08]

δομή εντολής :

```
rpict [ options ] octree > imagefile
```

Παράμετροι παρατήρησης (rpict options)

Η rpict δέχεται τις ίδιες μεταβλητές με την εντολή rnu. Συνήθως αυτές οι μεταβλητές καθορίζονται με βάση την rnu και αποθηκεύονται σε ένα .vf αρχείο. Η rpict στη συνέχεια τις διαβάζει μέσω αυτού του αρχείου με την επιλογή -vf στην έκφραση της εντολής.

Οι μεταβλητές είναι οι ακόλουθες :

-vtt	View type. ο όρος t μπορεί να είναι είτε 'v' για προοπτική όψη, 'l' για παράλληλη όψη
-vp x y z	σημείο παρατήρησης (Viewing point)
-vd xd yd zd	διάνυσμα παρατήρησης (View direction vector)
-vu xd yd zd	View up direction
-vh val	Horizontal field of view in degrees.
-vv val	Vertical field of view in degrees
-vf file	εισαγωγή παραμέτρων από αρχείο

Παράμετροι ανάλυσης εικόνας :

Η οριζόντια και η κατακόρυφη ανάλυση καθορίζουν την ποσότητα πληροφορίας στην τελική εικόνα και το χρόνο δημιουργίας αυτής.

-x xres	καθορισμός της οριζόντιας ανάλυσης x
-y yres	καθορισμός της κατακόρυφης ανάλυσης y

Παράμετροι για έμμεσους υπολογισμούς :

-ab N	Καθορίζει την ακρίβεια των υπολογισμών για τις ανακλάσεις που αφορούν τον έμμεσο φωτισμό
-------	--

1.4.4. Εντολή Pfilt

Η εντολή `pfilt` πραγματοποιεί anti-aliasing και κλιμάκωση σε μια εικόνα που παράχθηκε από την `griect`. Άλλες επιλογές περιλαμβάνουν την ρύθμιση της έκθεσης της εικόνας, και χρωματική εξισορρόπηση γύρω από φωτεινές περιοχές της εικόνας. [01], [08]

δομή εντολής :

```
pfilt [ options ] [ file ]
```

επιλογές (options) :

- x καθορισμός της οριζόντιας ανάλυσης x
- y καθορισμός της κατακόρυφης ανάλυσης y
- e προσαρμογή της έκθεσης (θετική ή αρνητική)
- t χρωματική εξισορρόπηση

1.4.5. Εντολή Rad

Επειδή η εντολή `griect` έχει πάνω από 40 παραμέτρους για τον πλήρη έλεγχο του αποτελέσματος, υπάρχει η εντολή `rad` που διευκολύνει τη διαδικασία rendering της τελικής εικόνας. Καθορίζοντας τις τιμές μόνο τριών παραμέτρων, ποιότητα εικόνας, άμεσος ή έμμεσος φωτισμός και επίπεδο λεπτομέρειας, η εντολή `rad` αναλαμβάνει να ρυθμίσει τις περισσότερες παραμέτρους της `griect` που έχουν μεγάλη σημασία για το αποτέλεσμα. Αφού έχουμε πλέον δώσει τιμές στις παραμέτρους τις οποίες αποθηκεύουμε σε ένα `.rif` αρχείο καλούμε την `rad` η οποία με τη σειρά της καλεί την `griect` και παράγει την τελική εικόνα.

δομή εντολής :

```
rad -v file.rif
```

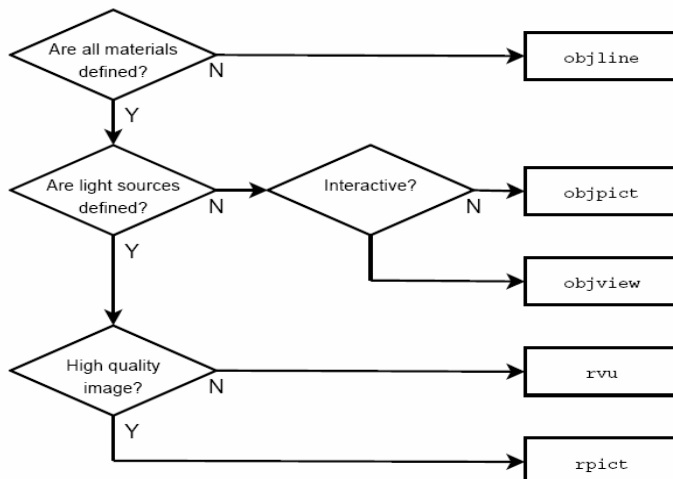
παράμετροι που ορίζονται στο αρχείο `.rif` [08] :

DETAIL	επίπεδο οπτικής λεπτομέρειας
OCTREE	το όνομα του αρχείου <code>octree</code> της σκηνής που θα προσομοιωθεί
PENUMBRAS	η τιμή TRUE δίνει απαλή σκίαση ενώ η τιμή FALSE δίνει απότομη σκίαση

PICTURE	όνομα αρχείου (εικόνας) εξόδου
INDIRECT	καθορισμός ανακλάσεων : ο άμεσος φωτισμός αντιστοιχεί σε τιμή 0 ενώ ο έμμεσος σε τιμή 1 με μέγιστη 2
QUALITY	καθορισμός της ποιότητας της εικόνας, δέχεται τιμές LOW, MEDIUM ή HIGH
RESOLUTION	καθορισμός της τελικής ανάλυσης της εικόνας (σε pixels)
REPORT	ενημέρωση ανά κάποιο χρονικό διάστημα σε λεπτά του ποσοστού των υπολογισμών που έχουν γίνει
VARIABILITY	χρησιμοποιείται για να δείξει το πόσο κυμαίνεται η διαφορά του φωτός πάνω σε μία επιφάνεια και καθορίζει το επίπεδο δειγματοληψίας για τους υπολογισμούς με ανακλάσεις δέχεται τιμές LOW, MEDIUM ή HIGH
render	εισάγει επιπλέον επιθυμητές μεταβλητές της rpict ή rnu
view	καθορισμός της θέσης του παρατηρητή και της διεύθυνσης παρατήρησης

1.5. Προεπισκόπηση και οπτικοποίηση εικόνων

Τα αντικείμενα και οι σκηνές στο Radiance μπορούν να οπτικοποιηθούν με έναν αριθμό διαφορετικών εντολών. Αυτές βασίζονται είτε στην rnu ή στην rpict και προσφέρουν λειτουργικότητα και ευκολία. Το παρακάτω διάγραμμα δείχνει σε ποιο σημείο οι εντολές αυτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν και είναι ταξινομημένες κατά αυξανόμενη πολυπλοκότητα και ποιότητα εικόνας από πάνω προς τα κάτω. [02]



Εικ.1.3 : Διάγραμμα εντολών οπτικοποίησης αντικειμένων [02]

1.5.1. Γρήγορη προεπισκόπηση αντικειμένων

1.5.1.1. objline

Καθώς μοντελοποιούμε τη γεωμετρία μιας σκηνής είναι συχνά χρήσιμο να έχουμε μία γρήγορη εποπτεία του μεγέθους και της θέσης των αντικειμένων. Η objline είναι χρήσιμη για γρήγορη προεπισκόπηση της γεωμετρίας χωρίς να έχει οριστεί κάποιο υλικό. [02]

δομή εντολής :

```
[student] $ objline object.rad | xllmeta
```

1.5.1.2. objpict

Όταν όλα τα υλικά και η γεωμετρία των αντικειμένων έχουν πλήρως οριστεί εκτός από τα φωτιστικά, η εντολή objpict μπορεί να δημιουργήσει μία προεπισκόπηση των αντικειμένων από τέσσερις διαφορετικές θέσεις παρατήρησης τοποθετώντας παράλληλα πηγές φωτισμού έτσι ώστε τα αντικείμενα να είναι ορατά. [02]

δομή εντολής χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα απεικόνισης ximage :

```
[student] $ objpict materials.rad object.rad | ximage
```

ή αποθήκευση της εικόνας σε αρχείο τύπου .pic :

```
[student] $ objpict materials.rad object.rad > chair.pic
```

1.5.1.3. objview

Αν επιθυμούμε μια προεπισκόπηση με την εντολή gnu, αλλά δεν έχουν οριστεί ακόμα τα φωτιστικά, η εντολή objview θα χρησιμοποιήσει τα υλικά και η γεωμετρία των αντικειμένων, θα δημιουργήσει ένα αρχείο octree και θα καλέσει την gnu. [02]

δομή εντολής :

```
[student] $ objview materials.rad object.rad
```


1.5.1.4. Μετατροπή αρχείων εικόνων

Επειδή το Radiance τρέχει σε περιβάλλον Linux ή Unix κρίνεται απαραίτητη η μετατροπή των εικόνων που δημιουργεί σε άλλους τύπους αρχείων ώστε να είναι εφικτό να διαβαστούν και από άλλα λειτουργικά συστήματα. Την μετατροπή αυτή την κάνει το πρόγραμμα Image Magick με τις ακόλουθες εντολές [02] :

μετατροπή ενός αρχείου .pic σε .png :

```
[student]$ convert scene.pic scene.png
```

μετατροπή μεγάλου αριθμών αρχείων .pic σε .png που βρίσκονται μέσα σε ένα φάκελο :

```
[student]$ mogrify -format png *.pic
```

Εκτός από αρχεία τύπου .pic με τον ίδιο τρόπο έχουμε τη μετατροπή σε αρχεία τύπου .gif και .jpeg.

1.6. Ανάλυση εικόνων

1.6.1. Δημιουργία false color εικόνων

Η εντολή falsecolor έχει τη δυνατότητα να απεικονίσει την κατανομή της λαμπρότητας ή της έντασης φωτισμού με χρωματική κλίμακα (χρωματικές επιφάνειες ή περίγραμμα επιφάνειας όπου τα σημεία έχουν τις ίδιες τιμές) στην εικόνα που αναλύεται. Η δομή της εντολής είναι η εξής [02] :

```
falsecolor [ -i input ][ -p picture ][ -cb | -cl ][ -s scale ][ -l label ][ -n ndivs ]
```

- i input αρχείο εισόδου (εικόνα .pic)
- p picture τοποθέτηση καμπυλών, που αποτελούνται από σημεία με ίσες τιμές, πάνω σε μια εικόνα του Radiance
- cb δημιουργία χρωματικών επιφανειών αντί καμπυλών
- cl δημιουργία καμπυλών αντί χρωματικών επιφανειών
- s scale αλλαγή ορίων της κλίμακας
- l label αλλαγή επιγραφής (Nits ή Lux)
- n ndivs αριθμός χρωματικών υποδιαίρεσεων

Για την απεικόνιση λαμπρότητας (σε μονάδες cd/m^2) χρησιμοποιείται η παρακάτω εντολή μέσω της `rpict` :

```
rpict -vf default.vp scene.oct | falsecolor > scene.pic
```

Ενώ για απεικόνιση της έντασης φωτισμού (σε lux) έχουμε τη σειρά εντολών :

```
rpict-i -vf default.vf scene.oct > irradi.pic
```

```
rpict -vf default.vf scene.oct > rad.pic
```

```
falsecolor -i irradi.pic -p rad.pic -cl -l Lux > lux.pic
```

1.6.2. Λήψη τιμών μέσω της εντολής `ximage`

Η εντολή `ximage` είναι χρήσιμη στην περίπτωση που απαιτείται η εύρεση μικρού αριθμών τιμών, συντεταγμένων ενός σημείου ή η διεύθυνση οποιασδήποτε ακτίνας. [02]

πλήκτρο L	εμφάνιση τιμής λαμπρότητας επιλεγμένου σημείου
πλήκτρο C	εμφάνιση του χρώματος της περιοχής ενδιαφέροντος
πλήκτρο P	εμφάνιση x και y συντεταγμένων της θέσης του κέρσορα
πλήκτρο T	προέλευση ακτίνας για επιλογή παραμέτρου <code>-oo</code> διεύθυνση ακτίνας για επιλογή παραμέτρου <code>-od</code> τιμή ακτινοβολίας για επιλογή παραμέτρου <code>-on</code> τιμή λαμπρότητας για επιλογή παραμέτρου <code>-ol</code> θέση pixel για επιλογή παραμέτρου <code>-op</code>

1.6.3. Λήψη τιμών μέσω της εντολής `rtrace`

Η εντολή `rtrace` δέχεται σαν είσοδο ένα αρχείο τύπου `octree`, τη θέση του παρατηρητή και το διάνυσμα παρατήρησης. Υπολογίζει τιμές λαμπρότητας ή φωτεινής έντασης ανάλογα με τις παραμέτρους που θα δοθούν. [02]

δομή εντολής :

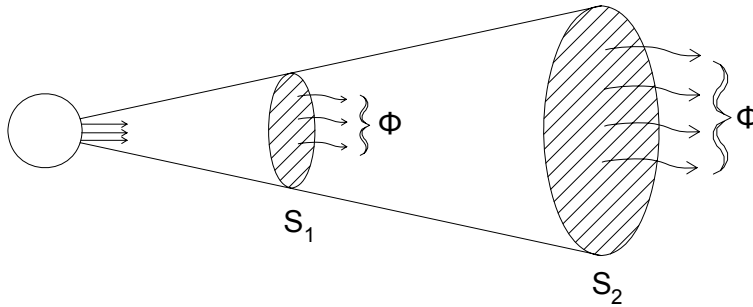
```
rtrace -ov scene.oct < grid_points > results
```

Η εντολή `rtrace` θα επεξηγηθεί αναλυτικότερα και στη συνέχεια της παρούσας εργασίας.

2. Θεμελιώδεις Νόμοι και Μεγέθη της Φωτοτεχνίας

2.1. Ορισμοί

2.1.1. Φωτεινή Ροή (Luminous Flux, Φ)



Εικ 2.1: Ροή ακτινοβολίας Φ (η ροή Φ είναι ίδια σε οποιαδήποτε επιφάνεια, S_1 ή S_2 , μετρηθεί) [09]

Ορίζεται σαν Φωτεινή Ροή Φ η στοιχειώδης Φωτεινή Ενέργεια dQ που εκπέμπει μία σημειακή φωτεινή πηγή τοποθετημένη στην κορυφή ενός κώνου σε χρόνο dt προς το χρόνο αυτό :

$$\Phi = \frac{dQ}{dt}$$

Από τον παραπάνω ορισμό προκύπτει ότι το μέγεθος της Φωτεινής Ροής Φ είναι στην πραγματικότητα η Φωτεινή Ισχύς, επειδή εκφράζει την ποσότητα της φωτεινής ισχύος που εκπέμπει μια φωτεινή πηγή προς κάποια συγκεκριμένη κατεύθυνση. Η μονάδα της είναι το lumen (lm). [09]

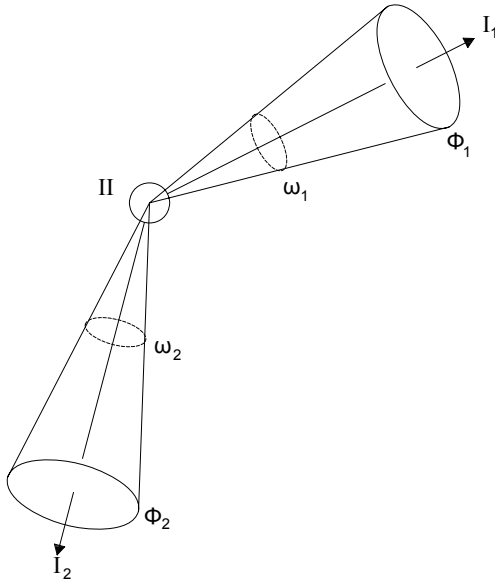
2.1.2. Φωτεινή ενέργεια

Με τον όρο Φωτεινή ενέργεια Q εννοείται η εκπεμπόμενη ακτινοβολία από μία πηγή, η οποία γίνεται αντιληπτή από το ανθρώπινο μάτι. Όπως είναι γνωστό, μία πηγή ακτινοβολίας εκπέμπει ενέργεια, που είναι κατανεμημένη ανομοιόμορφα στο φάσμα εκπομπής της πηγής συναρτήσει του μήκους κύματος λ , τη δε κατανομή την καθορίζει η Φασματική Ενέργεια ακτινοβολίας W_λ . Το κλάσμα της Ενέργειας W που εκπέμπεται στη ζώνη κύματος από 380 έως 780 nm είναι η ενέργεια του ορατού φωτός.

$$Q = \int_{380\text{nm}}^{780\text{nm}} V_\lambda \cdot dW(\lambda) = \int_{380\text{nm}}^{780\text{nm}} V_\lambda \cdot W_\lambda \cdot d\lambda$$

όπου V_λ είναι ο Συντελεστής Φασματικής Ευαισθησίας του Ανθρώπινου Ματιού (καθαρός θετικός αριθμός μικρότερος της μονάδας). [09]

2.1.3. Φωτεινή Ένταση (Luminous Intensity, I)



Εικ.2.2 : Φωτεινή Ένταση ή Ένταση Φωτεινής πηγής I

ω_1, ω_2 Στερεές γωνίες

Φ_1, Φ_2 Φωτεινή ροή στις γωνίες ω_1, ω_2

I_1, I_2 Φωτεινή Ένταση στις γωνίες ω_1, ω_2 [09]

Η Φωτεινή Ένταση ή Ένταση Φωτεινής πηγής I ορίζεται σαν ο λόγος της στοιχειώδους Φωτεινής Ροής $d\Phi$ που εκπέμπει μία σημειακή φωτεινή πηγή μέσα σε μία στοιχειώδη στερεά γωνία $d\omega$ προς την γωνία αυτή :

$$I = \frac{d\Phi}{d\omega}$$

Η Φωτεινή Ένταση I εκφράζεται με τη μονάδα cd (candela) :

$$\text{cd} = \frac{\text{lm}}{\text{sr}} \quad (\text{candela} = \frac{\text{lumen}}{\text{sterad}})$$

Από τον ορισμό αυτό φαίνεται ότι η Φωτεινή Ένταση I έχει τις ίδιες διαστάσεις με τη φωτεινή ροή Φ γιατί το sterad είναι αδιάστατο μέγεθος.

Η συνολική Φωτεινή Ροή (Ισχύς) $\Phi_{\text{ολ}}$ που εκπέμπει μία φωτεινή πηγή προς όλες τις κατευθύνσεις υπολογίζεται αν είναι γνωστή η Φωτεινή Ένταση από τη σχέση [09] :

$$\Phi_{\text{ολ}} = \int_0^{4\pi} I \cdot d\omega$$

2.1.4. Ένταση Φωτισμού Επιφάνειας (Illuminance, E)

Ένταση Φωτισμού E ή Φωτισμός Επιφάνειας ορίζεται ο λόγος της στοιχειώδους Φωτεινής Ροής dΦ που πέφτει κάθετα σε μία στοιχειώδη επιφάνεια dS προς την επιφάνεια αυτή :

$$E = \frac{d\Phi}{dS}$$

Η Ένταση Φωτισμού E δίνεται με τη μονάδα [09] :

$$\text{lux} : \text{lx} = \frac{\text{lm}}{\text{m}^2}$$

2.1.5. Λαμπρότητα (Luminance, L)

Η Λαμπρότητα L ορίζεται σαν ο λόγος της Φωτεινής Έντασης I της πηγής στην κατεύθυνση του παρατηρητή προς το εμβαδόν S της επιφάνειας της πηγής το οποίο βλέπει ο παρατηρητής:

$$L = \frac{I}{S \cdot \cos \alpha}$$

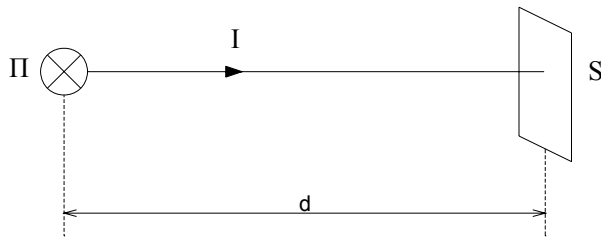
Από τον ορισμό της Λαμπρότητας είναι προφανές ότι είναι διανυσματικό μέγεθος και μεταβάλλεται ανάλογα με τη θέση του παρατηρητή της φωτεινής πηγής. Η Λαμπρότητα δίνεται με τη μονάδα cd/m^2 , που μερικές φορές ονομάζεται Nit (nt). Ουσιαστικά η λαμπρότητα θεωρείται το αντικειμενικό μέτρο και το πιο σημαντικό κριτήριο για τον οδικό φωτισμό, καθώς περιγράφει την κατάσταση ενός φωτιζόμενου οδοστρώματος εξετάζοντας την ακτινοβολία που προέρχεται από ανάκλαση στο οδόστρωμα και κατευθύνεται προς το μάτι του οδηγού, καθιστώντας το οδόστρωμα ορατό. [09]

2.2. Φωτομετρικοί Νόμοι

1. Ο φωτομετρικός νόμος των αποστάσεων συνδέει μαθηματικά την ένταση φωτισμού μίας επιφάνειας E με την ένταση της φωτεινής πηγής I που φωτίζει :

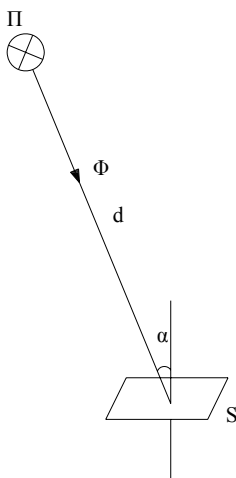
$$E = \frac{I}{d^2}$$

όπου d είναι η απόσταση της φωτιζόμενης επιφάνειας από την πηγή (Εικ.2.3). Ο παραπάνω νόμος ισχύει με την προϋπόθεση ότι η φωτεινή δέσμη προσπίπτει κάθετα στη επιφάνεια. [09]



Εικ.2.3 : Φωτεινή πηγή Π τοποθετημένη σε απόσταση d από την επίπεδη επιφάνεια S [09]

2. Στην περίπτωση που η φωτεινή δέσμη φωτίζει την επιφάνεια υπό γωνία α ως προς την κάθετο (Εικ.2.4), εφαρμόζεται ο φωτομετρικός νόμος του συνημιτόνου ο οποίος στην πραγματικότητα είναι η γενικευμένη μορφή του νόμου των αποστάσεων [09] :



Εικ.2.4 : Φωτομετρικός Νόμος του συνημιτόνου.

Η φωτεινή ροή Φ προσπίπτει υπό γωνία α ως προς την κάθετο προς το επίπεδο S [09]

Οι δύο παραπάνω νόμοι της Φωτομετρίας είναι από τους βασικότερους και πιο χρήσιμους για την εκπόνηση φωτοτεχνικών μελετών και υπολογισμών. Οι σχέσεις που διέπουν τους δύο νόμους συσχετίζουν δύο από τα σημαντικότερα μεγέθη της Φωτοτεχνίας τα οποία είναι η Φωτεινή Ένταση I του λαμπτήρα και η Ένταση Φωτισμού της φωτιζόμενης επιφάνειας.

3. Φωτισμός Δρόμων

3.1. Εισαγωγή - Πεδίο εφαρμογής

Η οδήγηση κατά τις νυχτερινές ώρες είναι μία από τις δυσκολότερες συνθήκες στις οποίες καλείται να ανταπεξέλθει ένας οδηγός. Το περιορισμένο βάθος ορατότητας, η ανικανότητα διάκρισης του περιβάλλοντος χώρου, η φτωχή αντίθεση του φωτιζόμενου τμήματος, η δυσκολία διάκρισης της οριζόντιας και κατακόρυφης σήμανσης, η θάμβωση και η συνεχής εναλλαγή των φανών του οχήματος, είναι μερικές μόνο από τις καταστάσεις που καθορίζουν το πρόβλημα της νυχτερινής οδήγησης.

Για την αντιμετώπιση του εν λόγω προβλήματος επιστρατεύεται ο τεχνητός ηλεκτροφωτισμός, η συμβολή του οποίου στην αναβάθμιση της οδικής ασφάλειας είναι δεδομένη και αποδεδειγμένη από συνεχείς στατιστικές. Έτσι, ο σωστός φωτισμός εξασφαλίζει ένα επιθυμητό επίπεδο ορατότητας που επιτρέπει στους χρήστες της οδού να διακρίνουν έγκαιρα, με καθαρότητα και σαφήνεια όλες τις απαραίτητες λεπτομέρειες για την ασφαλή τους κίνηση, και κυρίως την τροχιά και το περιβάλλον της οδού, τα εμπόδια στο δρόμο και την κίνηση που βρίσκεται επάνω στην οδό, ή που προτίθεται να εισέλθει σε αυτήν. Επίσης, ο φωτισμός βρίσκει εφαρμογή και κατά τη διάρκεια της ημέρας, στην περίπτωση των σηράγγων, ενώ, τέλος, δευτερευόντως διευκολύνει την κίνηση των πεζών και την ανάπτυξη εμπορικών δραστηριοτήτων παρά την οδό, σε αστικό περιβάλλον.

Μία εγκατάσταση φωτισμού πρέπει να παρέχει στον οδηγό τη δυνατότητα να καθορίζει :

- την κατάσταση της οδού στο τμήμα που πρόκειται να διανύσει στα επόμενα 5 έως 10 sec
- τη θέση του οχήματός του και την κίνησή του στο εν λόγω τμήμα
- την αντίστοιχη θέση και κίνηση των λοιπών οχημάτων
- την ύπαρξη τυχόν εμποδίων επάνω στο οδόστρωμα
- τη σήμανση της οδού, κάθετη και οριζόντια

Πρέπει να σημειωθεί ότι αν και σε κάθε περίπτωση ο φωτισμός είναι επιθυμητός, σπανίως δικαιολογείται οικονομικά σε τμήματα υπεραστικών οδών, πλην αυτών με μεγάλους κυκλοφοριακούς φόρτους. Έτσι, περιορίζεται σε συγκεκριμένα κρίσιμα σημεία, για τα

οποία οι έρευνες δείχνουν σαφή βελτίωση της οδικής ασφάλειας με την εφαρμογή του, ή σε διάφορες άλλες περιπτώσεις που είναι ευνόητα απαραίτητος. Τα σημεία αυτά είναι :

- Οδοί με υψηλό κυκλοφοριακό φόρτο
- Σημεία οδών με έντονες αλλαγές χάραξης ή με φτωχά γεωμετρικά χαρακτηριστικά
- Κόμβοι με αξιόλογη κίνηση ή με διαρρύθμιση, καθώς και κυκλικοί κόμβοι
- Ανισόπεδοι κόμβοι αυτοκινητοδρόμων
- Μακρές γέφυρες
- Σήραγγες και υπόγεια τμήματα
- Περιοχές στάθμευσης και εξυπηρέτησης αυτοκινητιστών
- Σταθμοί διοδίων
- Αστικές οδοί με αξιόλογη κίνηση ή παράπλευρη εμπορική δραστηριότητα
- Επικίνδυνες κατασκευές, όπως μεσόβαθρα και στενές γέφυρες
- Πινακίδες σήμανσης
- Τμήματα με αξιόλογη κυκλοφορία πεζών
- Γενικώς, σημεία στα οποία απαιτείται η τεταμένη προσοχή του οδηγού, όπως θέσεις μετατροπής οδών ταχείας κυκλοφορίας σε συμβατικές οδούς ή σημεία συχνής διάσχισης πεζών έξω από πόλεις.

Ακριβείς προϋποθέσεις για την εφαρμογή φωτισμού σε κάθε περίπτωση μπορούν να βρεθούν σε πλήθος κανονισμών και προδιαγραφών φωτισμού.

Αυτό που θα πρέπει να καταστεί σαφές είναι πως σε κάθε περίπτωση απαιτείται η σοβαρή αντιμετώπιση του προβλήματος του φωτισμού. Κακώς σχεδιασμένος φωτισμός μπορεί να έχει τα αντίθετα από τα επιθυμητά αποτελέσματα, δυσχεραίνοντας την ορατότητα του οδηγού, ή και προκαλώντας τη θάμβωσή του. [10]

3.2. Ορολογία φωτομετρικών στοιχείων

Αν και σκοπός του παρόντος κεφαλαίου δεν είναι η εκτεταμένη ανάλυση των φωτομετρικών μεγεθών (η Φωτεινή Ροή, η Φωτεινή ενέργεια, η Φωτεινή Ένταση, η Ένταση Φωτισμού και η Λαμπρότητα αναλύθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο) του οδικού φωτισμού, ούτε η εμβάθυνση στις μεθόδους υπολογισμού του, στις επόμενες παραγράφους θα παρουσιαστούν κάποια σχετικά στοιχεία, οπότε κρίνεται σκόπιμο να

δοθούν μερικοί βασικοί ορισμοί χαρακτηριστικών φωτομετρικών στοιχείων. Έτσι, μερικά μεγέθη έχουν ως ακολούθως :

- **Ομοιομορφία Λαμπρότητας (Uniformity, U):** Για να είναι ένα αντικείμενο ορατό επάνω στο οδόστρωμα, πρέπει η κατανομή της λαμπρότητας στο οδόστρωμα να είναι ομοιόμορφη. Η ομοιομορφία εκφράζεται είτε για διεύθυνση κάθετη στη διεύθυνση του παρατηρητή (εγκάρσια ομοιομορφία), είτε για την ίδια τη διεύθυνση του παρατηρητή (διαμήκης ομοιομορφία) και εκφράζεται ως λόγος μεταξύ των L_{min} , L_{max} , L_{av} , ελάχιστης, μέγιστης και μέσης λαμπρότητας, αντίστοιχα, στο σύνολο του οδοστρώματος.
- **Αντίθεση Λαμπρότητας (Contrast, C):** Η αναγνώριση των αντικειμένων βασίζεται στη διαφορά λαμπρότητας μεταξύ αυτών και του περιβάλλοντός τους. Αυτή η διαφορά λαμπροτήτων αποτελεί την Αντίθεση Λαμπρότητας και δίνεται από την εξίσωση $C=(L_o-L_b)/L_b$, όπου L_o η λαμπρότητα του αντικειμένου και L_b η λαμπρότητα του περιβάλλοντος μέσα στο οποίο γίνεται αυτό ορατό. Η τιμή της αντίθεσης κυμαίνεται από -1 έως $+\infty$. Στις θετικές τιμές το αντικείμενο εμφανίζεται σαν φωτεινή εικόνα μέσα σε σκοτεινό περιβάλλον, ενώ συνήθως ο οδηγός αναγνωρίζει ένα αντικείμενο σαν σκοτεινή φιγούρα μέσα στο φωτεινό περιβάλλον της επιφάνειας του οδοστρώματος, δηλαδή η αντίθεση λαμβάνει αρνητικές τιμές.
- **Φωτεινότητα (Luminosity):** Είναι η οπτική αίσθηση που υποδεικνύει ότι μία περιοχή φαίνεται ότι εκπέμπει περισσότερο ή λιγότερο φως.
- **Ακτινοβολία (Beam):** Είναι το τμήμα της φωτεινής ροής που εκπέμπεται από μία πηγή φωτός, όταν αυτή περιέχεται σε μία στερεά γωνία. Η στερεά γωνία εκτείνεται ως το λειτουργικό κέντρο του φωτός της πηγής, συμπεριλαμβανομένης της μέγιστης έντασης.
- **Φωτεινή Απόδοση:** Ορίζεται ως ο λόγος της συνολικής φωτεινής ροής που εκπέμπεται από ένα ηλεκτρικό φωτιστικό σώμα, προς τη συνολική ηλεκτρική ισχύ της πηγής. Μονάδα μέτρησης είναι το lumen/Watt.
- **Συντελεστής Χρησιμοποίησης:** Είναι το ποσοστό της φωτεινής ροής ενός φωτιστικού σώματος που χρησιμοποιείται για το φωτισμό του οδοστρώματος.
- **Συντελεστής Συντήρησης:** Είναι ο λόγος της τρέχουσας φωτεινής απόδοσης σε lumens του συστήματος φωτισμού προς την αντίστοιχη αρχική, μετά από απώλεια φωτός από διάφορους παράγοντες, όπως η συσσώρευση σκόνης, η βλάβη κάποιων λαμπτήρων, η ρύπανση των τοιχωμάτων της σήραγγας κλπ.
- **Στάθμη Φωτισμού:** Είναι η φωτεινή ροή που δέχεται το οδόστρωμα ανά μονάδα επιφάνειάς του.

• **Θάμβωση:** Θάμβωση δημιουργείται όταν οι συνθήκες ορατότητας είναι τέτοιες ώστε να προκαλείται ενόχληση και μείωση της ικανότητας του παρατηρητή να διακρίνει αντικείμενα, εξαιτίας ακατάλληλης κατανομής της λαμπρότητας ή εξαιτίας υπερβολικών αντιθέσεων. Ένα από τα είδη θάμβωσης είναι η «φυσιολογική» θάμβωση, που προκαλείται από τη δημιουργία ενός ομοιόμορφου πέπλου φωτός στο οπτικό πεδίο, μειώνοντας την αντίθεση μεταξύ αντικειμένου και περιβάλλοντος. Δείκτης της εν λόγω μορφής θάμβωσης είναι το ποσοστό κατά το οποίο πρέπει να αυξηθεί η λαμπρότητα του περιβάλλοντος για να αποκατασταθεί η ορατότητα του αντικειμένου (Threshold Increment, TI). [10]

3.3. Απαιτήσεις σε φωτομετρικά χαρακτηριστικά

Για το σωστό φωτισμό ενός οδικού σημείου απαιτείται να πληρούνται σε αυτό ορισμένες μέγιστες και ελάχιστες τιμές φωτομετρικών στοιχείων του εφαρμοζόμενου φωτισμού. Διάφοροι κανονισμοί δίνουν πίνακες με τα απαιτούμενα αυτά στοιχεία, τα οποία εξαρτώνται από το είδος του φωτιζόμενου τμήματος.

Κατά τα βρετανικά πρότυπα (BS 5489) διαμόρφωνονται κλάσεις οδικού φωτισμού, ανάλογα με το είδος και την κατάσταση της οδού, πίνακας 3.1. Τα στοιχεία του εν λόγω πίνακα αφορούν μόνο διαμήκη τμήματα οδών. [10]

Πίνακας 3.1: Κλάσεις φωτισμού για διάφορα επίπεδα οδών [11].

ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΙ	
Πυκνότητα και πολυπλοκότητα κυκλοφορίας	Κλάση Φωτισμού
Υψηλή	M1
Μέση	M2
Χαμηλή	M3
ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΕΝΕΣ ΟΔΟΙ ΤΑΧΕΙΑΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ	
Έλεγχος κυκλοφορίας και διαχωρισμός χρηστών	Κλάση Φωτισμού
Φτωχός	M1
Καλός	M2
ΚΥΡΙΕΣ ΚΑΙ ΔΕΥΤΕΡΕΥΟΥΣΕΣ ΑΣΤΙΚΕΣ ΑΡΤΗΡΙΕΣ	
Έλεγχος κυκλοφορίας και διαχωρισμός χρηστών	Κλάση Φωτισμού
Φτωχός	M2
Καλός	M3
ΣΥΛΛΕΚΤΗΡΙΕΣ ΚΑΙ ΤΟΠΙΚΕΣ ΑΣΤΙΚΕΣ ΟΔΟΙ	
Έλεγχος κυκλοφορίας και διαχωρισμός χρηστών	Κλάση Φωτισμού
Φτωχός	M4
Καλός	M5

Με βάση την κλάση φωτισμού που αντιστοιχεί στην οδό ορίζονται τα απαιτούμενα φωτομετρικά χαρακτηριστικά, πίνακας 3.2.

Πίνακας 3.2: Απαιτήσεις φωτισμού κατά Κλάση Φωτισμού του πίνακα 3.1 [11].

Κλάση Φωτισμού	Μέση Λαμπρότητα Lav (cd/m ²)	Συνολική Ομοιομορφία Uo (Lmin/Lav)	Αρχικό TI (θάμβωση)	Διαμήκης Ομοιομορφία UL (Lmin/Lmax)	Λαμπρότητα περιβάλλοντος χώρου SR
	για όλες τις οδούς	για όλες τις οδούς	για όλες τις οδούς	για οδούς χωρίς, ή με λίγους κόμβους	για οδούς με διαβάσεις πεζών
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 %	-	-
M5	>0,5	>0,4	<15 %	-	-

Ανάλογα στοιχεία δίνονται και κατά τις αμερικανικές προδιαγραφές του AASHTO, πίνακας 3.3. Στον εν λόγω πίνακα δίνονται οι απαιτήσεις φωτισμού διαμήκων τμημάτων οδών, βάσει του είδους της οδού και της πυκνότητας κίνησης πεζών και οχημάτων και σε σχέση με χρήσεις γης, για ασφαλτικό οδόστρωμα. [10]

Πίνακας 3.3: Απαιτήσεις φωτισμού για ασφαλτικό οδόστρωμα, κατά AASHTO [10].

Είδος οδού	Πυκνότητα κίνησης	Φωτισμός (lux)	Συνολική Ομοιομορφία Uo (Lmin/Lav)
Αυτοκινητόδρομος		9	1:3
Ταχείας κυκλοφορίας	Μεγάλη	14	1:3
	Μέτρια	12	
	Περιοχή Κατοικίας	9	
Κύρια	Μεγάλη	17	1:3
	Μέτρια	13	
	Περιοχή Κατοικίας	9	
Συλλεκτήρια	Μεγάλη	12	1:4
	Μέτρια	9	
	Περιοχή Κατοικίας	6	
Τοπική	Μεγάλη	9	1:6
	Μέτρια	7	
	Περιοχή Κατοικίας	4	

3.4. Τεχνικά στοιχεία φωτιστικών συνόλων

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. [10]

3.4.1. 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. [10]

Αναλυτικότερα, όλα τα χρησιμοποιούμενα είδη λαμπτήρων έχουν ως εξής:

- **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 τις έχουν θέσει, πλέον, ανεπιθύμητες σε νέες εγκαταστάσεις.
- **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.
- **Λαμπτήρες Υδραργύρου (Mercury):** Οι λαμπτήρες υδραργύρου υποσκελίσαν 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 πολύ πιο συμφέροντες. Το ελαφρά κυανό χρώμα που παράγουν είναι γενικά αποδεκτό, ενώ το μέγεθός τους επιτρέπει ικανοποιητικό φωτεινό έλεγχο. Μία πιο βελτιωμένη εκδοχή αυτό του τύπου είναι οι λαμπτήρες με επικάλυψη φωσφόρου.
- **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.

- **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.

- **Λαμπτήρες Νατρίου Χαμηλής Πίεσης (Low Pressure Sodium):** Κύριό τους χαρακτηριστικό αποτελεί το έντονο φως που παράγουν, και στο οποίο οφείλεται και η φτωχή χρωματική απόδοση των επιφανειών, ωστόσο είναι ιδανικό για περιπτώσεις ομίχλης. Βασικό τους μειονέκτημα είναι το μεγάλο μήκος τους, που τους καθιστά δύσχρηστους.

Πίνακας 3.4: Χαρακτηριστικά απόδοσης λαμπτήρων οδικού φωτισμού [10].

Τύπος Λαμπτήρα	Αρχική Φωτεινή Ροή (lumens)	Φωτεινή Απόδοση (lumens/Watt)	Διάρκεια ζωής (ώρες)
Υδραργύρου	3.700-57.000	37-57	18.000-28.000
Υδραργύρου με επικάλυψη Φωσφόρου	4.000-63.000	40-63	18.000-28.000
Μετάλλων Αλογονιδίων	34.000-100.000	85-100	10.000-15.000
Νατρίου Υψηλής Πίεσης	9.500-140.000	95-140	15.000-28.000
Νατρίου Χαμηλής Πίεσης	1.800-33.000	100-183	10.000-18.000

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.

3.4.2. 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, στοιχείο που αναλύθηκε στην προηγούμενη υποπαράγραφο, 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. [10]

Ο ανακλαστήρας χρησιμεύει στη συγκέντρωση της φωτεινής ακτινοβολίας και στην 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 (cutoff), 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 σαν διαθλαστήρας για έλεγχο και ανακατανομή του φωτός. Όταν η διασπορά άνω των 90° είναι ανεπιθύμητη, εφαρμόζεται επίπεδο κάλυμμα από καθαρά διαφανές υλικό.

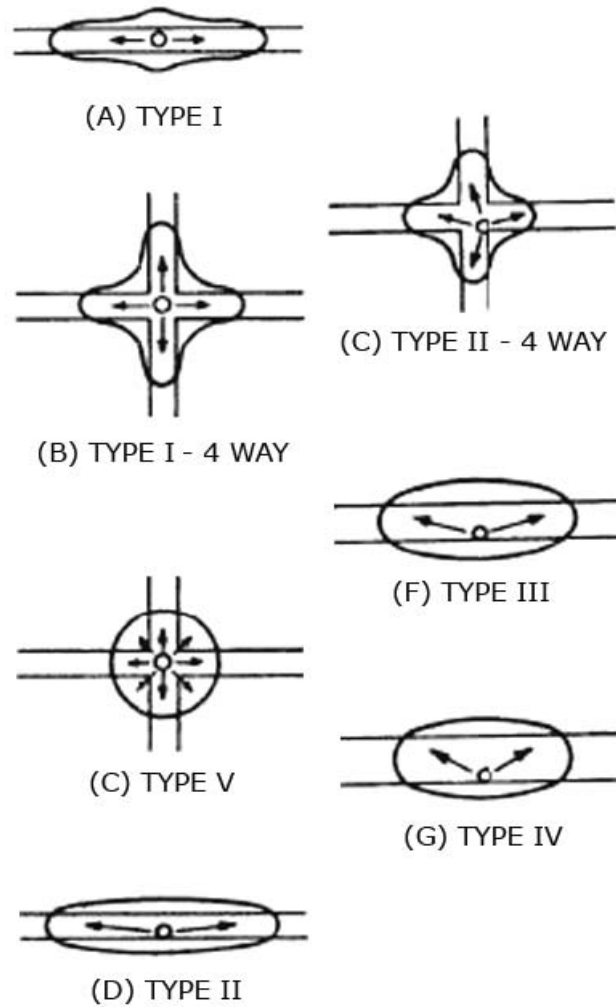
Μερικά είδη λαμπτήρων, όπως οι λαμπτήρες εκκένωσης και φθορισμού, από τη φύση τους απαιτούν, επιπλέον, και ειδικές συσκευές ελέγχου της τάσης του ρεύματος. Οι συσκευές αυτές παρέχουν την απαιτούμενη υψηλή αρχική τάση για την έναρξη λειτουργίας της συσκευής και επιτρέπουν τη λειτουργία του λαμπτήρα στα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

Τέλος, το σώμα που περικλείει την όλη διάταξη κατασκευάζεται από διάφορα υλικά, συννηθέστερα, 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.

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, που 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 επάνω στο οδόστρωμα, ενός φωτιστικού σώματος τοποθετημένου σε δεδομένο ύψος.
- 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 (εικόνα 3.1). 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 τροποποιημένος I 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 φαρδιές.



Εικ.3.1: Διάκριση φωτιστικών σωμάτων βάσει της πλευρικής διασποράς φωτός [10].

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. [10]

3.4.3. 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 στύλους 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, το στύλο και το βραχίονα. [10]

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

Το ύψος τοποθέτησης του φωτιστικού σώματος, και κατ' επέκταση το ύψος του στύλου, 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 σύνθητες ύψος των στύλων 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, ενώ αντενδείκνυται για κατοικημένες περιοχές, όπου μπορεί να είναι ενοχλητικός.

Ο βραχίονας στήριξης του φωτιστικού σώματος αποτελεί, συνήθως, ξεχωριστό τεμάχιο από το στύλο, και στηρίζεται στην κορυφή του. Μπορεί να είναι ευθύγραμμος ή με καμπύλη, οριζόντιος ή ελαφρά κεκλιμένος. Το μήκος του κυμαίνεται από 1,2-4,5 m,

ανάλογα με την απόσταση του στύλου 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). [10]

3.5. Εγκάρσια και διαμήκης τοποθέτηση στύλων

3.5.1. Εγκάρσια τοποθέτηση

Πέρα από τη χρησιμότητά τους για τη στήριξη των σωμάτων φωτισμού, οι στύλοι 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 στύλοι 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 στύλοι ηλεκτροφωτισμού θα πρέπει να προστατεύονται από στηθαία ασφαλείας, εκτεταμένα σε όλο το μήκος τοποθέτησης στύλων. Οι στύλοι θα πρέπει να βρίσκονται σε τέτοια απόσταση από το στηθαίο, ώστε να μπορεί αυτό να παραμορφώνεται ελεύθερα. Η ελάχιστη αυτή απόσταση είναι 0,6 m, ενώ για συνήθεις περιπτώσεις προτείνεται απόσταση 2,0 m.

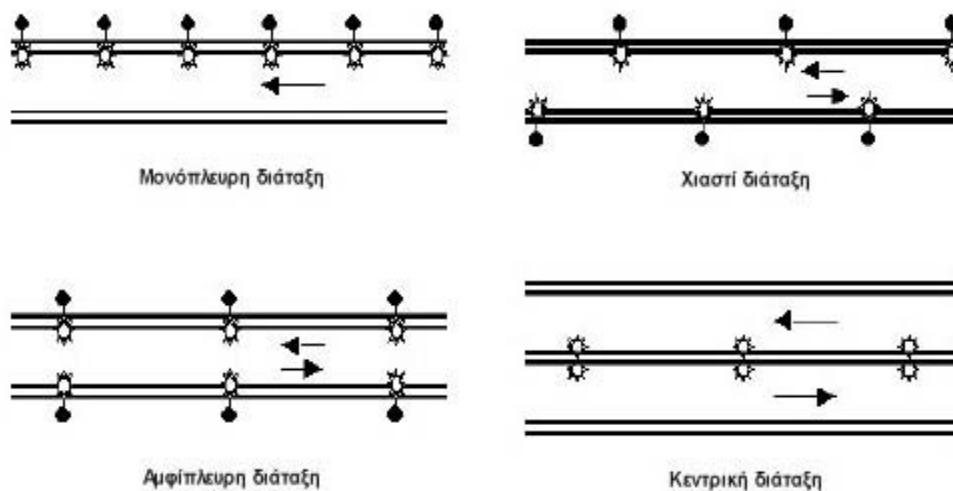
Σε τμήματα με πεζοδρόμια, η ελάχιστη απόσταση των στύλων από την ακμή του πεζοδρομίου θα πρέπει να είναι 0,8 m, και όχι μικρότερη από την αντίστοιχη απόσταση λοιπών στύλων δικτύων κοινής ωφέλειας.

Κατά τους αμερικανικούς κανονισμούς, οι στύλοι επιτρέπεται και να μην προστατεύονται από στηθαίο, σε αυτήν, όμως, την περίπτωση θα πρέπει να εφαρμόζονται ειδικά μελετημένες διατάξεις στήριξης, που έχουν τη δυνατότητα να καταλύονται μετά από σύγκρουση οχήματος. [10]

3.5.2. 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 δίνονται στην εικόνα 3.2 και 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 στύλοι τοποθετούνται στον ενδιάμεσο χώρο διαιρεμένων οδών και διαθέτουν διπλούς βραχίονες.



Εικ.3.2: Είδη διατάξεων φωτιστικών σωμάτων [10].

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, έλεγχος για αποφυγή σχηματισμού σκοτεινών κυματοειδών κηλίδων. Η αμφίπλευρη διάταξη εφαρμόζεται σε οδούς με μεγάλα πλάτη, ενώ η κεντρική βρίσκει εφαρμογή σε διαχωρισμένες οδούς, όπου επιτυγχάνεται ελάττωση του αριθμού στύλων και του μήκους της καλωδίωσης. Επίσης, η κεντρική διάταξη μπορεί

να συνδυαστεί και με αμφίπλευρη, για μεγάλα πλάτη των εκατέρωθεν οδοστρωμάτων, ενώ για μεγάλους ενδιάμεσους χώρους, όπου οι κεντρικά τοποθετημένοι στύλοι θα βρίσκονταν πολύ μακριά από τα δύο οδοστρώματα, οι δύο κλάδοι φωτίζονται θεωρούμενοι ως ξεχωριστές οδοί, συνήθως με αμφίπλευρη διάταξη έκαστος.

Τέλος, το μήκος επανάληψης των φωτιστικών σωμάτων, δηλαδή η μεταξύ των στύλων απόσταση, είναι ένα μέγεθος που καθορίζεται με βάση τα φωτομετρικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης. Οι αμερικανικές προδιαγραφές δίνουν τον εξής τύπο [10]:

$$S = \frac{LL \cdot CU \cdot LLD \cdot LDD}{E_h \cdot W} \quad (\text{m})$$

όπου :

- LL (Lamp Lumens): η αρχική φωτεινή ροή του φωτιστικού σώματος, που δίνεται από τον κατασκευαστή (σε lumens)
- CU (Coefficient of Utilization): ο συντελεστής χρήσης
- LLD (Lamp Lumen Depreciation factor): ο συντελεστής απαξίωσης του φωτισμού, που μπορεί να ληφθεί ίσος με 0,80 κατά τις αμερικανικές προδιαγραφές
- LDD (Luminaire Dirt Depreciation factor): ο συντελεστής απαξίωσης λόγω ρύπανσης και σκόνης, ίσος με 0,90 κατά τις αμερικανικές προδιαγραφές
- E_h: το επιθυμητό επίπεδο φωτισμού, κατά την Παράγραφο 7.3 (σε lux)
- W: το πλάτος της οδού, μαζί με τα ερείσματα (σε m)

Τυπικές αποστάσεις προκύπτουν στα 50-80 m για υπεραστικές οδούς.

4. Παρουσίαση των ανακλαστικών ιδιοτήτων της επιφάνειας του οδοστρώματος κατά CIE

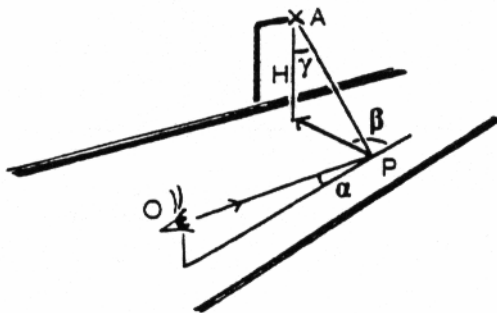
4.1. Ορισμοί

Οι ανακλαστικές ιδιότητες της επιφάνειας του οδοστρώματος μπορούν να περιγραφούν μέσω του συντελεστή λαμπρότητας.

Ο συντελεστής λαμπρότητας, q για μία συγκεκριμένη διεύθυνση παρατήρησης και συγκεκριμένη διεύθυνση όπου του φως προσπίπτει, ορίζεται ως ο λόγος μεταξύ της λαμπρότητας, L (cd/m²) και της έντασης φωτισμού, E (lux) [12] :

$$q = \frac{L}{E}$$

Η γωνία παρατήρησης λαμβάνεται ίση με 89° (η γωνία α στο παρακάτω σχήμα είναι ίση με 1°). Η διεύθυνση του προσπίπτοντος φωτός ορίζεται από τις γωνίες β και γ .



Εικ.4.1 : Ορισμός γωνιών α, β , και γ [12]

Με στόχο τον υπολογισμό λαμπρότητας είναι πιο πρακτική η χρησιμοποίηση του ανηγμένου συντελεστή λαμπρότητας, r που ορίζεται ως εξής [12] :

$$r = q \cdot \cos^3 \gamma$$

4.2. Παρουσίαση των ανακλαστικών ιδιοτήτων της επιφάνειας του οδοστρώματος σε μορφή πίνακα

Αν οι ανηγμένοι συντελεστές λαμπρότητας δίνονται σε μορφή πίνακα τότε οι διευθύνσεις του προσπίπτοντος φωτός θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν όπως παρουσιάζονται στον πίνακα 4.1 [12] :

Πίνακας 4.1 Πίνακας ανηγμένων συντελεστών λαμπρότητας (*r*-Table) [12]

β / τ_{gy}	0	2	5	10	15	20	25	30	35	40	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	
0	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
0.25	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
0.5	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
0.75	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
1.25	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
1.5	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
1.75	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2.5	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
3.5	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
4.5	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
5	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
5.5	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x											
6	x	x	x	x	x	x	x	x	x												
6.5	x	x	x	x	x	x	x	x													
7	x	x	x	x	x	x	x	x													
7.5	x	x	x	x	x	x	x														
8	x	x	x	x	x	x	x														
8.5	x	x	x	x	x	x	x														
9	x	x	x	x	x	x															
9.5	x	x	x	x	x	x															
10	x	x	x	x	x	x															
10.5	x	x	x	x	x	x															
11	x	x	x	x	x	x															
11.5	x	x	x	x	x																
12	x	x	x	x	x																

4.3. Περιγραφή ανακλαστικών ιδιοτήτων της επιφάνειας του οδοστρώματος μέσω τριών συντελεστών

4.3.1. Γενικά

Οι ανακλαστικές ιδιότητες ενός δείγματος επιφάνειας οδοστρώματος περιγράφονται πλήρως από τον πίνακα *r*-table όπως περιγράφηκε στην προηγούμενη υποενότητα. Τα *r*-tables χρησιμοποιούνται ως είσοδος για υπολογισμούς λαμπρότητας μέσω υπολογιστή,

αλλά δεν επιτρέπουν μία εύκολη σύγκριση μεταξύ διαφορετικών επιφανειών ή δίνουν μία γενική εντύπωση των ανακλαστικών ιδιοτήτων. [12]

Υπάρχουν αρκετές μέθοδοι για την περιγραφή όλων των ανακλαστικών ιδιοτήτων της επιφάνειας ενός οδοστρώματος μέσω ενός περιορισμένου αριθμού παραμέτρων. Έρευνα που πραγματοποιήθηκε τα τελευταία χρόνια έδειξε ότι μία μέθοδος βασισμένη σε δύο κατοπτρικούς συντελεστές και το μέσο συντελεστή λαμπρότητας μπορεί να δώσει μία περιγραφή με ιδιαίτερα καλή ακρίβεια για τους υπολογισμούς.

Έρευνα επίσης, έχει δείξει ότι η παραπάνω μέθοδος είναι εφαρμόσιμη μόνο σε στεγνό οδόστρωμα. Οι ανακλάσεις σε βρεγμένη επιφάνεια είναι πιο περίπλοκες και απαιτούν περισσότερους συντελεστές για την περιγραφή τους. Προς το παρόν δεν υφίσταται κάποια ακριβής μέθοδος περιγραφής για βρεγμένο οδόστρωμα που να συνίσταται.

Συνεπώς προτείνεται η χρησιμοποίηση των τριών συντελεστών που περιγράφονται στην ακόλουθη ενότητα για μία γενική περιγραφή των ανακλαστικών ιδιοτήτων στεγνού οδοστρώματος. Αυτοί οι συντελεστές μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για βρεγμένες επιφάνειες αλλά προσφέροντας μειωμένη ακρίβεια. [12]

4.3.2. Περιγραφή των τριών συντελεστών

Οι τρεις συντελεστές που συνίστανται για την περιγραφή στεγνών οδοστρωμάτων είναι οι εξής [12] :

ο μέσος συντελεστής λαμπρότητας, Q_0

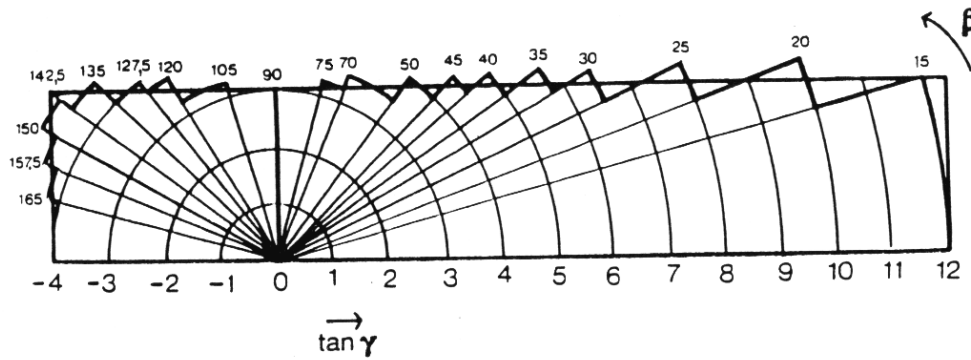
ο κατοπτρικός συντελεστής 1, S_1

και ο κατοπτρικός συντελεστής 2, S_2

και ορίζονται ως εξής :

$$Q_0 = \frac{\int_{\Omega_e} q \cdot d\Omega}{\int_{\Omega_e} d\Omega}$$

Η στερεά γωνία Ω_e ορίζεται από τα όρια ολοκλήρωσης που δίνονται στην Εικόνα 4.2 :

Εικ.4.2
[12]

$$S1 = \frac{r(0,2)}{r(0,0)} \quad (\beta=0, \tan\gamma=2) \quad S2 = \frac{Q_0}{r(0,0)}$$

4.3.3. Ακρίβεια του συστήματος Περιγραφής

Αν οι υπολογισμοί λαμπρότητας για μία εγκατάσταση φωτισμού σε κανονικό οδόστρωμα βασίζονται στους τρεις παραπάνω συντελεστές Q_0 , $S1$ και $S2$ τότε η ακρίβεια στους υπολογισμούς για μέση τιμή λαμπρότητας αναμένεται να είναι μεταξύ των ορίων .

Το ποσοστό αυτό καθορίζεται από μία στατιστική βάση δεδομένων που έχει προέλθει από μεγάλο αριθμό μετρήσεων λαμπρότητας. [12]

4.4. Κατάταξη της επιφάνειας οδοστρώματος σύμφωνα με τις ανακλαστικές της ιδιότητες

4.4.1. Γενικά

Ένα σύστημα κατάταξης για τις επιφάνειες οδοστρώματος παρουσιάζει ιδιαίτερη χρηστικότητα για προσεγγιστικούς υπολογισμούς λαμπρότητας, όπως σε περιπτώσεις όπου οι ανακλαστικές ιδιότητες μίας επιφάνειας δεν είναι γνωστές. [12]

Στην κατασκευή ενός συστήματος κατάταξης πρέπει να ληφθεί υπόψη το γεγονός ότι αν και ένα τέτοιο σύστημα που έχει περιορισμένο αριθμό κατηγοριών, κλάσεων, διαθέτει το μεγάλο πλεονέκτημα να περιλαμβάνει μία μεγάλη βάση δεδομένων, παρουσιάζει παρ' όλ' αυτά το μειονέκτημα της αύξησης των λαθών στους υπολογισμούς λαμπρότητας.

Πρέπει να επισημανθεί ότι πρακτικά όλες οι επιφάνειες οδοστρώματος έχουν τοπικές διαφορές στις ανακλαστικές τους ιδιότητες και επιπλέον προκύπτουν διαφοροποιήσεις κατά τη διάρκεια του χρόνου εξαιτίας της οποιασδήποτε φθοράς και των καιρικών συνθηκών. Επομένως για καθαρά πρακτικούς λόγους είναι χρήσιμη η ύπαρξη ενός συστήματος κατάταξης όπου κάθε μία κατηγορία επιφάνειας οδοστρώματος να αντιπροσωπεύεται από ένα κατηγοριοποιημένο οδόστρωμα.

Οι κατηγορίες πρέπει να επιλεγούν με τέτοιο τρόπο ώστε :

1. τα επιλεγμένα πρότυπα να είναι αντιπροσωπευτικά για επιφάνειες οδοστρώματος που κυριαρχούν στην πράξη
2. οι τιμές λαμπρότητας που υπολογίζονται σε διαφορετικές επιφάνειες οδοστρώματος μίας κατηγορίας να κυμαίνονται στα αποδεκτά όρια όταν συγκρίνονται με τα δεδομένα που αντιπροσωπεύουν τα πρότυπα.

Το καταλληλότερο σύστημα κατάταξης εξαρτάται σε έναν ορισμένο βαθμό από τον τύπο των επιφανειών οδοστρώματος που χρησιμοποιούνται ευρέως. Εκτεταμένες μετρήσεις επιφανειών οδοστρώματος είναι διαθέσιμες μόνο από λίγες χώρες και για το λόγο αυτό δεν μπορούν να θεωρηθούν αντιπροσωπευτικές για όλες τις χώρες. Προς το παρόν δεν έχει προταθεί κάποιο παγκόσμιο σύστημα κατάταξης.

Με σκοπό να επιτευχθεί μία τυποποίηση για την απόδοση των φωτιστικών και των εγκαταστάσεων χρησιμοποιείται ευρέως το σύνολο των πρότυπων επιφανειών οδοστρωμάτων R1, R2, R3 και R4. Οι αντίστοιχοι πίνακες (r-tables) παρουσιάζονται στις εικόνες που ακολουθούν. Αυτές οι πρότυπες επιφάνειες έχουν καθιερωθεί σε ένα σύνολο χωρών τα τελευταία χρόνια και προέρχονται από μετρήσεις σε δείγματα οδοστρωμάτων. Επίσης ύστερα από μελέτες και μετρήσεις σε δείγματα οδοστρωμάτων από Σκανδιναβικές χώρες έχουν προταθεί οι κατηγορίες N1, N2, N3 και N4 που είναι οι πρότυπες επιφάνειες για βρεγμένο οδόστρωμα. Οι πίνακες που ακολουθούν για τις R και N κατηγορίες δίνονται για τιμές του μέσου συντελεστή λαμπρότητα, Q_0 , που αντιπροσωπεύει κατά κόρον τις επιφάνειες που χρησιμοποιούνται στην πράξη. [12]

Ένα σύστημα κατάταξης που ομαδοποιεί τα στεγνά οδοστρώματα σε τέσσερις κατηγορίες ανάλογα με την τιμή του κατοπτρικού συντελεστή S1 παρουσιάζεται στον πίνακα 4.2 :

Πίνακας 4.2 [12]

Τύπος οδοστρώματος	Όρια συντελ. S1	Τιμές Qo
R1	$S1 < 0,42$	0,10
R2	$0,42 < S1 < 0,85$	0,07
R3	$0,85 < S1 < 1,35$	0,07
R4	$1,35 < S1$	0,08

Για την ύπαρξη μόνο ενός συνόλου πρότυπων πινάκων ανακλαστικότητας η διεθνής επιτροπή φωτισμού CIE συνιστά την χρησιμοποίηση των πρότυπων επιφανειών R1 έως R4 μέχρι να προταθεί μία παγκόσμια κατηγοριοποίηση βασισμένη σε περισσότερες έρευνες σε διεθνές επίπεδο και η οποία να περιλαμβάνει συνθήκες βρεγμένου οδοστρώματος. [12]

Στα Παραρτήματα Π32–Π39 παρατίθενται οι πίνακες (r-tables) των ανηγμένων συντελεστών λαμπρότητας για τις πρότυπες επιφάνειες οδοστρωμάτων R1 έως R4 και N1 έως N4.

5. Φωτισμός Σήραγγας

5.1. Γενικά – Σκοπός

Ο φωτισμός σήραγγας έχει ως σκοπό να επιτρέψει την είσοδο των αυτοκινήτων στη σήραγγα, τη διέλευσή τους μέσα από αυτή και την έξοδό τους με ασφάλεια χωρίς την παρεμπόδιση της ροής των αυτοκινήτων. [13]

Ο σκοπός αυτός επιτυγχάνεται με τον επαρκή φωτισμό του εσωτερικού της σήραγγας που επιτρέπει την γρήγορη προσαρμογή των οδηγών στον εσωτερικό φωτισμό, την αναγνώριση πιθανών εμποδίων και τη διέλευση χωρίς τη μείωση της ταχύτητας.

Κατά τη διάρκεια της ημέρας ο φωτισμός της σήραγγας εξασφαλίζει την ασφαλή προσαρμογή του ανθρώπινου ματιού από τις φωτεινότερες εξωτερικές συνθήκες σε επίπεδα φωτισμού στο εσωτερικό της σήραγγας. Η προσαρμογή αυτή απαιτεί κάποιο χρονικό διάστημα. Καθώς διανύουμε το εσωτερικό της σήραγγας έχουμε σταδιακή ελάττωση του φωτισμού. Όταν το ανθρώπινο μάτι έχει τελικά προσαρμοστεί, τα επίπεδα φωτισμού μειώνονται ακόμα περισσότερο έτσι ώστε να έχουμε ελαχιστοποίηση της ενέργειας που καταναλώνεται.

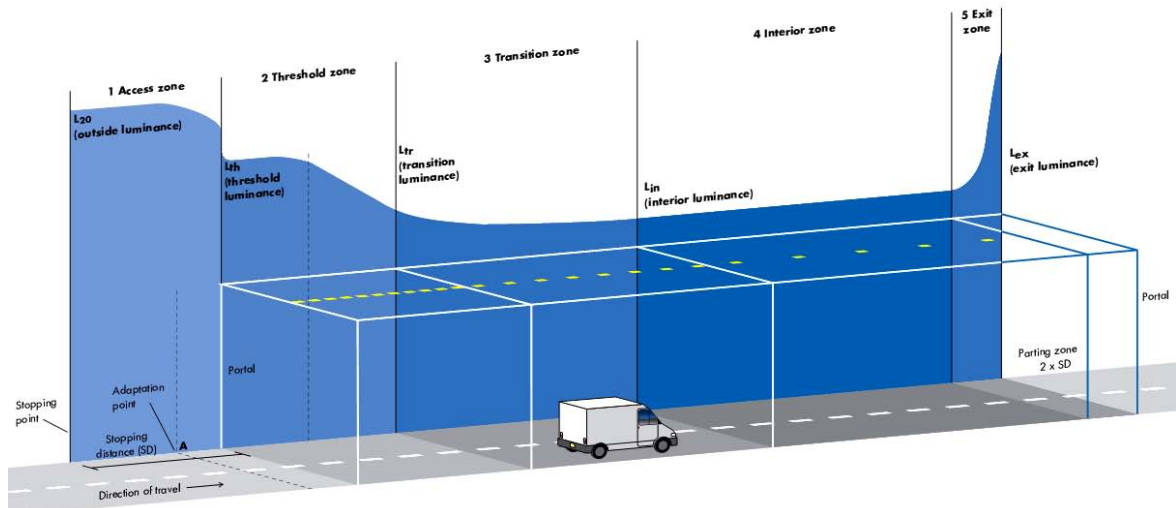
Σύμφωνα με τα πρότυπα της CIE υπάρχουν πέντε ζώνες φωτισμού. Αυτές είναι η ζώνη προσέγγισης, η ζώνη κατωφλίου, η μεταβατική ζώνη, η εσωτερική ζώνη και η ζώνη εξόδου. Τα επίπεδα φωτισμού και το μήκος της κάθε μία ζώνης εξαιρουμένης της ζώνης προσέγγισης εξαρτώνται από τους εξής παράγοντες [14] :

- ταχύτητα κυκλοφορίας
- αριθμός (ροή) αυτοκινήτων
- μήκος σήραγγας
- επίπεδα εξωτερικού φωτισμού
- γεωγραφικός προσανατολισμός

Επίσης στα περισσότερα συστήματα φωτισμού σηράγγων υπάρχουν το πολύ έξι στάδια εσωτερικού φωτισμού που ακολουθούν τις μεταβολές του εξωτερικού φωτισμού.

5.2. Ζώνες σήραγγων

Στην εικόνα 5.1 που ακολουθεί παρουσιάζονται σχηματικά οι πέντε ζώνες της σήραγγας και ακολουθεί στη συνέχεια περιγραφή της κάθε μίας ζώνης ξεχωριστά.



Εικ.5.1 : Ζώνες φωτισμού σύμφωνα με τα πρότυπα της CIE [B20]

5.2.1. Ζώνη Προσέγγισης (Access zone)

Η ζώνη προσέγγισης δεν αποτελεί ακριβώς τμήμα της ίδιας της σήραγγας, αλλά το δρόμο προσέγγισης ακριβώς πριν την είσοδο της. Από τη ζώνη αυτή οι οδηγοί πρέπει να έχουν τη δυνατότητα να βλέπουν το εσωτερικό της σήραγγας έτσι ώστε να εντοπίζουν πιθανά εμπόδια και να οδηγούν χωρίς να ελαττώνουν ταχύτητα.

Η ικανότητα του οδηγού να προσαρμόζεται στη ζώνη προσέγγισης επιφέρει άμεση επίδραση στο επίπεδο φωτισμού για το επόμενο τμήμα της σήραγγας. Μία από τις μεθόδους που χρησιμοποιείται από τη CIE για τον υπολογισμό της οπτικής προσαρμογής είναι η μέθοδος L_{20} η οποία λαμβάνει υπόψη τη μέση λαμπρότητα από το περιβάλλον, ουρανό και δρόμο με βάση τη στερεά γωνία 20° , που έχει αρχή τη ζώνης προσέγγισης (στη θέση του οδηγού) και εκτείνεται μέχρι την είσοδο της σήραγγας (Εικ.5.3). [13], [14], [15]

5.2.2. Ζώνη Κατωφλίου (Threshold zone)

Η ζώνη κατωφλίου εντοπίζεται στην είσοδο της σήραγγας. Χρησιμοποιείται για να εξαλείψει το φαινόμενο της ‘μαύρης τρύπας’ και καθιστά τον οδηγό ικανό να αναγνωρίσει οποιοδήποτε εμπόδιο στην είσοδο της σήραγγας. Η ζώνη αυτή έχει μήκος ίσο με το μήκος της απόστασης πέδησης. Στο πρώτο κομμάτι της ζώνης η απαιτούμενη λαμπρότητα πρέπει να παραμείνει σταθερή και συνδέεται με την εξωτερική λαμπρότητα L_{20} και με τις συνθήκες κυκλοφορίας με βάση τη σχέση [13], [14], [15] :

$$L_{\text{Threshold}} = k \cdot L_{20} \quad [14]$$

όπου k είναι ο συντελεστής εξασθένησης λαμπρότητας.

Στο τέλος της ζώνης αυτής τα επίπεδα λαμπρότητας μπορούν να μειωθούν στο 40% της αρχικής τιμής $L_{\text{Threshold}}$.

5.2.3. Μεταβατική Ζώνη (Transition zone)

Η μεταβατική ζώνη εντοπίζεται μεταξύ της ζώνης κατωφλίου και της εσωτερικής ζώνης. Δίνει στο οδηγό το χρόνο για να προσαρμοστεί στη λαμπρότητα της εσωτερικής ζώνης. Η λαμπρότητα στη μεταβατική ζώνη δίνεται από τη σχέση :

$$L_{\text{Transition}} = L_{\text{Threshold}} \cdot (1,9 + t)^{1,4} \quad [14]$$

Καθώς οι οδηγοί διανύουν τη ζώνη αυτή, έχουμε σταδιακή ελάττωση της λαμπρότητας μέχρι να φτάσει το απαιτούμενο επίπεδο για την εσωτερική ζώνη. Τα στάδια ελάττωσης δεν πρέπει να υπερβαίνουν ένα ποσοστό της τάξης 1:3 καθώς συνδέονται με την ικανότητα του ανθρώπινου ματιού να προσαρμόζεται στο περιβάλλον. Το τέλος της μεταβατικής ζώνης εκτείνεται μέχρι εκείνο το σημείο όπου η λαμπρότητα είναι ίση με τρεις φορές τη λαμπρότητα της εσωτερικής ζώνης. [13], [14], [15]

5.2.4. Εσωτερική Ζώνη (Interior zone)

Είναι η περιοχή μεταξύ της μεταβατικής ζώνης και της ζώνης εξόδου και είναι συνήθως το τμήμα της σήραγγας με το μεγαλύτερο μήκος. Στη ζώνη αυτή παρέχεται ο βασικός φωτισμός και κάθε σημείο της έχει την ίδια τιμή λαμπρότητας L_{Interior} . Η λαμπρότητα στην εσωτερική ζώνη πρέπει να είναι το 1/10 της λαμπρότητας του περιβάλλοντος χώρου της σήραγγας, έτσι ώστε να αποφευχθεί η μεταβατική αβλεψία που προκαλείται από την

απότομη μεταβολή της λαμπρότητας. Τα επίπεδα φωτισμού συνδέονται άμεσα με την ταχύτητα και την πυκνότητα κυκλοφορίας των αυτοκινήτων, όπως παρουσιάζονται στη συνέχεια. [13], [14], [15]

Στον πίνακα 5.1 δίνονται οι τιμές λαμπρότητας που συνιστώνται από τη CIE ανάλογα με την κυκλοφοριακή ροή των αυτοκινήτων.

Πίνακας 5.1 : Λαμπρότητα που συνιστάται για τις εσωτερικές ζώνες σύμφωνα με την κυκλοφοριακή ροή [14]

Απόσταση Πέδησης (m)	Αριθμός οχημάτων (οχήματα/ώρα)		
	0-100	100-1000	1000-
60	1 cd/m ²	2 cd/m ²	3 cd/m ²
100	2 cd/m ²	4 cd/m ²	6 cd/m ²
160	5 cd/m ²	10 cd/m ²	15 cd/m ²

Στον πίνακα 5.2 δίνονται οι τιμές λαμπρότητας που πρέπει να διατηρούνται ανάλογα με την ταχύτητα κυκλοφορίας.

Πίνακας 5.2 : Λαμπρότητα που συνιστάται για τις εσωτερικές ζώνες σύμφωνα με την ταχύτητα κυκλοφορίας [13]

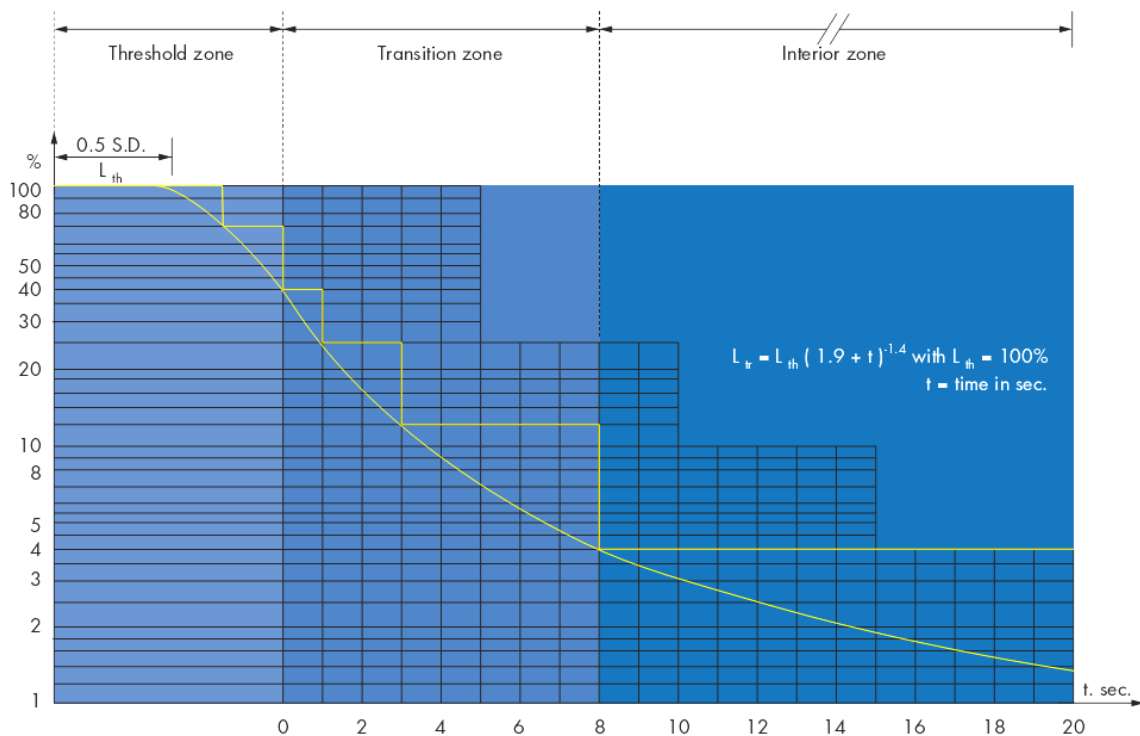
Extra urban, low traffic, low speed (<70km/h)	1,5 – 3 cd/m ²
Extra urban, high traffic, and/or speed (>70km/h)	2 – 6 cd/m ²
Highway	4 – 10 cd/m ²
Urban	4 – 10 cd/m ²

5.2.5. Ζώνη Εξόδου (Exit zone)

Είναι το τμήμα της σήραγγας που ακολουθεί την εσωτερική ζώνη μέχρι την έξοδο της σήραγγας. Σε αυτή τη ζώνη, κατά τη διάρκεια της ημέρας, η όραση ενός οδηγού που προσεγγίζει την έξοδο επηρεάζεται από τα επίπεδα φωτισμού έξω από τη σήραγγα. Το ανθρώπινο μάτι μπορεί να προσαρμόζεται σχεδόν αμέσως από χαμηλά σε υψηλά επίπεδα

φωτισμού. Ωστόσο, ίσως να απαιτείται επιπλέον φωτισμός σε ορισμένες περιπτώσεις, όπου χρειάζεται να υπάρχει αντίθεση μπροστά ή πίσω από τον οδηγό όταν η έξοδος δεν είναι ορατή, ή όταν η έξοδος λειτουργεί σαν είσοδος σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης ή κατά τη διάρκεια εργασιών συντήρησης, όπου πρέπει να κλείσει η μία από τις δύο σήραγγες όπου υφίστανται αυτές (για δύο λωρίδες κυκλοφορίας). Το μέγιστο μήκος της ζώνης εξόδου είναι 50 μέτρα και το επίπεδο φωτισμού πέντε φορές μεγαλύτερο του επιπέδου της εσωτερικής ζώνης. [13], [14], [15]

Στην εικόνα 5.2 που ακολουθεί παρουσιάζεται η καμπύλη λαμπρότητας για τη ζώνη κατωφλιού, τη μεταβατική ζώνη και την εσωτερική ζώνη της σήραγγας.



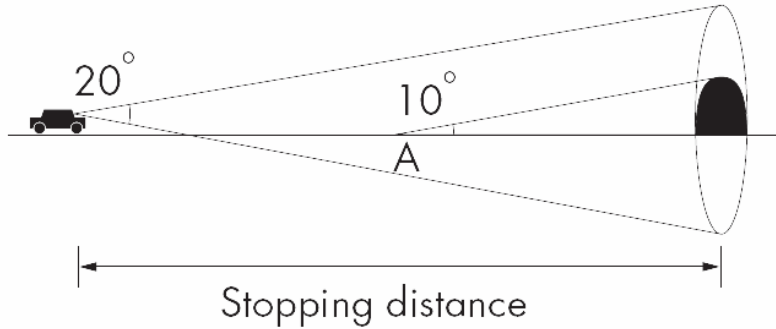
Εικ.5.2 : Καμπύλες λαμπρότητας εσωτερικών ζωνών [13]

5.3. Οπτική προσαρμογή

Η οπτική προσαρμογή από υψηλή σε χαμηλή λαμπρότητα κατά τη διάρκεια της οδήγησης δεν γίνεται ακαριαία. Το γεγονός αυτό οφείλεται σε δύο φαινόμενα :

1.Χωρική προσαρμογή :

Η μεγάλη διαφορά στη λαμπρότητα μεταξύ του εξωτερικού και εσωτερικού τμήματος της σήραγγας δυσκολεύει την όραση ενός οδηγού όταν βρίσκεται στο σημείο προσαρμογής (σημείο A). Το φαινόμενο της ‘μαύρης τρύπας’ δημιουργεί ένα συναίσθημα δυσφορίας και ανασφάλειας. [13], [14], [15]



Εικ.5.3 : Οπτική προσαρμογή με βάση την οπτική στερεά γωνία 20° [13].

2.Χρονική προσαρμογή :

Το ανθρώπινο μάτι χρειάζεται περισσότερο χρόνο για να προσαρμοστεί από το φως στο σκοτάδι σε σχέση με την αντίστροφη περίπτωση. Κατά τη διάρκεια αυτής της προσαρμογής η απόσταση που θα πρέπει να διανυθεί αποτελεί έναν κρίσιμο παράγοντα.

5.4. Ορισμοί

Λαμπρότητα ζώνης προσέγγισης L_{20} (Access zone luminance)

Είναι η μέση τιμή λαμπρότητας για στερεά γωνία 20° από το οπτικό πεδίο του οδηγού στην είσοδο της σήραγγας με κατεύθυνση το εσωτερικό της. [13]

Συντελεστής αντίθεσης q_c (Contrast revealing coefficient)

Είναι ο λόγος μεταξύ της λαμπρότητας στην επιφάνεια του οδοστρώματος και της κατακόρυφης έντασης φωτισμού σε ένα συγκεκριμένο σημείο στη σήραγγα, $q_c=L/E$. Ο συντελεστής αντίθεσης αποτελεί κριτήριο για τον καθορισμό του συστήματος φωτισμού, συμμετρικού ή ασύμμετρου, που θα χρησιμοποιηθεί στη σήραγγα. [13]

Ζώνη εξόδου (Exit zone)

Είναι το τμήμα της σήραγγας όπου κατά τη διάρκεια της ημέρας η όραση ενός οδηγού που πλησιάζει την έξοδο επηρεάζεται από το φωτισμό του περιβάλλοντος χώρου της σήραγγας. Η ζώνη εξόδου έχει αφετηρία την εσωτερική ζώνη και τέλος την έξοδο της σήραγγας. [13]

Λαμπρότητα εσωτερικής ζώνης L_{in} (Interior zone luminance)

Είναι η μέση λαμπρότητα στην εσωτερική ζώνη που αποτελεί το υπόβαθρο έτσι ώστε οποιοδήποτε αντικείμενο να είναι ορατό στον οδηγό. [13]

Ζώνη αναχώρησης (Parting zone)

Είναι το πρώτο τμήμα του δρόμου αμέσως μετά την έξοδο της σήραγγας. Δεν αποτελεί μέρος της σήραγγας, αλλά παίζει σημαντικό ρόλο στον φωτισμό της. Συνιστάται το μήκος της ζώνης αναχώρησης να ισούται δύο φορές το μήκος της απόστασης πεδήσεως. [13]

Θέση πεδήσεως (Stopping point, SP)

Είναι η θέση εντός της ζώνης προσέγγισης σε απόσταση ίση με την απόσταση πεδήσεως από την είσοδο της σήραγγας. [13]

Απόσταση πεδήσεως (Stopping distance, SD)

Είναι η θεωρητική απόσταση που απαιτείται για έναν οδηγό και για μία συγκεκριμένη ταχύτητα να σταματήσει στην περίπτωση που παρουσιαστεί ένα απρόβλεπτο εμπόδιο στον αυτοκινητόδρομο. [13]

Λαμπρότητα ζώνης κατωφλίου L_{th} (Threshold zone luminance)

Είναι η μέση λαμπρότητα στη ζώνη κατωφλίου που αποτελεί το υπόβαθρο, έτσι ώστε τα αντικείμενα να είναι ορατά στους οδηγούς στη ζώνη προσέγγισης μεταξύ της θέσης πεδήσεως και του σημείου προσαρμογής. [13]

Κυκλοφοριακή ροή (Traffic flow)

Είναι ο αριθμός των αυτοκινήτων που περνούν ένα δεδομένο σημείο σε μία συγκεκριμένη χρονική στιγμή και συγκεκριμένη κατεύθυνση. Στο σχεδιασμό της σήραγγας χρησιμοποιούνται οι όροι : ώρα μέγιστης κυκλοφορίας και αριθμός οχημάτων ανά ώρα και ανά λωρίδα. [13]

Λαμπρότητα μεταβατικής ζώνης (Transition zone luminance)

Είναι η μέση λαμπρότητα στη μεταβατική ζώνη που αποτελεί το υπόβαθρο έτσι ώστε τα αντικείμενα στη ζώνη αυτή να είναι ορατά στους οδηγούς. [13]

5.5. Τύποι φωτισμού σήραγγας

5.5.1. Συμμετρικός και ασύμμετρος φωτισμός

Ο συμμετρικός και ασύμμετρος φωτισμός χρησιμοποιούνται γενικά για τη μεταβατική και εσωτερική ζώνη για σήραγγες μεγάλου μήκους και για όλες τις ζώνες για σήραγγες μικρού μήκους ή χαμηλής ταχύτητας.

Τα συστήματα συμμετρικού φωτισμού μπορούν να θεωρηθούν ως συμβατικός φωτισμός. Υπάρχει μία σημαντική διεθνής εμπειρία για αυτόν τον τύπο κατανομής και είναι στις περισσότερες χώρες το προτιμότερο σύστημα φωτισμού. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί με όλους τους τύπους λαμπτήρων. Στο συμμετρικό φωτισμό το φως κατευθύνεται με την ίδια ποσότητα τόσο στην κατεύθυνση της ροής των οχημάτων όσο και στην αντίθετη κατεύθυνση, με αποτέλεσμα η λαμπρότητα του δρόμου να είναι ίδια προς οποιαδήποτε κατεύθυνση και αν κινείται ο οδηγός. Επομένως, ο φωτισμός αυτός ταιριάζει για κυκλοφοριακές ροές είτε μιας κατεύθυνσης, είτε δύο κατευθύνσεων.

Τα ασύμμετρα συστήματα μπορούν να χωρισθούν σε αυτά που η κύρια δέσμη ακτινοβολιών κατευθύνεται προς τον οδηγό (counter beam lighting) και σε αυτά που η κύρια δέσμη έχει την ίδια κατεύθυνση με αυτήν της κυκλοφορίας (pro-beam lighting). Συνήθως με τη χρήση του όρου ασύμμετρος εννοούμε το φωτισμό κατά τον οποίο το φως κατευθύνεται κατά το μεγαλύτερο ποσοστό στην αντίθετη προς την ροή των οχημάτων κατεύθυνση. Με τον ασύμμετρο φωτισμό ενισχύονται τα επίπεδα λαμπρότητας και ταυτόχρονα δίνεται έμφαση στην αρνητική αντίθεση πιθανών εμποδίων. [16]

5.5.2. Παράγοντες που επηρεάζουν τα επίπεδα φωτισμού

Εκτός από τις προηγούμενες περιπτώσεις υπάρχουν επιπλέον παράγοντες που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη για το φωτισμό μίας σήραγγας. Τέτοιοι παράγοντες είναι το σχήμα της εισόδου της σήραγγας, η ένταση της κυκλοφορίας, η συνεισφορά λαμπρότητας από τα τοιχώματα, ο προσανατολισμός της σήραγγας και άλλοι. Η Ευρωπαϊκή και Διεθνής Νομοθεσία καθορίζουν ελάχιστες απαιτήσεις – πρότυπα για το φωτισμό σιράγγων. [13]

Σχετική Νομοθεσία :

CEN TC 169/WG 6

Technical Report Final Draft 08.2001.

CIE 88-1990

Guide for the lighting of roads, tunnels and underpasses.

BS 5489-2: 2003

Roadlighting Part 2: Code of Practice for the design of road lighting.

Διαφορετικά επίπεδα φωτισμού χρησιμοποιούνται για κάθε έργο ανάλογα με το μήκος και τη γεωμετρία της σήραγγας, τον άμεσο φωτισμό και την ένταση της κυκλοφορίας. Στον πίνακα 5.3 παρουσιάζονται επίπεδα φωτισμού σύμφωνα με τα ισχύοντα πρότυπα.

Πίνακας 5.3 : Παράγοντες που επηρεάζουν το φωτισμό της σήραγγας [13]







Length of tunnel	125m												
Is exit fully visible when viewed from stopping distance in front of tunnel?	-	yes	yes	no	no	no	yes	yes	no	no	no	no	-
Is daylight penetration good or poor?	-	-	-	good	good	poor	-	-	good	good	good	poor	
Is wall reflectance high (>0.4) or low (<0.2)?	-	-	-	high	low	-	-	-	high	high	low	-	-
Is traffic heavy (or does it include cyclists or pedestrians) or light?	-	light	heavy	light	-	-	light	heavy	light	heavy	-	-	-
Lighting required	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

● No day time lighting
● 50% of normal threshold zone lighting level
● normal threshold zone lighting level

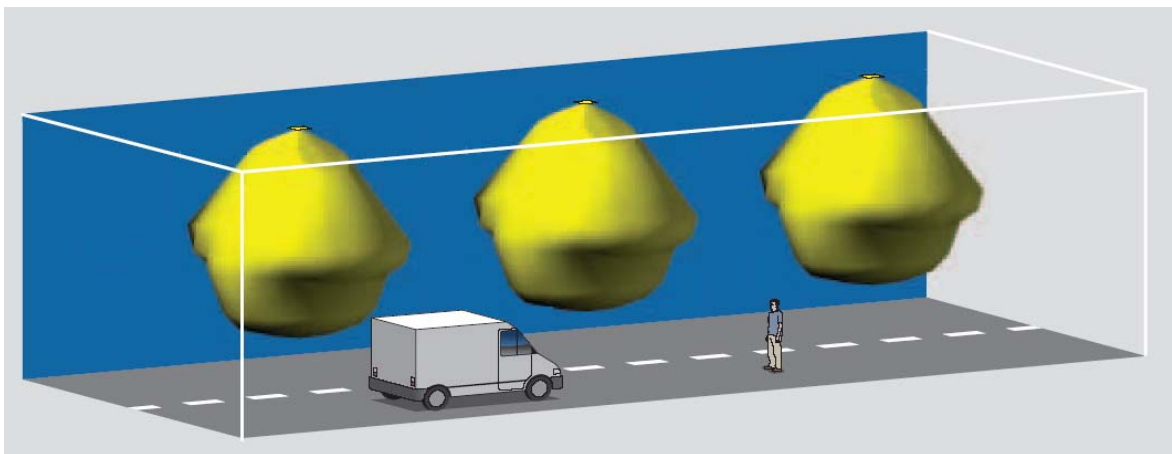
5.5.3. Τυπικές διατάξεις συστημάτων φωτισμού σήραγγας

Ο πίνακας 5.4 περιγράφει μερικές από τις διαθέσιμες επιλογές για τοποθέτηση φωτιστικών και τα αντίστοιχα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα.

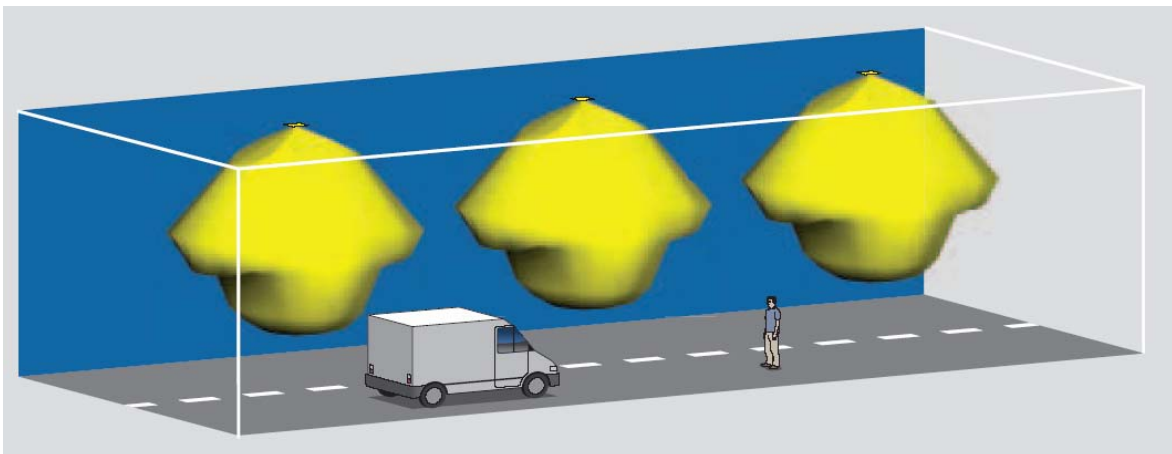
Πίνακας 5.4 : Συστήματα φωτισμού σήραγγας και αντίστοιχα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα [13]

	Mounting constraint	Arrangement type	Advantages	Disadvantages
Ceiling mounting	Enough spacing above legal and protection minimum height	Above road on several rows 	- best utilisation factor for luminaires - glare limited	- luminaires concealed by signs  - heavy fixings
		1 row above road 	- less investment and maintenance	- closure of carriageway required
Wall mounting	Not enough spacing above legal and protection minimum height	Twin opposite 	- easier access to luminaires - 1 lane only need be closed	- utilisation factor downgraded - high glare
		Single sided 	- less investment and maintenance	- beware trucks blocking light 

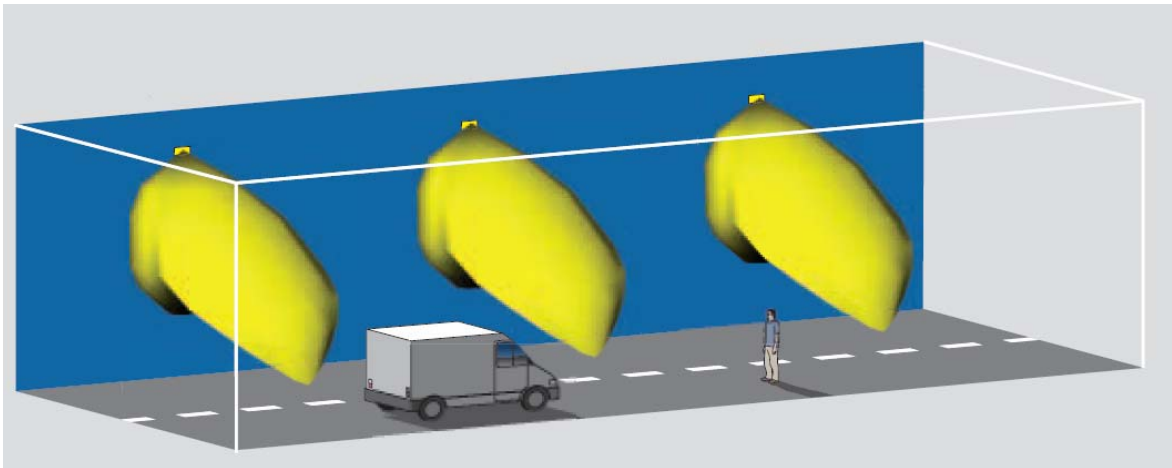
Στις εικόνες 5.4-5.7 που ακολουθούν παρουσιάζονται συστήματα συμμετρικού και ασύμμετρου φωτισμού καθώς και οι δυνατότητες τοποθέτησης των φωτιστικών.



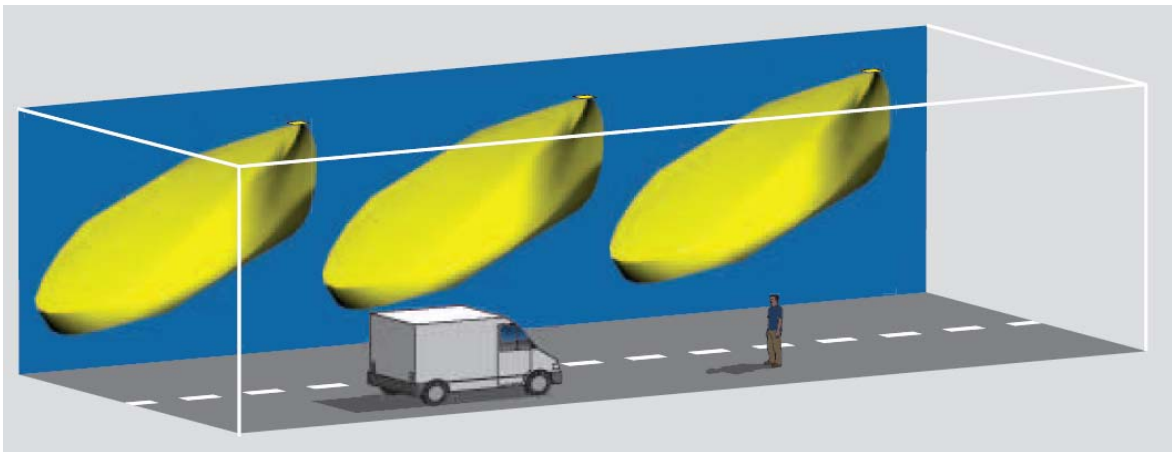
Εικ.5.4 : Τοποθέτηση στην οροφή της σήραγγας, εγκάρσιος συμμετρικός φωτισμός [13]



Εικ.5.5 : Τοποθέτηση στην οροφή της σήραγγας, κατά μήκος συμμετρικός φωτισμός [13]



Εικ.5.6 : Τοποθέτηση στα πλαϊνά τοιχώματα, ασύμμετρος φωτισμός [13]



Εικ.5.7 : Τοποθέτηση στην οροφή της σήραγγας, ασύμμετρος φωτισμός με την κύρια δέσμη ακτινοβολίας να κατευθύνεται προς τον οδηγό (counter beam lighting) [13]

6. Φωτιστικά που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία

6.1. Γενικά

Οι σκηνές προσομοίωσης καταλήγουν σε ακριβή και ρεαλιστικά αποτελέσματα μόνο αν τα φωτιστικά σώματα μοντελοποιηθούν με ακρίβεια. Για αυτό το λόγο στις προσομοιώσεις του Radiance χρησιμοποιήθηκαν τα μοντέλα πραγματικών φωτιστικών που τοποθετούνται σε σήραγγες. Συγκεκριμένα πρόκειται για φωτιστικά που έχουν λαμπτήρες Νατρίου Υψηλής Πίεσης (High Pressure Sodium).

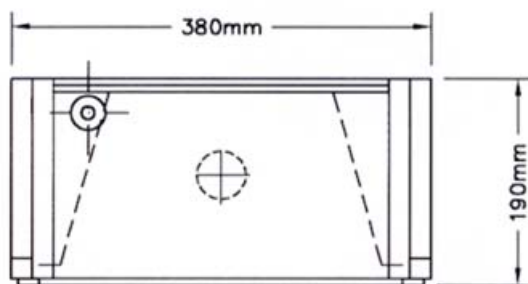
6.2. Φωτιστικά που χρησιμοποιήθηκαν στις προσομοιώσεις για τον φωτισμό σηράγγων

Υπάρχουν δύο τύποι φωτιστικών για φωτισμό σηράγγων. Είναι τα φωτιστικά που έχουν πολικό διάγραμμα με συμμετρική και ασύμμετρη κατανομή. Η κατανομή καθορίζεται από τον ανακλαστήρα που χρησιμοποιείται στο φωτιστικό σώμα και από τη θέση του λαμπτήρα.

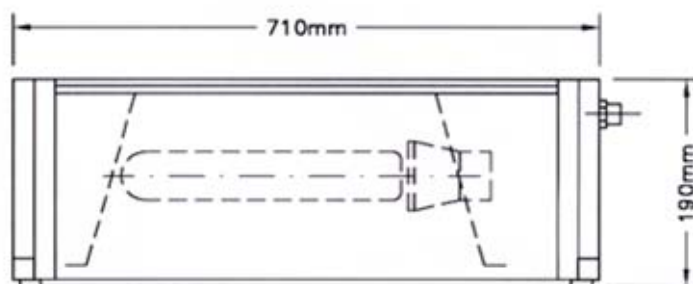
Τα φωτιστικά που χρησιμοποιήθηκαν έχουν προκύψει από τα φωτομετρικά δεδομένα που μετρήθηκαν σε πραγματικά φωτιστικά στο Εργαστήριο Φωτοτεχνίας του Ε.Μ.Π.

6.2.1. Συμμετρικά Φωτιστικά

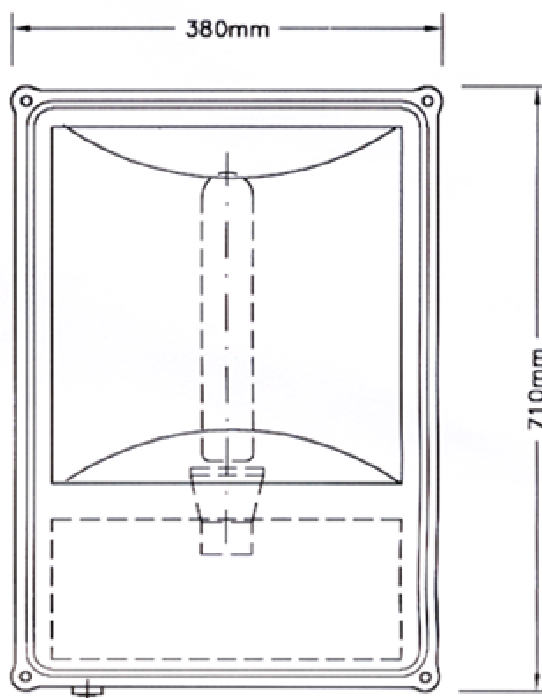
Έχουν Φωτεινή ροή 17500 lumen και ισχύ 150Watt. Οι διαστάσεις τους παρουσιάζονται στις εικόνες 6.1-6.3 που ακολουθούν και τα πολικά διαγράμματα για τα επίπεδα C0-C180 και C90-C270 παρουσιάζονται στις εικόνες 6.4 και 6.5 αντίστοιχα.



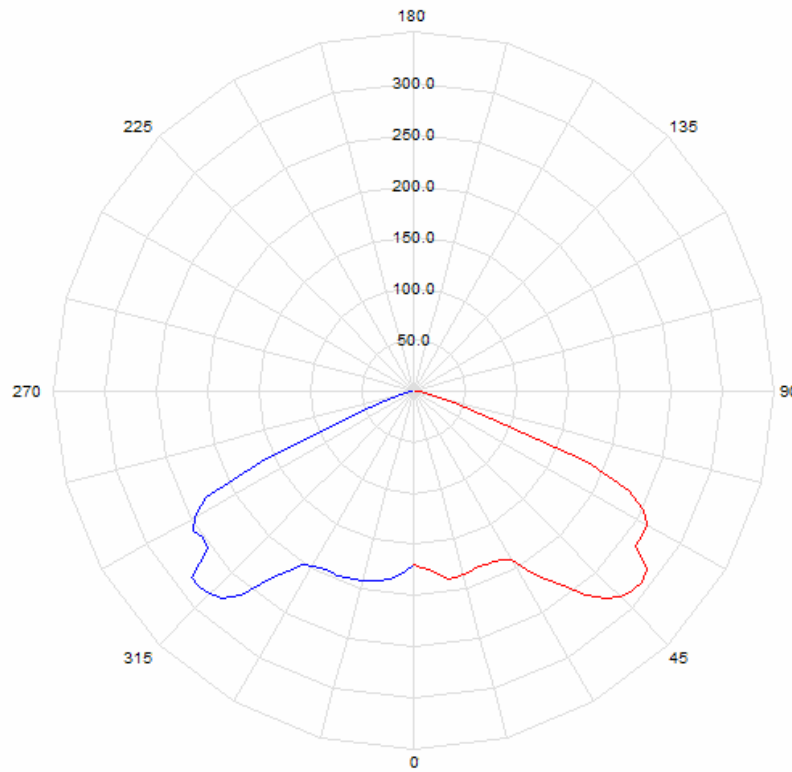
Εικ.6.1 : Όψη κατά πλάτος



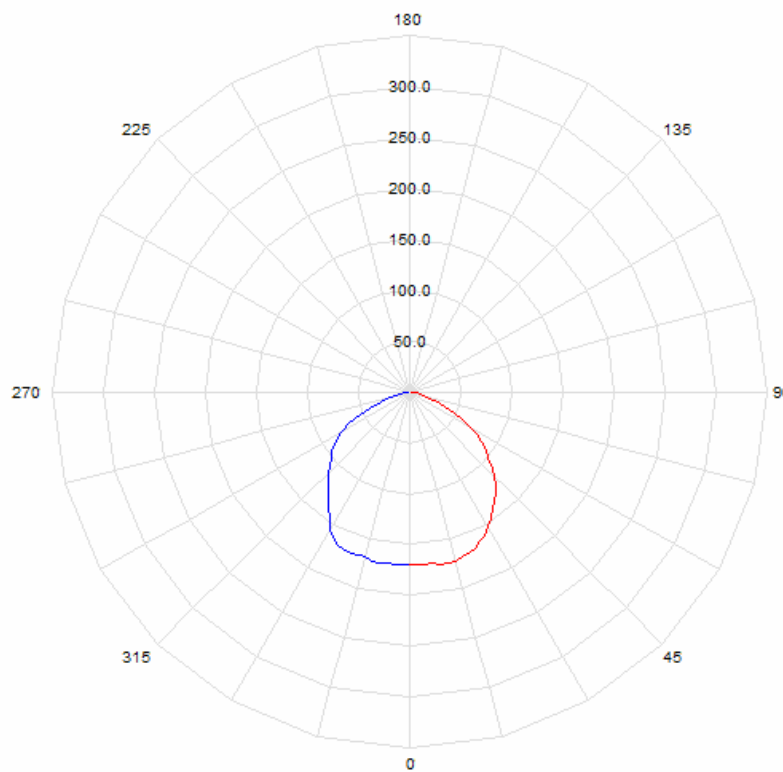
Εικ.6.2 : Όψη κατά μήκος



Εικ.6.3 : Άνω όψη



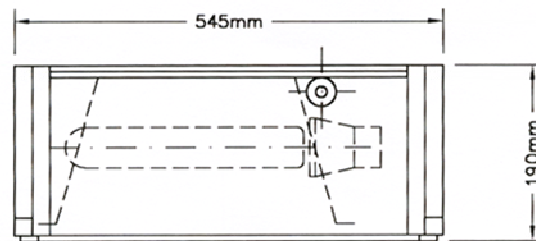
Εικ.6.4 : Επίπεδα C0-C180 (cd/1000lumen) [17]



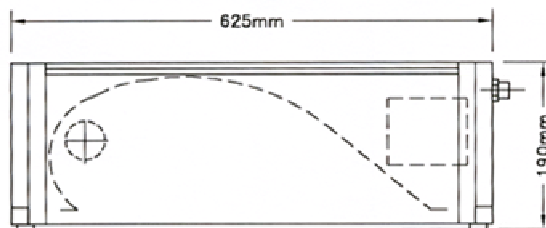
Εικ.6.5. Επίπεδα C90-C270 (cd/1000lumen) [17]

6.2.2. Ασύμμετρα Φωτιστικά

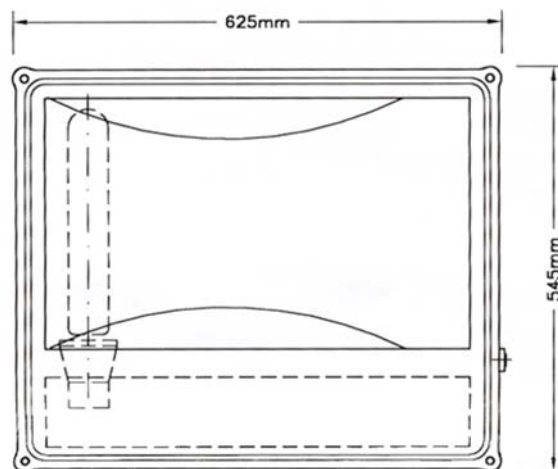
Υπάρχουν δύο τύπων φωτιστικά με ασύμμετρο πολικό διάγραμμα. Το πρώτο έχει Φωτεινή ροή 33200 lumen και ισχύ 250Watt, ενώ το δεύτερο έχει Φωτεινή ροή 56500 lumen και ισχύ 400Watt. Οι διαστάσεις τους παρουσιάζονται στις εικόνες 6.6-6.8 που ακολουθούν και τα αντίστοιχα πολικά διαγράμματα για τα επίπεδα C0-C180 και C90-C270 παρουσιάζονται στις εικόνες 6.9 και 6.10 για το πρώτο φωτιστικό και στις εικόνες 6.11 και 6.12 για το δεύτερο.



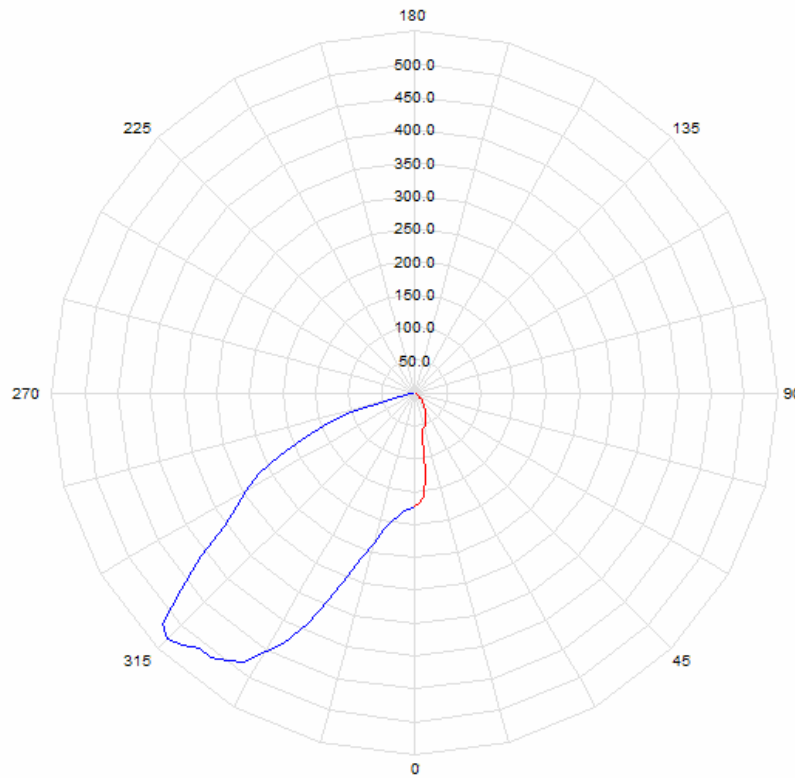
Εικ.6.6 : Όψη κατά πλάτος



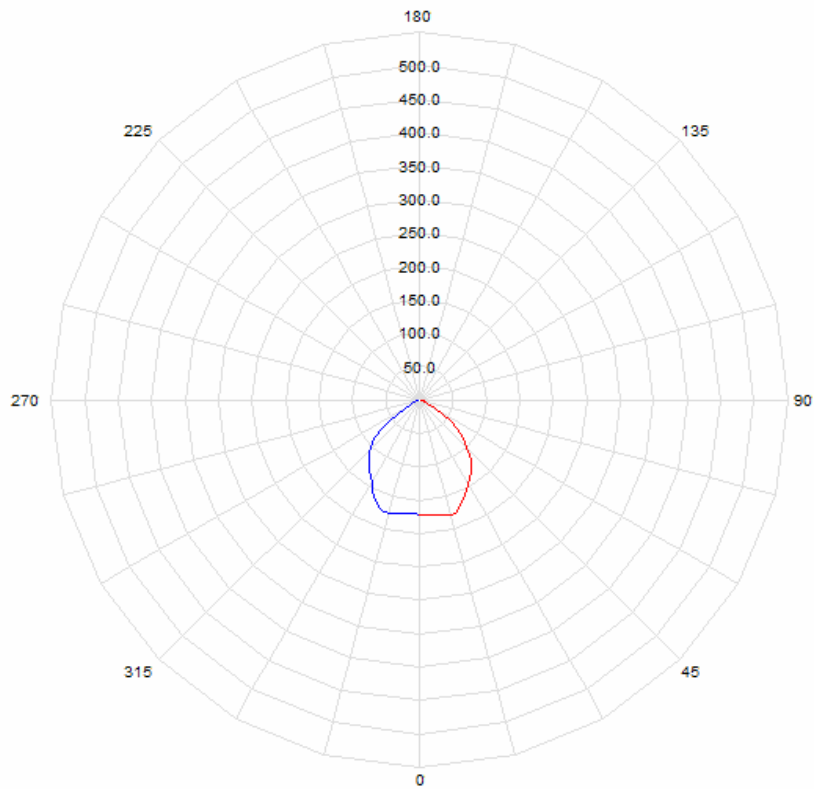
Εικόνα 7. Όψη κατά μήκος



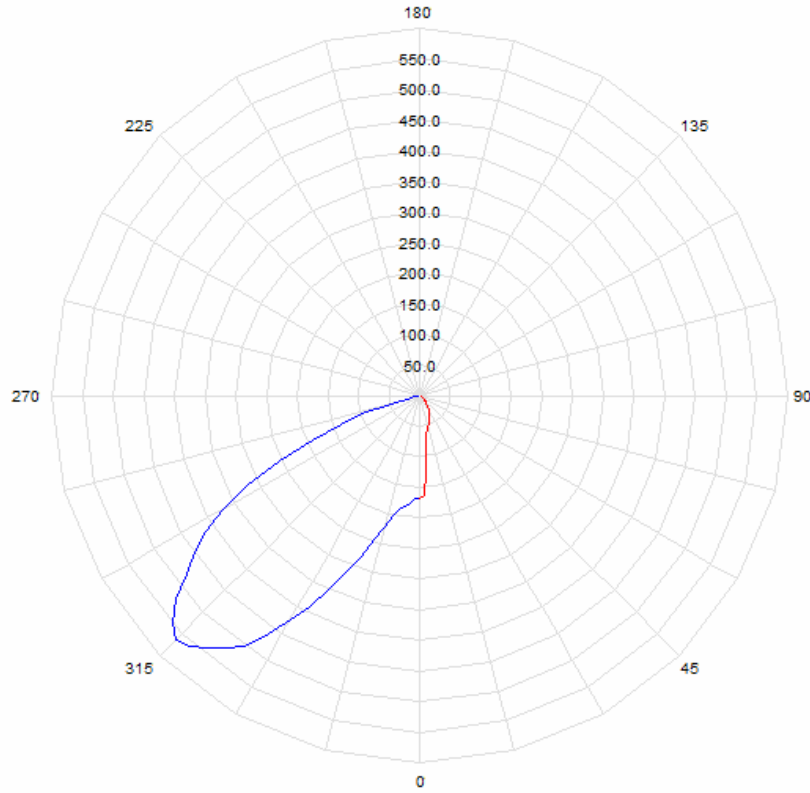
Εικ. 6.8 : Άνω όψη



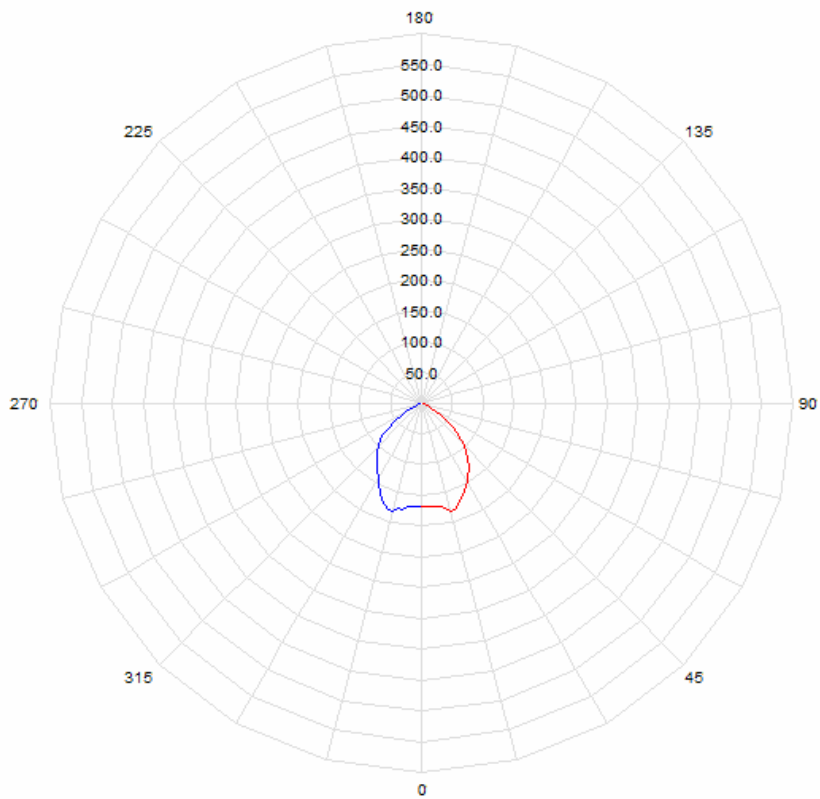
Εικ.6.9 : Επίπεδα C0-C180 (cd/1000lumen) για φωτιστικό 250W [17]



Εικ.6.10 : Επίπεδα C90-C270 (cd/1000lumen) για φωτιστικό 250W [17]



Εικ.6.11 : Επίπεδα C0-C180 (cd/1000lumen) για φωτιστικό 400W [17]



Εικ.6.12 : Επίπεδα C90-C270 (cd/1000lumen) για φωτιστικό 400W [17]

6.3. Φωτομετρικά Δεδομένα

Όπως αναφέρθηκε και στην ενότητα 6.2 χρησιμοποιήθηκαν φωτιστικά των οποίων τα φωτομετρικά δεδομένα έχουν μετρηθεί στο Εργαστήριο Φωτοτεχνίας του Ε.Μ.Π..

Παρακάτω παρουσιάζονται οι ανηγμένες τιμές λαμπρότητας ανά 1000 lumen για τα επίπεδα C-0 έως C-345 με βήμα 15° και για κατακόρυφες γωνίες από 0° έως 90° με βήμα $2,5^\circ$. Για κατακόρυφες γωνίες μεγαλύτερες από 90° μέχρι και 180° ($90^\circ < \gamma \leq 180^\circ$) οι ανηγμένες τιμές λαμπρότητας είναι μηδενικές και παραλείπονται από τους πίνακες.

Οι πίνακες 6.1α και 6.1β περιέχουν τα φωτομετρικά δεδομένα του φωτιστικού των 17500lumen και 150W, οι πίνακες 6.2α και 6.2β αντιστοιχούν στο φωτιστικό των 33200 lumen και 250W και οι πίνακες 6.3α και 6.3β αντιστοιχούν στο φωτιστικό των 56500 lumen και 400W.

Τα δεδομένα των πινάκων 6.1 – 6.3 χρησιμοποιήθηκαν για την σχεδίαση των πολικών διαγραμμάτων που παρουσιάστηκαν στην παράγραφο 6.2.

Στις εικόνες που ακολουθούν παρατίθενται φωτογραφίες από πραγματικά φωτιστικά, ενός με ασύμμετρο πολικό διάγραμμα (Εικ.6.13) και ενός δεύτερου με συμμετρικό (Εικ.6.14).



Εικ.6.13: Φωτιστικό σώμα με ασύμμετρο πολικό διάγραμμα.[15]



Εικ.6.14: Φωτιστικό σώμα με συμμετρικό πολικό διάγραμμα.[15]

Πίνακας 6.1α

	C-0	C-15	C-30	C-45	C-60	C-75	C-90	C-105	C-120	C-135	C-150	C-165
0	170,0	170,0	170,0	170,0	170,0	170,0	170,0	170,0	170,0	170,0	170,0	170,0
2,5	176,4	176,4	176,1	176,3	174,2	172,1	170,0	170,0	170,0	170,0	168,9	171,6
5	180,6	180,5	180,5	180,4	176,3	175,6	169,9	170,1	170,0	170,0	170,1	173,9
7,5	184,8	184,7	184,8	182,6	180,5	174,2	170,0	170,1	172,2	172,3	174,5	176,2
10	188,0	188,8	186,7	184,7	180,5	176,3	170,3	170,1	172,2	174,5	176,5	178,3
12,5	188,9	188,9	186,8	186,8	180,5	176,3	170,0	170,1	172,2	176,6	176,5	180,5
15	191,0	188,9	186,8	184,7	178,4	174,2	168,0	167,8	172,2	176,5	179,9	182,8
17,5	193,2	193,8	188,9	182,6	178,4	174,2	168,0	167,8	172,2	176,5	181,0	184,9
20	193,2	193,1	188,8	182,6	177,6	174,2	168,0	167,8	172,2	176,6	183,3	189,4
22,5	195,2	193,1	188,9	180,5	180,5	174,2	168,0	167,9	172,2	174,5	185,4	193,9
25	193,2	193,1	186,8	178,4	178,3	172,1	166,2	165,6	172,2	176,5	187,6	194,7
27,5	195,2	193,1	186,8	176,3	174,2	167,2	161,7	163,5	171,6	176,5	188,7	200,5
30	197,3	195,2	184,7	176,3	170,0	160,4	155,4	156,9	167,8	178,8	191,1	213,8
32,5	201,6	201,5	186,8	174,2	161,7	153,3	147,0	150,2	161,8	178,7	200,9	231,6
35	214,0	209,8	193,1	172,1	153,3	142,9	138,6	143,6	156,8	178,9	218,5	238,5
37,5	232,4	226,6	201,5	172,1	145,0	135,2	130,3	134,7	152,3	180,9	227,4	245,0
40	259,5	246,8	216,1	172,1	137,5	126,1	123,9	126,9	144,9	189,8	232,9	258,5
42,5	275,3	261,4	232,9	172,1	130,4	119,7	117,7	120,4	137,0	192,0	245,0	277,6
45	280,4	273,4	245,4	170,0	125,1	113,4	113,4	114,8	132,5	185,4	264,1	286,7
47,5	282,5	274,0	255,3	170,0	122,0	109,3	107,1	108,2	130,2	181,0	272,0	295,3
50	282,5	276,2	253,0	163,9	117,8	102,9	100,9	103,9	128,2	176,6	272,9	286,6
52,5	253,2	263,6	247,0	159,6	115,6	96,7	96,7	99,4	125,8	170,0	264,2	282,2
55	249,1	246,9	242,8	155,4	111,4	92,5	90,4	95,0	123,6	163,4	255,5	254,7
57,5	253,1	248,9	224,5	153,3	113,5	84,2	84,2	90,6	123,7	161,3	233,8	255,6
60	245,1	246,9	222,3	151,3	111,3	77,8	75,7	84,0	123,6	156,8	227,3	253,3
62,5	226,6	226,6	218,2	147,1	113,5	73,0	67,4	79,5	123,6	156,7	225,0	248,9
65	163,9	180,4	191,0	142,9	111,3	65,3	52,9	68,6	121,4	152,4	222,9	229,5
67,5	60,2	69,6	144,9	130,4	105,1	52,9	41,6	59,7	114,7	154,6	192,1	151,7
70	29,4	34,7	46,4	98,9	90,4	41,8	29,7	45,3	99,4	132,4	99,4	50,8
72,5	13,3	15,8	21,6	36,8	63,3	30,7	19,5	30,6	81,7	77,3	31,2	27,5
75	7,0	7,4	9,5	12,6	28,6	19,5	10,3	17,2	43,1	21,6	13,3	12,5
77,5	3,8	3,9	4,7	6,3	11,8	13,0	5,3	11,7	18,3	9,5	5,5	5,2
80	2,3	2,4	2,8	3,1	4,3	6,9	3,5	6,4	6,2	3,8	2,5	2,6
82,5	1,2	1,3	1,5	1,4	1,7	2,3	1,7	2,1	1,7	1,3	1,0	1,0
85	0,3	0,3	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4
87,5	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
90	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

Πίνακας 6.2β

	C-180	C-195	C-210	C-225	C-240	C-255	C-270	C-285	C-300	C-315	C-330	C-345
0	170,0	170,0	170,0	170,0	170,0	170,0	170,0	170,0	170,0	170,0	170,0	170,0
2,5	172,2	170,0	170,1	172,2	170,0	170,1	170,0	170,1	170,0	170,0	170,1	171,7
5	175,1	174,3	174,3	172,1	170,0	170,0	170,0	170,1	172,3	174,5	174,5	176,1
7,5	180,5	178,4	176,4	174,2	172,1	170,0	170,0	170,1	174,5	174,5	176,5	180,5
10	186,0	184,8	182,7	176,4	174,2	170,0	171,7	172,2	174,5	178,7	181,0	182,7
12,5	186,8	186,8	186,8	182,6	174,2	172,1	172,1	170,9	176,5	181,0	183,3	189,4
15	184,8	184,8	186,8	184,7	176,3	170,0	172,1	170,1	175,0	183,2	187,7	191,6
17,5	184,8	184,8	182,7	184,7	178,3	170,0	170,0	168,7	176,5	185,4	189,8	191,6
20	182,7	182,7	182,7	182,3	176,4	168,1	168,0	165,6	176,5	185,4	189,8	191,6
22,5	182,7	180,5	178,4	176,3	176,3	165,9	165,9	163,3	176,1	183,2	187,7	196,0
25	183,9	180,6	176,3	172,1	170,9	163,9	161,7	159,0	172,2	183,3	192,1	200,6
27,5	185,7	184,8	176,4	169,7	165,9	159,7	159,6	156,8	167,7	178,7	196,5	207,3
30	191,0	188,9	178,4	165,9	161,7	153,3	153,3	152,4	165,6	178,8	201,0	213,8
32,5	211,1	199,4	182,7	163,9	157,6	149,2	147,1	148,1	161,2	178,8	205,3	225,1
35	224,5	218,3	186,8	165,9	151,3	142,9	140,8	143,6	157,4	178,8	211,8	234,0
37,5	238,6	230,8	199,5	161,8	144,9	138,7	136,5	139,2	154,6	178,8	216,3	238,5
40	259,5	251,1	209,9	161,7	140,8	132,5	130,4	134,8	152,3	181,0	216,2	255,6
42,5	274,1	272,0	226,6	165,9	134,6	126,1	123,9	130,3	150,1	178,8	225,0	268,8
45	284,6	278,2	245,1	172,1	130,4	119,8	117,7	125,9	147,9	178,8	232,8	288,8
47,5	288,7	276,1	249,0	178,4	128,2	111,4	109,2	119,2	145,8	181,0	246,5	301,7
50	290,2	276,1	245,0	186,8	126,1	102,9	100,9	112,6	141,3	187,6	255,4	311,0
52,5	286,6	274,1	242,9	188,9	126,2	94,6	94,5	105,9	141,6	196,5	262,1	306,5
55	263,7	265,8	242,8	188,9	130,4	88,4	86,2	97,2	141,2	207,2	257,8	268,8
57,5	263,7	255,3	236,4	193,1	130,4	82,1	77,8	90,5	141,3	209,7	233,9	264,4
60	261,5	251,3	226,7	191,0	132,5	75,8	69,4	84,0	141,3	209,7	228,5	266,6
62,5	251,2	242,8	220,3	186,7	132,5	69,5	56,8	77,4	143,8	198,7	229,5	264,5
65	230,9	226,6	207,7	174,4	132,5	61,1	42,5	66,3	145,7	185,4	233,9	248,8
67,5	182,7	185,9	186,8	165,9	126,1	49,5	32,2	57,4	139,2	176,5	211,8	202,9
70	80,2	105,2	140,8	143,0	113,5	41,2	24,3	49,6	121,4	163,4	148,0	60,3
72,5	41,0	41,8	51,9	107,2	94,6	34,1	17,0	42,6	101,6	114,8	37,1	26,9
75	21,6	22,7	24,9	46,6	67,5	25,5	12,4	33,0	68,6	30,1	13,9	10,5
77,5	11,3	12,0	12,8	16,0	31,6	19,7	9,3	24,1	31,5	11,7	5,2	4,8
80	6,3	0,7	7,0	8,0	13,5	13,0	6,1	15,7	10,8	4,3	2,7	2,7
82,5	3,0	0,3	3,3	3,5	4,6	5,9	2,9	7,3	2,9	1,6	1,3	1,4
85	1,5	0,1	1,6	1,6	1,6	1,5	0,9	1,5	0,7	0,5	0,5	0,6
87,5	0,5	0,5	0,6	0,5	0,5	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1
90	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1

Πίνακας 6.2α

	C-0	C-15	C-30	C-45	C-60	C-75	C-90	C-105	C-120	C-135	C-150	C-165
0	171,7	171,7	171,7	171,7	171,7	171,7	171,7	171,7	171,7	171,7	171,7	171,7
2,5	176,2	176,1	176,1	175,2	173,7	173,0	170,6	170,5	168,7	168,3	167,3	167,2
5	180,6	180,5	179,4	178,4	175,1	174,0	171,7	169,4	166,2	165,1	160,6	161,6
7,5	188,3	187,1	186,0	183,9	178,2	176,2	172,4	168,3	163,9	158,4	148,4	132,7
10	198,3	197,0	193,7	189,4	183,6	178,4	172,9	167,3	160,6	139,6	90,0	69,5
12,5	212,9	210,2	206,2	199,3	188,0	181,7	174,4	167,2	152,9	86,7	60,0	58,1
15	235,9	228,9	219,1	208,2	195,7	185,0	176,1	166,1	130,7	62,3	56,7	54,8
17,5	261,7	252,0	238,8	219,2	203,4	188,4	176,1	162,8	88,8	61,2	54,5	51,5
20	296,0	284,6	262,0	234,1	209,9	189,4	173,9	160,5	69,0	57,8	51,1	47,0
22,5	341,3	329,5	295,9	251,1	214,4	187,2	168,4	150,7	63,4	55,0	47,8	43,7
25	385,6	373,5	329,4	272,1	217,6	182,8	160,2	136,3	57,8	51,2	44,5	40,3
27,5	430,1	406,7	373,4	295,9	223,0	176,2	150,8	114,4	52,3	46,7	41,2	38,1
30	452,1	439,5	406,7	329,3	230,6	170,7	143,1	85,6	45,6	42,3	37,8	33,6
32,5	485,2	461,8	439,5	355,2	238,3	165,2	135,3	61,1	40,0	37,8	34,5	30,2
35	496,8	483,8	461,7	395,3	244,8	158,5	129,8	46,7	34,6	32,3	30,0	26,1
37,5	507,6	495,0	473,0	417,7	243,8	153,8	123,1	40,0	31,2	27,2	26,0	22,4
40	507,6	495,0	483,7	439,6	239,4	149,7	117,3	36,7	28,9	22,9	22,0	19,3
42,5	519,1	506,0	494,9	439,5	235,1	146,4	110,2	33,4	26,2	19,4	18,2	16,3
45	529,7	527,7	506,0	429,0	231,7	142,4	102,5	30,0	23,9	16,7	14,7	13,5
47,5	519,4	527,7	527,6	406,7	228,5	138,7	94,1	26,7	21,8	14,5	11,8	11,2
50	463,2	495,0	527,6	395,3	223,0	134,3	84,9	23,0	19,5	12,5	9,3	9,2
52,5	407,6	439,5	494,9	395,4	212,1	127,7	70,5	19,4	16,8	10,7	7,6	7,4
55	351,7	373,4	439,4	384,7	199,9	116,9	55,0	15,8	14,1	9,1	6,1	5,9
57,5	318,8	340,7	395,2	351,0	181,5	100,4	39,5	12,4	11,2	7,6	4,9	4,7
60	296,1	318,6	362,3	307,1	150,8	80,5	25,4	9,6	8,6	6,1	4,0	3,8
62,5	268,1	295,9	333,8	255,5	113,9	58,3	15,2	7,6	6,3	4,7	3,2	3,1
65	225,0	260,9	295,8	203,7	79,9	39,5	11,8	5,8	4,7	3,5	2,6	2,5
67,5	185,0	215,8	254,3	166,3	63,4	28,0	9,3	4,4	3,6	2,5	2,1	2,0
70	148,4	173,9	199,2	126,5	51,4	20,3	7,6	3,3	2,6	1,8	1,6	1,5
72,5	108,6	131,0	131,0	94,8	42,6	16,1	6,2	2,4	1,8	1,3	1,2	1,1
75	30,7	44,0	63,9	61,7	33,8	12,4	4,3	1,7	1,2	0,9	0,8	0,8
77,5	15,5	21,8	26,9	32,9	23,3	8,6	2,2	1,1	0,8	0,6	0,6	0,5
80	8,2	9,9	9,6	11,8	10,4	4,2	1,1	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4
82,5	3,4	4,1	4,1	4,1	2,8	1,6	0,6	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
85	1,3	1,5	1,3	1,0	0,8	0,4	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2
87,5	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1
90	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1

Πίνακας 6.2β

	C-180	C-195	C-210	C-225	C-240	C-255	C-270	C-285	C-300	C-315	C-330	C-345
0	171,7	171,7	171,7	171,7	171,7	171,7	171,7	171,7	171,7	171,7	171,7	171,7
2,5	167,2	167,3	168,4	169,6	168,6	170,7	171,7	172,9	174,6	175,1	175,0	176,4
5	159,4	160,7	161,8	165,2	167,2	170,7	172,9	175,0	176,2	178,4	178,3	181,8
7,5	123,1	125,4	147,5	160,8	165,1	169,6	172,9	176,1	178,3	182,8	186,0	188,6
10	65,3	67,2	87,1	140,9	161,7	169,6	173,9	178,4	183,9	189,5	193,8	198,5
12,5	58,6	60,6	62,8	88,2	154,1	169,5	176,1	181,6	189,4	197,2	204,9	211,8
15	55,2	56,1	59,4	65,0	134,4	169,6	178,3	184,9	195,6	208,3	220,5	232,8
17,5	51,9	52,8	56,1	63,9	95,0	166,3	178,3	188,3	203,1	220,5	240,2	259,5
20	47,5	48,4	52,8	61,7	72,2	161,9	174,5	189,4	210,4	235,8	270,1	302,5
22,5	44,1	45,1	49,5	58,3	63,4	153,1	167,2	186,0	217,1	256,9	300,4	336,3
25	40,8	41,8	47,3	53,9	56,8	138,7	159,6	182,7	225,2	282,3	342,9	380,8
27,5	37,4	38,5	43,9	47,3	50,2	121,4	151,8	179,3	234,7	311,8	378,2	425,5
30	33,0	35,1	40,7	41,8	45,8	96,0	146,3	176,1	245,3	345,5	411,6	447,6
32,5	28,5	30,7	36,2	36,2	40,4	70,5	140,2	171,7	256,8	367,5	444,5	470,1
35	25,8	27,0	31,1	31,8	36,0	52,8	133,1	167,3	263,9	400,4	466,9	503,8
37,5	22,2	23,2	26,4	27,3	32,7	42,7	126,6	161,7	265,6	422,8	489,0	503,6
40	18,7	19,9	22,0	23,8	29,4	37,3	119,1	158,4	263,5	444,9	500,2	503,8
42,5	15,6	16,7	17,8	20,6	27,1	32,9	110,2	154,0	258,6	456,2	500,1	515,1
45	13,1	13,9	14,4	17,7	24,5	29,6	100,3	150,6	253,1	456,2	511,4	526,4
47,5	10,8	11,6	11,8	15,3	22,1	25,6	91,5	146,2	249,1	444,6	533,1	526,5
50	8,8	9,5	9,7	13,2	19,7	22,1	82,6	138,5	242,5	422,9	533,2	492,4
52,5	7,1	7,6	8,0	11,3	16,9	18,5	71,6	131,9	231,3	422,8	511,5	447,6
55	5,6	6,1	6,6	9,6	14,0	15,0	56,1	121,1	218,8	422,9	466,9	392,3
57,5	4,5	4,9	5,4	7,9	11,3	12,2	40,6	103,3	202,7	389,6	422,8	369,8
60	3,6	4,0	4,4	6,4	8,9	9,9	26,8	82,2	175,0	345,8	411,8	348,1
62,5	3,0	3,2	3,6	5,0	7,1	8,0	15,8	61,1	139,7	311,7	389,5	313,8
65	2,5	2,6	2,8	3,7	5,5	6,6	12,7	42,3	106,6	279,0	345,6	264,1
67,5	2,0	2,1	2,3	2,8	4,3	5,4	10,6	32,3	81,1	243,6	289,0	215,1
70	1,5	1,6	1,8	2,1	3,2	4,2	9,5	25,2	67,8	199,8	229,1	170,5
72,5	1,1	1,2	1,4	1,6	2,3	3,1	8,2	22,9	54,5	150,7	160,6	128,3
75	0,8	0,8	1,0	1,2	1,6	2,2	6,2	19,2	42,3	103,0	85,6	39,2
77,5	0,6	0,6	0,7	0,8	1,0	1,5	3,9	13,8	30,0	52,3	32,3	22,5
80	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	0,9	2,1	7,2	15,8	16,2	13,5	12,4
82,5	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	1,1	2,6	3,2	4,8	5,6	4,8
85	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,6	0,1	1,0	1,4	1,3	1,1
87,5	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2
90	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Πίνακας 6.3α

	C-0	C-15	C-30	C-45	C-60	C-75	C-90	C-105	C-120	C-135	C-150	C-165
0	169,1	169,1	169,1	169,1	169,1	169,1	169,1	169,1	169,1	169,1	169,1	169,1
2,5	169,1	169,1	169,1	169,1	169,0	169,2	169,2	169,0	169,1	169,0	169,0	169,2
5	175,6	175,7	175,7	175,7	175,6	169,1	169,1	169,0	169,1	169,0	156,5	143,5
7,5	182,3	182,2	182,3	176,7	175,6	175,7	169,1	169,1	169,0	139,0	97,8	79,0
10	188,9	188,9	188,9	182,3	182,2	175,8	175,7	175,7	151,4	87,9	70,1	65,6
12,5	202,0	201,9	202,0	195,3	188,8	182,3	175,7	175,8	115,2	73,0	65,6	61,0
15	221,0	221,1	214,8	202,0	195,4	189,0	182,3	175,6	88,7	70,1	62,3	56,5
17,5	246,9	240,4	227,7	214,6	201,9	189,0	182,3	169,0	80,3	68,1	58,4	51,9
20	279,3	272,8	253,7	227,7	208,1	189,1	175,7	152,2	76,4	64,8	53,9	46,8
22,5	311,3	305,3	272,9	240,6	208,0	182,4	169,1	125,5	71,4	61,0	50,0	42,9
25	350,3	337,2	305,6	259,8	214,6	175,8	159,3	96,5	64,9	55,8	46,2	39,7
27,5	389,2	376,5	337,5	279,5	221,1	169,1	148,2	73,8	56,3	50,0	42,9	35,7
30	421,7	408,9	370,3	305,5	227,7	163,2	139,3	58,5	48,1	44,1	39,0	31,8
32,5	460,5	447,6	402,9	337,5	227,7	157,4	132,1	50,1	41,0	38,3	34,5	28,0
35	499,3	492,7	441,4	370,3	234,0	152,2	125,7	45,5	35,1	31,8	29,9	24,1
37,5	518,2	512,3	480,3	396,3	233,9	147,0	119,9	41,0	31,2	26,6	25,4	20,8
40	537,8	531,2	512,7	421,1	233,9	142,5	113,4	37,0	28,0	22,1	21,5	17,6
42,5	557,2	550,9	531,9	435,2	221,1	139,3	106,3	33,1	25,4	18,9	17,6	14,7
45	563,8	557,2	557,8	435,1	214,7	136,6	99,2	29,9	22,8	16,2	13,8	12,4
47,5	548,7	557,1	564,6	428,6	214,6	133,4	90,7	26,0	20,2	13,9	11,3	10,4
50	518,3	531,4	564,5	415,6	214,7	129,6	79,1	22,8	17,6	12,0	9,1	8,7
52,5	479,6	499,4	544,9	402,9	208,0	120,5	66,3	19,5	15,5	10,4	7,4	7,2
55	447,5	470,0	513,0	376,7	201,9	110,1	53,3	15,5	12,9	8,8	6,2	6,0
57,5	415,0	447,5	473,9	350,7	182,3	98,5	41,0	12,0	10,3	7,2	5,2	5,0
60	369,8	409,0	447,8	324,6	156,8	84,3	28,6	9,1	7,7	5,8	4,4	4,2
62,5	317,8	363,2	409,4	292,4	126,8	65,6	18,2	7,2	5,8	4,5	3,6	3,6
65	253,5	298,6	357,2	240,6	97,7	44,9	12,7	5,8	4,4	3,4	3,0	3,0
67,5	188,8	233,9	285,8	188,8	73,1	32,5	9,8	4,6	3,4	2,6	2,4	2,4
70	137,4	175,6	208,0	131,9	57,8	24,7	7,6	3,5	2,6	2,0	1,9	1,9
72,5	92,8	117,5	132,5	89,9	44,2	18,9	5,8	2,5	1,8	1,4	1,4	1,3
75	14,7	28,6	62,2	62,9	34,4	14,8	4,0	1,8	1,2	1,0	1,0	0,9
77,5	7,4	13,0	23,4	35,7	24,7	9,8	2,3	1,1	0,8	0,7	0,7	0,6
80	4,5	6,4	9,2	13,6	10,2	4,4	1,2	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4
82,5	2,7	3,2	3,8	3,9	2,6	1,3	0,5	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
85	1,5	1,6	1,3	1,0	0,7	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
87,5	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
90	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1

Πίνακας 6.3β

	C-180	C-195	C-210	C-225	C-240	C-255	C-270	C-285	C-300	C-315	C-330	C-345
0	169,1	169,1	169,1	169,1	169,1	169,1	169,1	169,1	169,1	169,1	169,1	169,1
2,5	164,3	164,5	169,1	169,0	169,0	169,1	169,0	169,0	165,0	164,2	164,2	164,2
5	125,9	135,8	149,9	160,9	169,0	169,2	169,1	169,0	164,4	163,1	163,6	163,6
7,5	68,6	73,7	90,5	134,5	161,0	169,2	169,0	169,0	164,4	164,1	164,9	169,2
10	62,2	63,5	66,8	82,2	142,2	169,2	169,8	169,1	169,1	169,0	169,3	169,3
12,5	58,3	59,6	62,9	68,8	108,0	169,1	175,7	169,1	169,4	168,9	176,0	175,9
15	53,8	55,7	60,3	67,4	82,8	169,1	182,3	175,7	175,8	175,5	182,5	189,0
17,5	48,6	51,2	56,5	65,5	76,4	159,3	182,2	175,8	175,9	182,1	195,5	208,2
20	45,3	47,4	53,2	63,6	73,1	143,8	175,7	175,7	182,1	195,3	221,4	247,3
22,5	42,2	44,1	50,0	60,3	68,8	117,3	169,1	169,0	182,3	214,4	253,9	279,8
25	38,3	40,2	47,4	55,2	62,3	90,1	161,2	165,0	189,1	234,0	292,6	318,4
27,5	34,4	37,0	44,1	49,3	54,5	71,5	152,9	159,9	195,3	266,5	325,1	357,3
30	30,5	33,1	40,3	43,5	48,1	58,5	146,4	154,0	202,3	292,5	357,5	389,9
32,5	26,6	29,2	35,7	37,7	42,2	53,3	139,9	148,9	208,3	324,6	390,0	422,2
35	22,8	25,4	31,2	31,8	37,7	48,8	133,4	141,8	214,9	350,7	428,9	454,7
37,5	19,5	22,1	26,0	27,3	33,8	44,2	126,4	133,9	221,3	376,6	461,5	487,1
40	16,0	18,9	21,5	23,4	29,9	39,7	117,3	126,9	221,5	402,9	493,6	526,0
42,5	13,2	15,6	17,6	20,2	27,3	35,1	107,5	121,0	221,3	415,6	526,0	552,0
45	11,0	13,1	14,0	16,9	24,1	30,6	97,9	118,5	221,2	428,6	558,2	564,8
47,5	9,2	10,8	11,4	14,4	21,5	26,7	88,7	115,2	221,4	435,1	571,4	571,0
50	7,6	9,0	9,3	12,2	18,9	22,8	76,5	112,7	228,0	435,0	584,1	551,9
52,5	6,3	7,4	7,8	10,4	16,0	18,9	63,0	107,5	221,3	428,6	571,3	519,3
55	5,1	6,1	6,5	8,8	13,2	14,9	50,1	98,4	208,1	415,4	545,4	493,8
57,5	4,2	5,1	5,4	7,4	10,6	12,1	38,4	87,5	195,4	396,1	532,5	467,6
60	3,5	4,2	4,5	6,0	8,3	9,8	27,3	73,9	169,2	370,0	513,5	422,3
62,5	2,9	3,5	3,8	4,7	6,6	8,0	18,2	59,8	139,7	344,1	467,8	351,0
65	2,4	2,9	3,1	3,6	5,3	6,6	13,8	42,9	110,1	305,6	409,5	279,7
67,5	2,0	2,3	2,5	2,7	4,0	5,3	12,1	33,8	80,9	253,7	344,5	214,9
70	1,5	1,7	2,0	2,1	3,0	4,0	10,8	26,7	64,6	201,9	254,0	152,0
72,5	1,0	1,2	1,5	1,6	2,0	2,9	9,3	24,1	50,1	142,2	151,3	104,2
75	0,7	0,9	1,0	1,1	1,4	2,0	6,4	18,9	39,0	89,9	67,5	22,1
77,5	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,3	3,3	11,5	28,0	47,4	21,5	10,4
80	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,8	1,5	5,1	15,8	14,9	8,2	5,1
82,5	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,7	1,8	3,6	3,9	3,4	2,5
85	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,6	1,1	1,2	1,3	1,2
87,5	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1
90	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

6.4. Κατασκευή αρχείων τύπου IES

Υπάρχει μεγάλος αριθμός τύπων αρχείων για ηλεκτρονικούς υπολογιστές που περιέχουν δεδομένα, τα οποία περιγράφουν τις καμπύλες κατανομής λαμπρότητας φωτιστικών. Μία από τις πιο διαδεδομένες δομές τέτοιων αρχείων ορίζεται από την Ένωση Illuminating Engineering της Βόρειας Αμερικής, IESNA (Illuminating Engineering Society of North America). Το αρχείο φωτομετρικών δεδομένων τύπου IES LM-63-95 παρουσιάστηκε το 1986 με τον τίτλο “IES Recommended Standard File Format for Electronic Transfer of Photometric Data”. [18]

Αρχεία τύπου IES χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα διπλωματική εργασία, λόγω του γεγονότος ότι το Radiance δέχεται αρχεία αυτού του τύπου για την είσοδο των φωτομετρικών δεδομένων και τελικά την περιγραφή της όλης δομής των φωτιστικών. Στη συνέχεια παρουσιάζεται η δομή των αρχείων IES και παρατίθενται τα αρχεία που περιγράφουν τα τρία φωτιστικά που χρησιμοποιήθηκαν για την προσομοίωση του φωτισμού της σήραγγας.

6.4.1. Δομή αρχείων IES

Η περιγραφή της δομής του αρχείου IES LM-63-1995 έχει ως εξής :

```
00 IESNA:LM-63-1995
01 <Keyword 1>
02 <Keyword 2>
03 ...
04 <Keyword n>
05 TILT=<file-spec> or <INCLUDE> or <NONE>
06 <lamp-to-luminaire geometry>
07 <# of pairs of angles and multiplying factors>
08 <angles>
09 <multiplying factors>
10 <# of lamps> <lumens per lamp> <candela multiplier>
    <# of vertical angles> <# of horizontal angles> <photometric type>
    <units type> <width> <length> <height>
```

- 11 <ballast factor> <future use> <input watts>
- 12 <vertical angles>
- 13 <horizontal angles>
- 14 <candela values for all vertical angles at first horizontal angle>
- 15 <candela values for all vertical angles at second horizontal angle>
- 16 ...
- 17 <candela values for all vertical angles at nth horizontal angle>
- [18]

Επεξήγηση :

01-04 : κατασκευαστής, αριθμός καταλόγου, περιγραφή φωτιστικού, αριθμός καταλόγου, περιγραφή λαμπτήρα κ.ά.

05 : γωνία κλίσης φωτιστικού

06 : αριθμός γωνιών και πολλαπλασιαστικών παραγόντων για την περίπτωση που υπάρχει κλίση

07 : προσανατολισμός λαμπτήρα εσωτερικά στο φωτιστικό (ο όρος αυτός παραλείπεται εάν TILT=NONE)

08 : γωνίες (για την περίπτωση που υπάρχει κλίση)

09 : πολλαπλασιαστικοί παράγοντες (την περίπτωση που υπάρχει κλίση)

10 : αριθμός λαμπτήρων – lumen ανά λαμπτήρα – πολλαπλασιαστής candela

αριθμός κατακόρυφων γωνιών – αριθμός οριζόντιων γωνιών – τύπος φωτιστικού (A και B για περιπτώσεις που έχουμε φωτιστικό πλευρικά συμμετρικό γύρω από ένα κατακόρυφο επίπεδο αναφοράς, C για υπόλοιπες περιπτώσεις συμμετρίας)

σύστημα μονάδων – πλάτος – μήκος – ύψος φωτιστικού

11 : ballast factor (πολλαπλασιαστικός παράγοντας για την περίπτωση που χρησιμοποιείται ballast κάποιου κατασκευαστή) – όρος για μελλοντική χρήση – ισχύς που καταναλώνει το φωτιστικό

12 : κατακόρυφες γωνίες

13 : οριζόντιες γωνίες

14 – 17 : φωτομετρικά δεδομένα (candela/1000 lumen), υπάρχει μία γραμμή για κάθε αντίστοιχη οριζόντια γωνία και μία τιμή ανηγμένης φωτεινής ισχύος για κάθε αντίστοιχη κατακόρυφη γωνία.

6.4.2. Αρχεία IES που χρησιμοποιήθηκαν στην προσομοίωση

Αρχείο 150W.ies

Είναι το φωτιστικό με χαρακτηριστικά 17500lumen και 150W και έχει συμμετρικό πολικό διάγραμμα :

IESNA:LM-63-1995

[LAMP] HIGH PRESSURE SODIUM

TILT=NONE

1 17500 17.5

73 24

1 2

0.71 0.38 0.19

1 1 150

0 2.5 5 7.5 10 12.5 15 17.5 20 22.5 25 27.5 30 32.5 35 37.5 40

42.5 45 47.5 50 52.5 55 57.5 60 62.5 65 67.5 70 72.5 75 77.5 80

82.5 85 87.5 90 92.5 95 97.5 100 102.5 105 107.5 110 112.5 115

117.5 120 122.5 125 127.5 130 132.5 135 137.5 140 142.5 145 147.5

150 152.5 155 157.5 160 162.5 165 167.5 170 172.5 175 177.5 180

0 15 30 45 60 75 90 105 120 135 150 165 180 195 210 225 240 255

270 285 300 315 330 345

ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΑΠΟ ΠΙΝΑΚΑ 6.1 ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗ ΤΟΥ (η γραμμή γίνεται στήλη)

Αρχείο 250W.ies

Είναι το φωτιστικό με χαρακτηριστικά 33200lumen και 250W και έχει ασύμμετρο πολικό διάγραμμα :

IESNA:LM-63-1995

[LAMP] HIGH PRESSURE SODIUM

TILT=NONE

1 33200 33.2

73 24

1 2

0.545 0.63 0.19

1 1 250

0 2.5 5 7.5 10 12.5 15 17.5 20 22.5 25 27.5 30 32.5 35 37.5 40

42.5 45 47.5 50 52.5 55 57.5 60 62.5 65 67.5 70 72.5 75 77.5 80

82.5 85 87.5 90 92.5 95 97.5 100 102.5 105 107.5 110 112.5 115
 117.5 120 122.5 125 127.5 130 132.5 135 137.5 140 142.5 145 147.5
 150 152.5 155 157.5 160 162.5 165 167.5 170 172.5 175 177.5 180
 0 15 30 45 60 75 90 105 120 135 150 165 180 195 210 225 240 255
 270 285 300 315 330 345

ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΑΠΟ ΠΙΝΑΚΑ 6.2 ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗ ΤΟΥ

Αρχείο 400W.ies

Είναι το φωτιστικό με χαρακτηριστικά 56500lumen και 400W και έχει ασύμμετρο πολικό διάγραμμα :

IESNA:LM-63-1995

[LAMP] HIGH PRESSURE SODIUM

TILT=NONE

1 56500 56.5

73 24

1 2

0.545 0.625 0.19

1 1 400

0 2.5 5 7.5 10 12.5 15 17.5 20 22.5 25 27.5 30 32.5 35 37.5 40
 42.5 45 47.5 50 52.5 55 57.5 60 62.5 65 67.5 70 72.5 75 77.5 80
 82.5 85 87.5 90 92.5 95 97.5 100 102.5 105 107.5 110 112.5 115
 117.5 120 122.5 125 127.5 130 132.5 135 137.5 140 142.5 145 147.5
 150 152.5 155 157.5 160 162.5 165 167.5 170 172.5 175 177.5 180
 0 15 30 45 60 75 90 105 120 135 150 165 180 195 210 225 240 255
 270 285 300 315 330 345

ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΑΠΟ ΠΙΝΑΚΑ 6.3 ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗ ΤΟΥ

Σημειώνεται ότι το Radiance περιλαμβάνει αρχείο με γνωστούς τύπους λαμπτήρων με συγκεκριμένες χρωματικές συντεταγμένες και συντελεστή απόσβεσης της φωτεινής ροής.

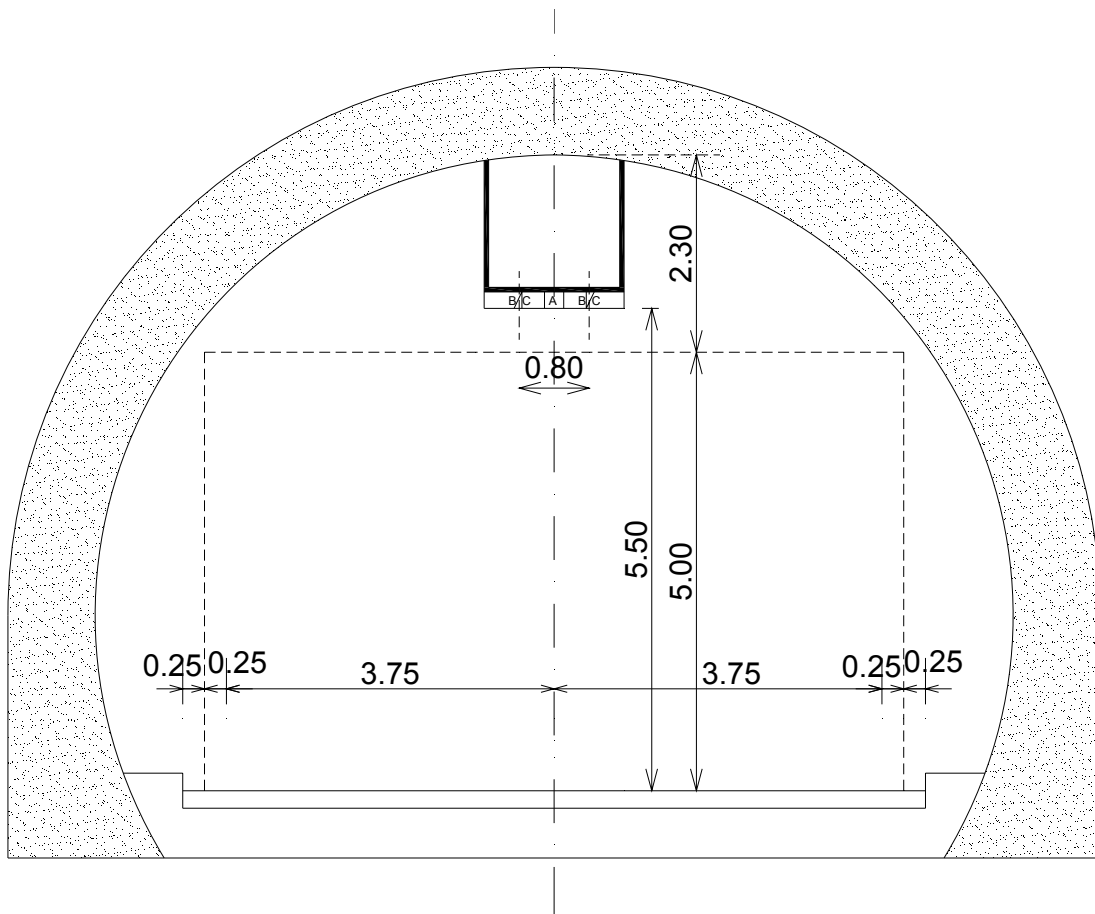
Στα Παραρτήματα Π14-Π16 παρατίθεται η πλήρης μορφή των παραπάνω αρχείων IES.

7. Περιγραφή αρχείων προσομοίωσης

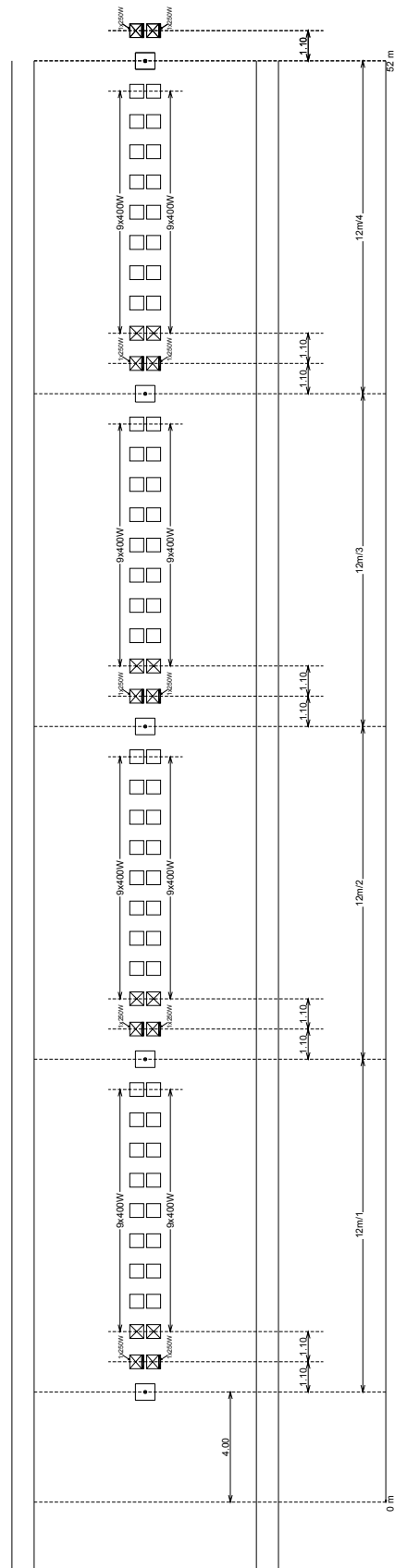
Ακολουθούν όλα τα αρχεία που χρησιμοποιήθηκαν στην προσομοίωση και περιγράφουν τη γεωμετρία του χώρου, τα υλικά και τα φωτιστικά.

7.1. Αρχεία γεωμετρίας χώρου

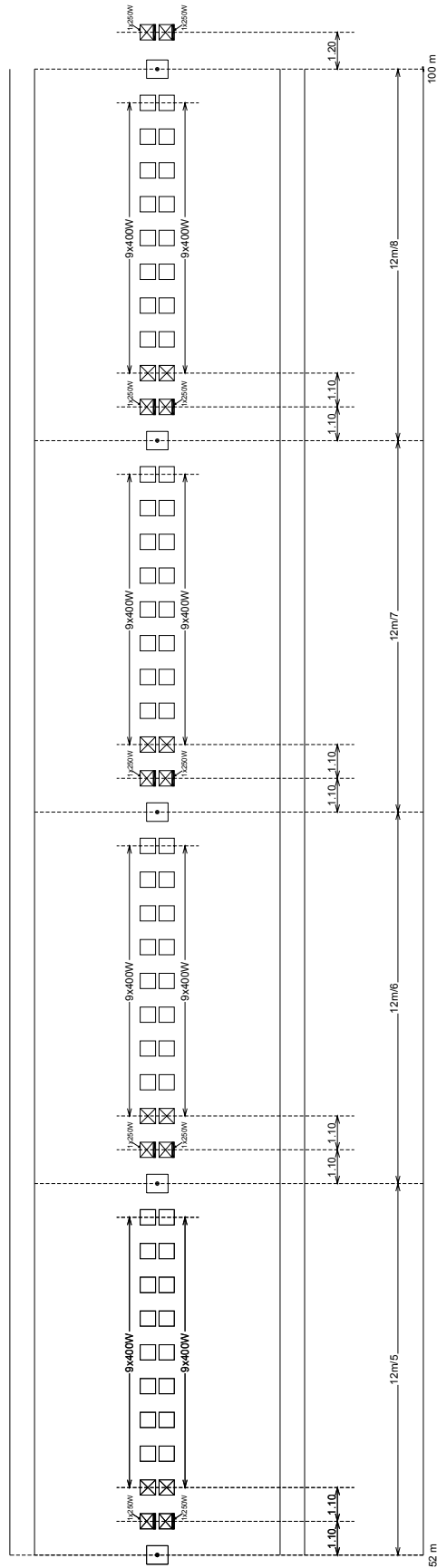
Με βάση την τομή και την κάτοψη που παρουσιάζονται στις εικόνες 7.1 και 7.2 αντίστοιχα δημιουργούνται τα αρχεία που έπονται.



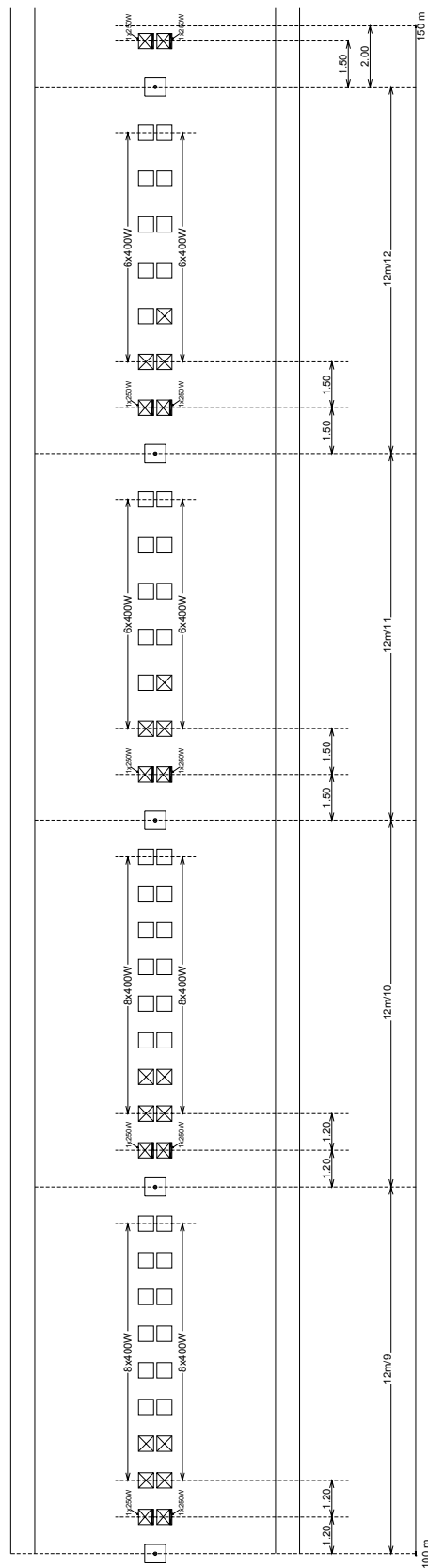
Εικ. 7.1 : Τομή σήραγγας



Εικ. 7.2α : Κάτοψη σήραγγας – Τμήμα 1



Εικ. 7.2β : Κάτοψη σήραγγας – Τμήμα 2



Εικ. 7.2γ : Κάτοψη σήραγγας – Τμήμα 3

7.1.1. dashed_white.rad (διακεκομμένη λωρίδα οδοστρώματος)

Πρόκειται για μία ορθογώνια επιφάνεια με πλάτος 0,2 μέτρα και μήκος 2,0 μέτρα. Το ορθογώνιο έχει οριστεί με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι συμμετρικό ως προς τον y άξονα. Ο όρος white paint αποτελεί το άσπρο χρώμα της επιφάνειας και περιέχεται στο αρχείο υλικών.

```
white_paint polygon lane_dash
0
0
12 -.1 0 0
    .1 0 0
    .1 2 0
    -.1 2 0
```

7.1.2. solid_white.rad (ενιαία λωρίδα οδοστρώματος)

Είναι μία ορθογώνια επιφάνεια με πλάτος 0,2 μέτρα και μήκος 250,0 μέτρα. Ομοίως με το προηγούμενο αρχείο το ορθογώνιο έχει οριστεί με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι συμμετρικό ως προς τον y άξονα και ο όρος white paint αποτελεί το άσπρο χρώμα της επιφάνειας.

```
white_paint polygon lea
0
0
12 -.1 0 0
    .1 0 0
    .1 250 0
    -.1 250 0
```

7.1.3. tunnel.rad

Το αρχείο αυτό περιέχει τις ακόλουθες γεωμετρίες :

α) Οδόστρωμα : Αποτελείται από μία ορθογώνια επιφάνεια μήκους 250,0 μέτρων και πλάτους 8,0 μέτρων. Το υλικό της ορίζεται με το όνομα road στο αρχείο υλικών.

```

road polygon pave_surf
0
0
12 0 -50 0
    8 -50 0
    8 200 0
    0 200 0

```

β) Σήραγγα :

Αποτελείται από δύο κυλινδρικές επιφάνειες, μία εσωτερική και μία εξωτερική, καθώς και δύο κυκλικούς δακτυλίους, έναν στο μπροστινό και έναν στο πίσω μέρος της σήραγγας. Το υλικό της ορίζεται με το όνομα concrete (σκυρόδεμα).

Εσωτερικός κύλινδρος :

Ξεκινάει από το σημείο (4,0,2) και καταλήγει στο σημείο (4,150,2) και έχει ακτίνα 5,25 μέτρα. Ο άξονάς του, δηλαδή βρίσκεται 2,0 μέτρα πάνω από το μέσο του οδοστρώματος.

```

concrete tube eswteriko
0
0
7 4 0 2
    4 150 2
    5.25

```

Εξωτερικός κύλινδρος :

Ομοίως ξεκινάει από το σημείο (4,0,2) και καταλήγει στο σημείο (4,150,2) και έχει ακτίνα 6,25 μέτρα.

```

concrete tube exwteriko
0
0
7 4 0 2
    4 150 2
    6.25

```

Κυκλικός δακτύλιος στην είσοδο της σήραγγας :

Το κέντρο τοποθετείται στο σημείο (4,0,2) και έχει εσωτερική ακτίνα 5,25 μέτρα και εξωτερική ακτίνα 6,25 μέτρα. Έχει προσανατολισμό προς τον y άξονα.

```
concrete ring prosopsi
0
0
8 4 0 2
0 1 0
5.25 6.25
```

Κυκλικός δακτύλιος στην έξοδο της σήραγγας :

Το κέντρο του τοποθετείται στο σημείο (4,150,2), έχει εσωτερική ακτίνα 5,25 μέτρα και εξωτερική ακτίνα 6,25 μέτρα. Ομοίως έχει προσανατολισμό προς τον y άξονα.

```
concrete ring pswopsi
0
0
8 4 150 2
0 1 0
5.25 6.25
```

γ) Περιοχή (από τσιμέντο) μεταξύ οδοστρώματος και πεζοδρομίου :

Αριστερά του δρόμου :

Αποτελείται από μία ορθογώνια επιφάνεια πλάτους 0,25 μέτρων και μήκους 250,0 μέτρων. Τοποθετείται αριστερά του οδοστρώματος στη θέση $x=-0,25$ και το υλικό είναι τύπου concrete.

```
concrete polygon aristera
0
0
12 -0.25 -50 0
0 -50 0
0 200 0
-0.25 200 0
```

Δεξιά του δρόμου :

Η ίδια επιφάνεια τοποθετείται δεξιά του οδοστρώματος στη θέση $x=8$.

```
concrete polygon dexia
0
0
12 8      -50  0
    8.25 -50  0
    8.25 200  0
    8     200  0
```

δ) Πεζοδρόμιο

Τοποθετείται πεζοδρόμιο δεξιά και αριστερά του δρόμου που συνεχίζεται και στο εσωτερικό της σήραγγας καθώς και στον εξωτερικό χώρο της. Μοντελοποιείται με ένα ορθογώνιο παραλληλεπίπεδο με μήκος 250 μέτρα, πλάτος 2 μέτρα και ύψος 0,2 μέτρα. Χρησιμοποιείται και εδώ το υλικό concrete.

Το ορθογώνιο παραλληλεπίπεδο κατασκευάζεται με την εντολή genbox. Στην εντολή αυτή εισάγουμε τις διαστάσεις του παραλληλεπιπέδου και ορίζουμε το υλικό. Επίσης αμέσως μετά την genbox ακολουθεί η εντολή xform η οποία τοποθετεί το αντικείμενο που δημιουργήθηκε σε κάποιο σημείο που ορίζουμε.

Πεζοδρόμιο αριστερά του οδοστρώματος :

```
!genbox concrete curb1 2 250 .2 | xform -e -t -2.25 -50 0
```

Η xform τοποθετεί την κορυφή (0,0,0) του ορθογώνιου παραλληλεπιπέδου στο σημείο (-2.25, -50, 0).

Πεζοδρόμιο αριστερά του οδοστρώματος :

```
!genbox concrete curb2 2 250 .2 | xform -e -t 8.25 -50 0
```

Η xform τοποθετεί την κορυφή (0,0,0) του ορθογώνιου παραλληλεπιπέδου στο σημείο (8.25, -50, 0).

ε) Λωρίδες οδοστρώματος

Η ενιαία και η διακεκομμένη λωρίδα έχουν οριστεί στα ξεχωριστά αρχεία `solid_white.rad` και `dashed_white.rad` αντίστοιχα. Χρησιμοποιούμε την εντολή `xform` για να εισάγουμε τα αρχεία αυτά και να τα τοποθετήσουμε στο επιθυμητό σημείο του χώρου.

Ενιαία λωρίδα αριστερά του οδοστρώματος η οποία τοποθετείται στο σημείο $(0.25, -50, 0.001)$:

```
!xform -e -t 0.25 -50 .001 solid_white.rad
```

Η κατηγομένη z λαμβάνεται ίση με 0.001 ώστε να μην συμπίπτει η λωρίδα με το οδόστρωμα.

Ενιαία λωρίδα δεξιά του οδοστρώματος η οποία τοποθετείται στο σημείο $(7.75, -50, 0.001)$:

```
!xform -e -t 7.75 -50 .001 solid_white.rad
```

Διακεκομμένη λωρίδα :

```
!xform -e -t 4 -50 .001 -a 50 -t 0 5 0 dashed_white.rad
```

Η `xform` αναλαμβάνει να τοποθετήσει 50 λωρίδες (παράμετρος `-a`) με απόσταση 5,0 μέτρα (παράμετρος `-t 0 5 0`) μεταξύ των ίδιων πλευρών στο μέσον του οδοστρώματος και συγκεκριμένα την πρώτη λωρίδα στο σημείο $(4, -50, 0.001)$.

στ) Περιβάλλοντας χώρος

Ο χώρος που περιβάλλει τη σήραγγα καθώς και το εξωτερικό οδόστρωμα συμπληρώνονται με δύο επιφάνειες που αναπαριστούν χώρο με γρασίδι. Πρόκειται για δύο ορθογώνια παραλληλόγραμμα με μήκος 20,0 μέτρα και πλάτος 250,0 μέτρα. Το υλικό τους δηλώνεται με τον όρο `grass`.

Αριστερά της σήραγγας και του οδοστρώματος :

```
grass polygon lawn1
0
0
12 -2.25 -50 0.2
    -2.25 200 0.2
    -22.25 200 0.2
    -22.25 -50 0.2
```

Δεξιά της σήραγγας και του οδοστρώματος :

```
grass polygon lawn2
0
0
12 10.25 -50 0.2
    10.25 200 0.2
    30.25 200 0.2
    30.25 -50 0.2
```

7.2. Αρχεία Υλικών

7.2.1. materials.rad

Υλικό οδοστρώματος κατά τα πρότυπα της CIE [19] :

Χρησιμοποιώντας τα δεδομένα από το αρχείο r-Table_R3.data μέσω υπολογισμών που γίνονται από το αρχείο r-Table.cal υπολογίζονται οι τιμές refl, alfa, beta και gamma (πληρέστερη αναφορά για τα αρχεία .data και .cal θα ακολουθήσει παρακάτω). Ο όρος plasdata είναι υλικό παρόμοιο με το plastic αλλά δέχεται δεδομένα από εξωτερικά αρχεία. Τα παραπάνω αρχεία προσθέτουν τις κατάλληλες ιδιότητες ανακλαστικότητας. Επίσης επιλέγεται το γκρι χρώμα με R, G, B = 0.07.

```
void plasdata road
6 refl r-Table_R3.data r-Table.cal alfa gamma beta
0
4 .07 .07 .07 1
```


Υλικό για επιφάνειες φτιαγμένες από σκυρόδεμα (σήραγγα, πεζοδρόμιο) :

Τύπου plastic με χρώμα πιο ανοιχτό γκρι από εκείνο του δρόμου.

```
void plastic concrete
```

```
0
```

```
0
```

```
5 .14 .14 .14 0 0
```

Υλικό λωρίδων :

Τύπου plastic με χρώμα λευκό (R,G,B=0,7).

```
void plastic white_paint
```

```
0
```

```
0
```

```
5 .7 .7 .7 0 0
```

Υλικό για επιφάνεια που αναπαριστά το γρασίδι :

Τύπου plastic με χρώμα πράσινο.

```
void plastic grass
```

```
0
```

```
0
```

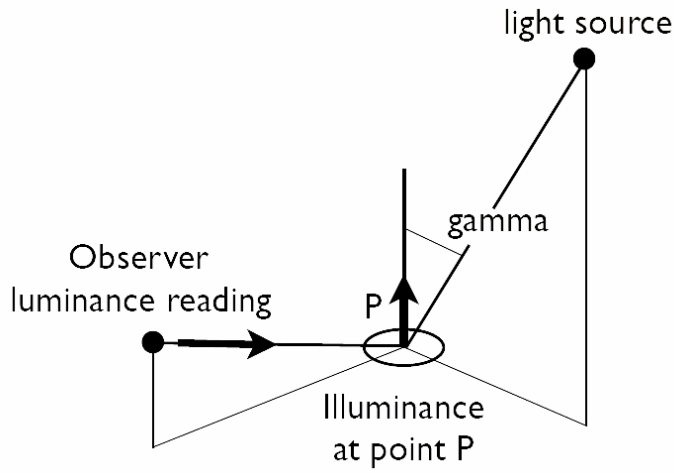
```
5 0 .1 .02 0 0
```

7.2.2. Ενσωμάτωση προτύπων CIE στο Radiance

Η επιφάνεια του οδοστρώματος είναι τυπικά μη Λαμπερτιανή. Οι ιδιότητες του περιγράφονται από τα πρότυπα CIE και παρουσιάζονται όπως αναφέρθηκε και παραπάνω μέσω πινάκων (r-tables). Το Radiance έχει τη δυνατότητα να ενσωματώσει αυτές τις ιδιότητες καθώς είναι το πιο παραμετροποιήσιμο πρόγραμμα προσομοίωσης φωτισμού.

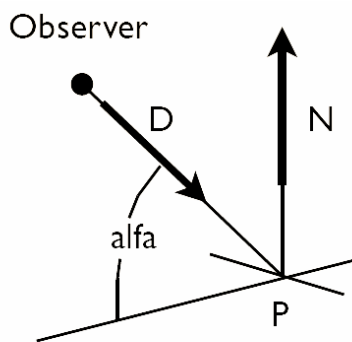
Χρησιμοποιώντας τις ανηγμένες τιμές του συντελεστή λαμπρότητας των r-tables και υπολογίζοντας με βάση τη θέση του παρατηρητή τις γωνίες α , β και γ που φαίνονται από τα παρακάτω σχήματα, βρίσκουμε τελικά την τιμή της ανακλαστικότητας του σημείου του οδοστρώματος που κοιτάζει ο παρατηρητής. [19]

Θέση παρατηρητή και σημείου παρατήρησης :



Εικ.7.1 : [19]

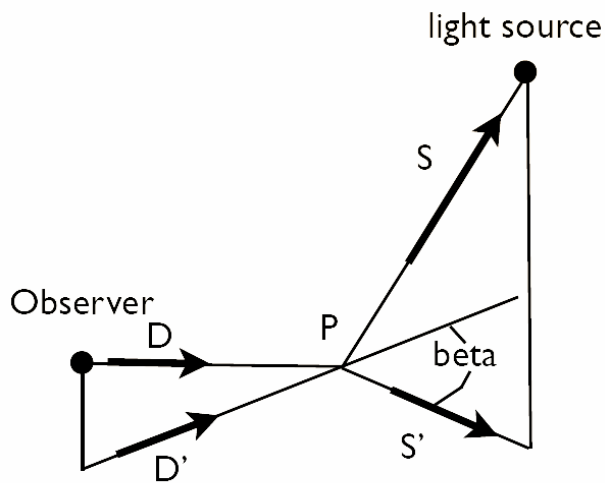
Υπολογισμός γωνίας α :



Εικ.7.2 : [19]

$$[1] \alpha = \arcsin(-\vec{D} \cdot \vec{N})$$

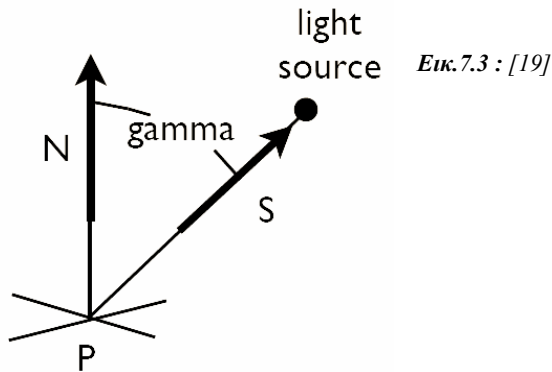
Υπολογισμός γωνίας β :



Εικ.7.3 : [19]

$$[2] \beta = \arccos(\vec{D}' \cdot \vec{S}')$$

Υπολογισμός γωνίας γ :



$$[3] \gamma = \arccos(\vec{N} \cdot \vec{S})$$

Από τα παραπάνω σχήματα προκύπτουν οι συναρτήσεις που ακολουθούν και αποτελούν το αρχείο r-Table.cal [19] :

$$\text{alfa}(x, y, z) = (180/3.14159265) * \text{Asin}(-Dx * Nx - Dy * Ny - Dz * Nz) ;$$

$$\text{beta}(x, y, z) = \text{if}(\text{sqrt}(x^2 + y^2), (180/3.14159265) * \text{Acos}((x/\text{sqrt}(x^2 + y^2)) * (Dx/\text{sqrt}(Dx^2 + Dy^2)) + (y/\text{sqrt}(x^2 + y^2)) * (Dy/\text{sqrt}(Dx^2 + Dy^2))), 0) ;$$

$$\text{gamma}(x, y, z) = (180/3.14159265) * \text{Acos}(x * Nx + y * Ny + z * Nz) ;$$

$$\text{refl}(v, x, y, z) = \text{if}((x * Nx + y * Ny + z * Nz), v / (100000 * (x * Nx + y * Ny + z * Nz)^3), 0) ;$$

Τα διανύσματα που περιέχονται στους υπολογισμούς είναι ήδη ορισμένα στο Radiance.

Για οποιαδήποτε θέση παρατήρησης γίνονται οι υπολογισμοί, με βάση τις συντεταγμένες των διανυσμάτων, των γωνιών και της τιμής της ανακλαστικότητας του οδοστρώματος μέσω του r-table που περιέχεται στο αρχείο r-table.data.

Υπενθυμίζεται ότι τα r-tables ισχύουν για μία μόνο θέση παρατήρησης, για γωνία δηλαδή $\alpha=1^\circ$.

Η δομή του αρχείου r-table.data είναι η ακόλουθη [19] :

```
3      number of variables
0 0 n   first variable (alfa)
..... n values
0 0 29  second variable (beta)
..... 29 values
0 0 20  third variable (gamma)
..... 20 values
data
```

Το αρχείο που χρησιμοποιήθηκε για την προσομοίωση είναι το r-Table_R3.data για οδόστρωμα τύπου R3 :

2

0 0 29

0.00 14.04 26.57 36.87 45.00 51.34 56.31 60.26 63.43 68.20 71.57 74.05 75.96 77.47
78.69 79.70 80.54 81.25 81.87 82.41 82.87 83.29 83.66 83.99 84.29 84.56 84.81 85.03
85.24

0 0 20

0 2 5 10 15 20 25 30 35 40 45 60 75 90 105 120 135 150 165 180

294
326 326 321 321 317 312 308 308 303 298 294 280 271 262 258 253 249 244 240 240
344 344 339 339 326 317 308 298 289 276 262 235 217 204 199 199 199 199 194 194
357 353 353 339 321 303 285 267 244 222 204 176 158 149 149 149 145 136 136 140
362 362 352 326 276 249 226 204 181 158 140 118 104 100 100 100 100 100 100 100
357 357 348 298 244 208 176 154 136 118 104 83 73 70 71 74 77 77 77 78
353 348 326 267 217 176 145 117 100 86 78 72 60 57 58 60 60 60 61 62
339 335 303 231 172 127 104 89 79 70 62 51 45 44 45 46 45 45 46 47
326 321 280 190 136 100 82 71 62 54 48 39 34 34 34 35 36 36 37 38
289 280 222 127 86 65 54 44 38 34 25 23 22 23 24 24 24 24 24 25

253 235 163 85 53 38 31 25 23 20 18 15 15 14 15 15 16 16 17 17
 217 194 122 60 35 25 22 19 16 15 13 9.9 9 9 9.9 11 11 12 12 13
 190 163 90 43 26 20 16 14 12 9.9 9 7.4 7 7.1 7.5 8.3 8.7 9 9.9
 163 136 73 31 20 15 12 9.9 9 8.3 7.7 5.4 4.8 4.9 5.4 6.1 7 7.7 8.3 8.5
 145 109 60 24 16 12 9 8.2 7.7 6.8 6.1 4.3 3.2 3.3 3.7 4.3 5.2 6.5 6.9 7.1
 127 94 47 18 14 9.9 7.7 6.9 6.1 5.7 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
 113 77 36 15 11 9 8 6.5 5.1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
 104 68 30 11 8.3 6.4 5.1 4.3 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
 95 60 24 8.5 6.5 5.2 4.3 3.4 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
 87 53 21 7.1 5.3 4.4 3.6 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
 83 47 17 6.1 4.4 3.6 3.1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
 78 42 15 5.2 3.7 3.1 2.6 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
 73 38 12 4.3 3.2 2.4 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
 69 34 9.9 3.8 3.5 2.2 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
 65 32 9 3.3 2.4 2 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
 62 29 8 3 2.1 1.9 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
 59 26 7.1 2.6 1.9 1.8 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
 56 24 6.3 2.4 1.8 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
 53 22 5.6 2.1 1.8 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

7.3. Αρχεία Φωτιστικών

7.3.1. Μετατροπή αρχείων IES σε δομή Radiance

Όπως αναφέρθηκε στο Κεφάλαιο 1 στην εισαγωγή στο Radiance υπάρχει η εντολή `ies2rad` για την μετατροπή των αρχείων IESNA LM-63-1995 σε μορφή αναγνώσιμη από το Radiance.

Γράφοντας την εντολή `ies2rad -dm 150W.ies`, παίρνουμε τα αρχεία `150W.rad` και `150W.dat`.

Ομοίως με την εντολή `ies2rad -dm 250W.ies` παίρνουμε τα αρχεία `250W.rad` και `250W.dat` και με την εντολή `ies2rad -dm 400W.ies` παίρνουμε τα αρχεία `400W.rad` και `400W.dat`.

Τα αρχεία τύπου `.rad` περιέχουν την γεωμετρία των φωτιστικών ενώ τα αρχεία τύπου `.dat` περιέχουν τα φωτομετρικά δεδομένα.

7.3.1.1. Αρχείο 150W.rad

```
# ies2rad -dm
# Dimensions in meters
#<IESNA:LM-63-1995
#<[LAMP] HIGH PRESSURE SODIUM
# CIE(x,y) = (0.519000,0.418000)
# Depreciation = 90.0%
# 150 watt luminaire, lamp*ballast factor = 1

void brightdata 150W_dist
5 boxcorr 150W.dat source.cal src_phi src_theta
0
4 17.5 0.38 0.71 0.19

150W_dist light 150W_light
0
0
3 1.76264 0.644225 0.0164348

150W_light polygon 150W.d
0
0
12  -0.19  -0.355  -0.095
    -0.19   0.355  -0.095
        0.19   0.355  -0.095
        0.19  -0.355  -0.095
```

150W_light polygon 150W.u

0

0

12	-0.19	-0.355	0.095
	0.19	-0.355	0.095
	0.19	0.355	0.095
	-0.19	0.355	0.095

150W_light polygon 150W.1

0

0

12	-0.19	-0.355	-0.095
	0.19	-0.355	-0.095
	0.19	-0.355	0.095
	-0.19	-0.355	0.095

150W_light polygon 150W.2

0

0

12	0.19	-0.355	-0.095
	0.19	0.355	-0.095
	0.19	0.355	0.095
	0.19	-0.355	0.095

150W_light polygon 150W.3

0

0

12	0.19	0.355	-0.095
	-0.19	0.355	-0.095
	-0.19	0.355	0.095
	0.19	0.355	0.095

```
150W_light polygon 150W.4
0
0
12   -0.19   0.355   -0.095
      -0.19  -0.355   -0.095
      -0.19  -0.355    0.095
      -0.19   0.355    0.095
```

Το αρχείο 150W.dat παρατίθεται στο Παράρτημα Π9.

7.3.1.2. Αρχείο 250W.rad

```
# ies2rad -dm
# Dimensions in meters
#<IESNA:LM-63-1995
#<[LAMP] HIGH PRESSURE SODIUM
# CIE(x,y) = (0.519000,0.418000)
# Depreciation = 90.0%
# 250 watt luminaire, lamp*ballast factor = 1

void brightdata 250W_dist
5 boxcorr 250W.dat source.cal src_phi src_theta
0
4 33.2 0.63 0.545 0.19

250W_dist light 250W_light
0
0
3 1.76264 0.644225 0.0164348

250W_light polygon 250W.d
0
0
12   -0.315   -0.2725   -0.095
      -0.315    0.2725   -0.095
       0.315    0.2725   -0.095
       0.315   -0.2725   -0.095
```


250W_light polygon 250W.u

0

0

12	-0.315	-0.2725	0.095
	0.315	-0.2725	0.095
	0.315	0.2725	0.095
	-0.315	0.2725	0.095

250W_light polygon 250W.1

0

0

12	-0.315	-0.2725	-0.095
	0.315	-0.2725	-0.095
	0.315	-0.2725	0.095
	-0.315	-0.2725	0.095

250W_light polygon 250W.2

0

0

12	0.315	-0.2725	-0.095
	0.315	0.2725	-0.095
	0.315	0.2725	0.095
	0.315	-0.2725	0.095

250W_light polygon 250W.3

0

0

12	0.315	0.2725	-0.095
	-0.315	0.2725	-0.095
	-0.315	0.2725	0.095
	0.315	0.2725	0.095

```

250W_light polygon 250W.4
0
0
12   -0.315      0.2725   -0.095
      -0.315     -0.2725   -0.095
      -0.315     -0.2725    0.095
      -0.315     0.2725    0.095

```

Το αρχείο 250W.dat παρατίθεται στο Παράρτημα Π11.

7.3.1.3. Αρχείο 400W.rad

```

# ies2rad -dm
# Dimensions in meters
#<IESNA:LM-63-1995
#<[LAMP] HIGH PRESSURE SODIUM
# CIE(x,y) = (0.519000,0.418000)
# Depreciation = 90.0%
# 400 watt luminaire, lamp*ballast factor = 1

void brightdata 400W_dist
5 boxcorr 400W.dat source.cal src_phi src_theta
0
4 56.5 0.625 0.545 0.19

400W_dist light 400W_light
0
0
3 1.76264 0.644225 0.0164348

400W_light polygon 400W.d
0
0
12   -0.3125     -0.2725   -0.095
      -0.3125     0.2725   -0.095
       0.3125     0.2725   -0.095
       0.3125    -0.2725   -0.095

```

```
400W_light polygon 400W.u
0
0
12  -0.3125  -0.2725  0.095
     0.3125  -0.2725  0.095
     0.3125   0.2725  0.095
     -0.3125  0.2725  0.095
```

```
400W_light polygon 400W.1
0
0
12  -0.3125  -0.2725  -0.095
     0.3125  -0.2725  -0.095
     0.3125  -0.2725   0.095
     -0.3125  -0.2725   0.095
```

```
400W_light polygon 400W.2
0
0
12   0.3125  -0.2725  -0.095
     0.3125   0.2725  -0.095
     0.3125   0.2725   0.095
     0.3125  -0.2725   0.095
```

```
400W_light polygon 400W.3
0
0
1   0.3125   0.2725  -0.095
   -0.3125   0.2725  -0.095
   -0.3125   0.2725   0.095
    0.3125   0.2725   0.095
```

```

400W_light polygon 400W.4
0
0
12  -0.3125    0.2725   -0.095
    -0.3125   -0.2725   -0.095
    -0.3125   -0.2725    0.095
    -0.3125    0.2725    0.095

```

Το αρχείο 400W.dat παρατίθεται στο Παράρτημα Π13.

7.3.2. Κατανομή Φωτιστικών

Η κατανομή των φωτιστικών γίνεται με βάση κατανομές σε ήδη υπάρχουσες σήραγγες. Υπάρχουν 13 φωτιστικά τύπου A (150W) μονίμως αναμμένα και φωτιστικά τύπου B (400W) και C (250W) σύμφωνα με τα στάδια που παρουσιάζονται παρακάτω στον πίνακα 7.1. Το κάθε στάδιο τίθεται σε λειτουργία ανάλογα με τα επίπεδα του φωτισμού έξω από τη σήραγγα.

Πίνακας 7.1 : Αριθμός φωτιστικών ανά στάδιο.

Switching Mode	Τύπος Φωτιστικού			Ισχύς (KWatt)
	A	B	C	
Stage 6	13	200	26	85,2
Stage 5	13	132	26	58,0
Stage 4	13	78	26	36,4
Stage 3	13	34	26	18,8
Stage 2	13	12	26	10,0
Stage 1	13	0	13	5,20
Night	13	0	0	1,95

Τα φωτιστικά κατανέμονται σε ομάδες (sections). Υπάρχουν 12 ομάδες όπου η κάθε μία καλύπτει μία απόσταση 12 μέτρων καθώς και μία 13η ομάδα που αποτελείται από δύο μόνο φωτιστικά τύπου C. Στον πίνακα 7.2 παρουσιάζονται τα φωτιστικά ανά section.

Πίνακας 7.2 : Φωτιστικά ανά section.

Arrangement	Τύπος Φωτιστικού			Ισχύς (KWatt)
	A	B	C	
NIGHT	13	0	0	1,95
Section N-I/1	0	18	2	7,7
Section N-I/2	0	18	2	7,7
Section N-I/3	0	18	2	7,7
Section N-I/4	0	18	2	7,7
Section N-I/5	0	18	2	7,7
Section N-I/6	0	18	2	7,7
Section N-I/7	0	18	2	7,7
Section N-I/8	0	18	2	7,7
Section N-IIa/9	0	16	2	6,9
Section N-IIa/10	0	16	2	6,9
Section N-IIb/11	0	12	2	5,3
Section N-IIb/12	0	12	2	5,3
Section N-IIb/13	0	0	2	0,5

Ακολουθεί ο πίνακας 7.3 με βάση τον οποίον δημιουργήθηκαν τα αρχεία που χρησιμοποιήθηκαν στο Radiance σύμφωνα με τα σχέδια της σήραγγας για κάθε Stage.

Χρησιμοποιήθηκαν επίσης και τρία ενδιάμεσα αρχεία, lumA.rad, lumB.rad και lumC.rad τα οποία περιστρέφουν τα φωτιστικά από τα αρχεία 150W.rad, 400W.rad και 250.rad κατά 90° έτσι ώστε τα επίπεδα C0-C180 να είναι παράλληλα με το οδόστρωμα.

Αρχείο lumA.rad

```
!xform -e -rz 90 150W.rad
```

Αρχείο lumB.rad

```
!xform -e -rz 90 400W.rad
```

Αρχείο lumC.rad

```
!xform -e -rz 90 250W.rad
```

Πίνακας 7.3 : Κατανομή Φωτιστικών

Code	Position			Arrangement	Switching Modes						
	X(m)	Y(m)	Z(m)		1	2	3	4	5	6	7
A	4	4	5,595	NIGHT	+	+	+	+	+	+	+
A	4	16	5,595	NIGHT	+	+	+	+	+	+	+
A	4	28	5,595	NIGHT	+	+	+	+	+	+	+
A	4	40	5,595	NIGHT	+	+	+	+	+	+	+
A	4	52	5,595	NIGHT	+	+	+	+	+	+	+
A	4	64	5,595	NIGHT	+	+	+	+	+	+	+
A	4	76	5,595	NIGHT	+	+	+	+	+	+	+
A	4	88	5,595	NIGHT	+	+	+	+	+	+	+
A	4	100	5,595	NIGHT	+	+	+	+	+	+	+
A	4	112	5,595	NIGHT	+	+	+	+	+	+	+
A	4	124	5,595	NIGHT	+	+	+	+	+	+	+
A	4	136	5,595	NIGHT	+	+	+	+	+	+	+
A	4	148	5,595	NIGHT	+	+	+	+	+	+	+
C	3,6	5,1	5,595	Section N-I/1	+	+	+	+	+	-	-
B	3,6	6,2	5,595	Section N-I/1	+	+	+	+	-	-	-
B	3,6	7,3	5,595	Section N-I/1	+	+	+	-	-	-	-
B	3,6	8,4	5,595	Section N-I/1	+	+	+	-	-	-	-
B	3,6	9,5	5,595	Section N-I/1	+	+	-	-	-	-	-
B	3,6	10,6	5,595	Section N-I/1	+	+	-	-	-	-	-
B	3,6	11,7	5,595	Section N-I/1	+	+	-	-	-	-	-
B	3,6	12,8	5,595	Section N-I/1	+	-	-	-	-	-	-
B	3,6	13,9	5,595	Section N-I/1	+	-	-	-	-	-	-
B	3,6	15	5,595	Section N-I/1	+	-	-	-	-	-	-
C	4,4	5,1	5,595	Section N-I/1	+	+	+	+	+	+	-
B	4,4	6,2	5,595	Section N-I/1	+	+	+	+	+	-	-
B	4,4	7,3	5,595	Section N-I/1	+	+	+	+	-	-	-
B	4,4	8,4	5,595	Section N-I/1	+	+	+	-	-	-	-
B	4,4	9,5	5,595	Section N-I/1	+	+	+	-	-	-	-
B	4,4	10,6	5,595	Section N-I/1	+	+	-	-	-	-	-
B	4,4	11,7	5,595	Section N-I/1	+	+	-	-	-	-	-
B	4,4	12,8	5,595	Section N-I/1	+	-	-	-	-	-	-
B	4,4	13,9	5,595	Section N-I/1	+	-	-	-	-	-	-
B	4,4	15	5,595	Section N-I/1	+	-	-	-	-	-	-
C	3,6	17,1	5,595	Section N-I/2	+	+	+	+	+	-	-
B	3,6	18,2	5,595	Section N-I/2	+	+	+	+	-	-	-
B	3,6	19,3	5,595	Section N-I/2	+	+	+	-	-	-	-
B	3,6	20,4	5,595	Section N-I/2	+	+	+	-	-	-	-
B	3,6	21,5	5,595	Section N-I/2	+	+	-	-	-	-	-
B	3,6	22,6	5,595	Section N-I/2	+	+	-	-	-	-	-

Code	Position			Arrangement	Switching Modes						
	X(m)	Y(m)	Z(m)		1	2	3	4	5	6	7
B	3,6	23,7	5,595	Section N-I/2	+	+	-	-	-	-	-
B	3,6	24,8	5,595	Section N-I/2	+	-	-	-	-	-	-
B	3,6	25,9	5,595	Section N-I/2	+	-	-	-	-	-	-
B	3,6	27	5,595	Section N-I/2	+	-	-	-	-	-	-
C	4,4	17,1	5,595	Section N-I/2	+	+	+	+	+	+	-
B	4,4	18,2	5,595	Section N-I/2	+	+	+	+	+	-	-
B	4,4	19,3	5,595	Section N-I/2	+	+	+	+	-	-	-
B	4,4	20,4	5,595	Section N-I/2	+	+	+	-	-	-	-
B	4,4	21,5	5,595	Section N-I/2	+	+	+	-	-	-	-
B	4,4	22,6	5,595	Section N-I/2	+	+	-	-	-	-	-
B	4,4	23,7	5,595	Section N-I/2	+	+	-	-	-	-	-
B	4,4	24,8	5,595	Section N-I/2	+	-	-	-	-	-	-
B	4,4	25,9	5,595	Section N-I/2	+	-	-	-	-	-	-
B	4,4	27	5,595	Section N-I/2	+	-	-	-	-	-	-
C	3,6	29,1	5,595	Section N-I/3	+	+	+	+	+	-	-
B	3,6	30,2	5,595	Section N-I/3	+	+	+	+	-	-	-
B	3,6	31,3	5,595	Section N-I/3	+	+	+	-	-	-	-
B	3,6	32,4	5,595	Section N-I/3	+	+	+	-	-	-	-
B	3,6	33,5	5,595	Section N-I/3	+	+	-	-	-	-	-
B	3,6	34,6	5,595	Section N-I/3	+	+	-	-	-	-	-
B	3,6	35,7	5,595	Section N-I/3	+	+	-	-	-	-	-
B	3,6	36,8	5,595	Section N-I/3	+	-	-	-	-	-	-
B	3,6	37,9	5,595	Section N-I/3	+	-	-	-	-	-	-
B	3,6	39	5,595	Section N-I/3	+	-	-	-	-	-	-
C	4,4	29,1	5,595	Section N-I/3	+	+	+	+	+	+	-
B	4,4	30,2	5,595	Section N-I/3	+	+	+	+	+	-	-
B	4,4	31,3	5,595	Section N-I/3	+	+	+	+	-	-	-
B	4,4	32,4	5,595	Section N-I/3	+	+	+	-	-	-	-
B	4,4	33,5	5,595	Section N-I/3	+	+	+	-	-	-	-
B	4,4	34,6	5,595	Section N-I/3	+	+	-	-	-	-	-
B	4,4	35,7	5,595	Section N-I/3	+	+	-	-	-	-	-
B	4,4	36,8	5,595	Section N-I/3	+	-	-	-	-	-	-
B	4,4	37,9	5,595	Section N-I/3	+	-	-	-	-	-	-
B	4,4	39	5,595	Section N-I/3	+	-	-	-	-	-	-
C	3,6	41,1	5,595	Section N-I/4	+	+	+	+	+	-	-
B	3,6	42,2	5,595	Section N-I/4	+	+	+	+	-	-	-
B	3,6	43,3	5,595	Section N-I/4	+	+	+	-	-	-	-
B	3,6	44,4	5,595	Section N-I/4	+	+	+	-	-	-	-
B	3,6	45,5	5,595	Section N-I/4	+	+	-	-	-	-	-
B	3,6	46,6	5,595	Section N-I/4	+	+	-	-	-	-	-

Code	Position			Arrangement	Switching Modes						
	X(m)	Y(m)	Z(m)		1	2	3	4	5	6	7
B	3,6	47,7	5,595	Section N-I/4	+	+	-	-	-	-	-
B	3,6	48,8	5,595	Section N-I/4	+	-	-	-	-	-	-
B	3,6	49,9	5,595	Section N-I/4	+	-	-	-	-	-	-
B	3,6	51	5,595	Section N-I/4	+	-	-	-	-	-	-
C	4,4	41,1	5,595	Section N-I/4	+	+	+	+	+	+	-
B	4,4	42,2	5,595	Section N-I/4	+	+	+	+	+	-	-
B	4,4	43,3	5,595	Section N-I/4	+	+	+	+	-	-	-
B	4,4	44,4	5,595	Section N-I/4	+	+	+	-	-	-	-
B	4,4	45,5	5,595	Section N-I/4	+	+	+	-	-	-	-
B	4,4	46,6	5,595	Section N-I/4	+	+	-	-	-	-	-
B	4,4	47,7	5,595	Section N-I/4	+	+	-	-	-	-	-
B	4,4	48,8	5,595	Section N-I/4	+	-	-	-	-	-	-
B	4,4	49,9	5,595	Section N-I/4	+	-	-	-	-	-	-
B	4,4	51	5,595	Section N-I/4	+	-	-	-	-	-	-
C	3,6	53,1	5,595	Section N-I/5	+	+	+	+	+	-	-
B	3,6	54,2	5,595	Section N-I/5	+	+	+	+	-	-	-
B	3,6	55,3	5,595	Section N-I/5	+	+	+	-	-	-	-
B	3,6	56,4	5,595	Section N-I/5	+	+	+	-	-	-	-
B	3,6	57,5	5,595	Section N-I/5	+	+	-	-	-	-	-
B	3,6	58,6	5,595	Section N-I/5	+	+	-	-	-	-	-
B	3,6	59,7	5,595	Section N-I/5	+	+	-	-	-	-	-
B	3,6	60,8	5,595	Section N-I/5	+	-	-	-	-	-	-
B	3,6	61,9	5,595	Section N-I/5	+	-	-	-	-	-	-
B	3,6	63	5,595	Section N-I/5	+	-	-	-	-	-	-
C	4,4	53,1	5,595	Section N-I/5	+	+	+	+	+	+	-
B	4,4	54,2	5,595	Section N-I/5	+	+	+	+	+	-	-
B	4,4	55,3	5,595	Section N-I/5	+	+	+	+	-	-	-
B	4,4	56,4	5,595	Section N-I/5	+	+	+	-	-	-	-
B	4,4	57,5	5,595	Section N-I/5	+	+	+	-	-	-	-
B	4,4	58,6	5,595	Section N-I/5	+	+	-	-	-	-	-
B	4,4	59,7	5,595	Section N-I/5	+	+	-	-	-	-	-
B	4,4	60,8	5,595	Section N-I/5	+	-	-	-	-	-	-
B	4,4	61,9	5,595	Section N-I/5	+	-	-	-	-	-	-
B	4,4	63	5,595	Section N-I/5	+	-	-	-	-	-	-
C	3,6	65,1	5,595	Section N-I/6	+	+	+	+	+	-	-
B	3,6	66,2	5,595	Section N-I/6	+	+	+	+	-	-	-
B	3,6	67,3	5,595	Section N-I/6	+	+	+	-	-	-	-
B	3,6	68,4	5,595	Section N-I/6	+	+	+	-	-	-	-
B	3,6	69,5	5,595	Section N-I/6	+	+	-	-	-	-	-
B	3,6	70,6	5,595	Section N-I/6	+	+	-	-	-	-	-

Code	Position			Arrangement	Switching Modes						
	X(m)	Y(m)	Z(m)		1	2	3	4	5	6	7
B	3,6	71,7	5,595	Section N-I/6	+	+	-	-	-	-	-
B	3,6	72,8	5,595	Section N-I/6	+	-	-	-	-	-	-
B	3,6	73,9	5,595	Section N-I/6	+	-	-	-	-	-	-
B	3,6	75	5,595	Section N-I/6	+	-	-	-	-	-	-
C	4,4	65,1	5,595	Section N-I/6	+	+	+	+	+	+	-
B	4,4	66,2	5,595	Section N-I/6	+	+	+	+	+	-	-
B	4,4	67,3	5,595	Section N-I/6	+	+	+	+	-	-	-
B	4,4	68,4	5,595	Section N-I/6	+	+	+	-	-	-	-
B	4,4	69,5	5,595	Section N-I/6	+	+	+	-	-	-	-
B	4,4	70,6	5,595	Section N-I/6	+	+	-	-	-	-	-
B	4,4	71,7	5,595	Section N-I/6	+	+	-	-	-	-	-
B	4,4	72,8	5,595	Section N-I/6	+	-	-	-	-	-	-
B	4,4	73,9	5,595	Section N-I/6	+	-	-	-	-	-	-
B	4,4	75	5,595	Section N-I/6	+	-	-	-	-	-	-
C	3,6	77,1	5,595	Section N-I/7	+	+	+	+	+	-	-
B	3,6	78,2	5,595	Section N-I/7	+	+	+	+	-	-	-
B	3,6	79,3	5,595	Section N-I/7	+	+	+	-	-	-	-
B	3,6	80,4	5,595	Section N-I/7	+	+	+	-	-	-	-
B	3,6	81,5	5,595	Section N-I/7	+	+	-	-	-	-	-
B	3,6	82,6	5,595	Section N-I/7	+	+	-	-	-	-	-
B	3,6	83,7	5,595	Section N-I/7	+	+	-	-	-	-	-
B	3,6	84,8	5,595	Section N-I/7	+	-	-	-	-	-	-
B	3,6	85,9	5,595	Section N-I/7	+	-	-	-	-	-	-
B	3,6	87	5,595	Section N-I/7	+	-	-	-	-	-	-
C	4,4	77,1	5,595	Section N-I/7	+	+	+	+	+	+	-
B	4,4	78,2	5,595	Section N-I/7	+	+	+	+	+	-	-
B	4,4	79,3	5,595	Section N-I/7	+	+	+	+	-	-	-
B	4,4	80,4	5,595	Section N-I/7	+	+	+	-	-	-	-
B	4,4	81,5	5,595	Section N-I/7	+	+	+	-	-	-	-
B	4,4	82,6	5,595	Section N-I/7	+	+	-	-	-	-	-
B	4,4	83,7	5,595	Section N-I/7	+	+	-	-	-	-	-
B	4,4	84,8	5,595	Section N-I/7	+	-	-	-	-	-	-
B	4,4	85,9	5,595	Section N-I/7	+	-	-	-	-	-	-
B	4,4	87	5,595	Section N-I/7	+	-	-	-	-	-	-
C	3,6	89,1	5,595	Section N-I/8	+	+	+	+	+	-	-
B	3,6	90,2	5,595	Section N-I/8	+	+	+	+	-	-	-
B	3,6	91,3	5,595	Section N-I/8	+	+	+	-	-	-	-
B	3,6	92,4	5,595	Section N-I/8	+	+	+	-	-	-	-
B	3,6	93,5	5,595	Section N-I/8	+	+	-	-	-	-	-
B	3,6	94,6	5,595	Section N-I/8	+	+	-	-	-	-	-

Code	Position			Arrangement	Switching Modes						
	X(m)	Y(m)	Z(m)		1	2	3	4	5	6	7
B	3,6	95,7	5,595	Section N-I/8	+	+	-	-	-	-	-
B	3,6	96,8	5,595	Section N-I/8	+	-	-	-	-	-	-
B	3,6	97,9	5,595	Section N-I/8	+	-	-	-	-	-	-
B	3,6	99	5,595	Section N-I/8	+	-	-	-	-	-	-
C	4,4	89,1	5,595	Section N-I/8	+	+	+	+	+	+	-
B	4,4	90,2	5,595	Section N-I/8	+	+	+	+	+	-	-
B	4,4	91,3	5,595	Section N-I/8	+	+	+	+	-	-	-
B	4,4	92,4	5,595	Section N-I/8	+	+	+	-	-	-	-
B	4,4	93,5	5,595	Section N-I/8	+	+	+	-	-	-	-
B	4,4	94,6	5,595	Section N-I/8	+	+	-	-	-	-	-
B	4,4	95,7	5,595	Section N-I/8	+	+	-	-	-	-	-
B	4,4	96,8	5,595	Section N-I/8	+	-	-	-	-	-	-
B	4,4	97,9	5,595	Section N-I/8	+	-	-	-	-	-	-
B	4,4	99	5,595	Section N-I/8	+	-	-	-	-	-	-
C	3,6	101,2	5,595	Section N-IIa/9	+	+	+	+	+	-	-
B	3,6	102,4	5,595	Section N-IIa/9	+	+	+	+	-	-	-
B	3,6	103,6	5,595	Section N-IIa/9	+	+	+	-	-	-	-
B	3,6	104,8	5,595	Section N-IIa/9	+	+	+	-	-	-	-
B	3,6	106	5,595	Section N-IIa/9	+	+	-	-	-	-	-
B	3,6	107,2	5,595	Section N-IIa/9	+	+	-	-	-	-	-
B	3,6	108,4	5,595	Section N-IIa/9	+	-	-	-	-	-	-
B	3,6	109,6	5,595	Section N-IIa/9	+	-	-	-	-	-	-
B	3,6	110,8	5,595	Section N-IIa/9	+	-	-	-	-	-	-
C	4,4	101,2	5,595	Section N-IIa/9	+	+	+	+	+	+	-
B	4,4	102,4	5,595	Section N-IIa/9	+	+	+	+	+	-	-
B	4,4	103,6	5,595	Section N-IIa/9	+	+	+	+	-	-	-
B	4,4	104,8	5,595	Section N-IIa/9	+	+	+	-	-	-	-
B	4,4	106	5,595	Section N-IIa/9	+	+	-	-	-	-	-
B	4,4	107,2	5,595	Section N-IIa/9	+	+	-	-	-	-	-
B	4,4	108,4	5,595	Section N-IIa/9	+	-	-	-	-	-	-
B	4,4	109,6	5,595	Section N-IIa/9	+	-	-	-	-	-	-
B	4,4	110,8	5,595	Section N-IIa/9	+	-	-	-	-	-	-
C	3,6	113,2	5,595	Section N-IIa/10	+	+	+	+	+	-	-
B	3,6	114,4	5,595	Section N-IIa/10	+	+	+	+	-	-	-
B	3,6	115,6	5,595	Section N-IIa/10	+	+	+	-	-	-	-
B	3,6	116,8	5,595	Section N-IIa/10	+	+	+	-	-	-	-
B	3,6	118	5,595	Section N-IIa/10	+	+	-	-	-	-	-
B	3,6	119,2	5,595	Section N-IIa/10	+	+	-	-	-	-	-
B	3,6	120,4	5,595	Section N-IIa/10	+	-	-	-	-	-	-
B	3,6	121,6	5,595	Section N-IIa/10	+	-	-	-	-	-	-

Code	Position			Arrangement	Switching Modes						
	X(m)	Y(m)	Z(m)		1	2	3	4	5	6	7
B	3,6	122,8	5,595	Section N-IIa/10	+	-	-	-	-	-	-
C	4,4	113,2	5,595	Section N-IIa/10	+	+	+	+	+	+	-
B	4,4	114,4	5,595	Section N-IIa/10	+	+	+	+	+	-	-
B	4,4	115,6	5,595	Section N-IIa/10	+	+	+	+	-	-	-
B	4,4	116,8	5,595	Section N-IIa/10	+	+	+	-	-	-	-
B	4,4	118	5,595	Section N-IIa/10	+	+	-	-	-	-	-
B	4,4	119,2	5,595	Section N-IIa/10	+	+	-	-	-	-	-
B	4,4	120,4	5,595	Section N-IIa/10	+	-	-	-	-	-	-
B	4,4	121,6	5,595	Section N-IIa/10	+	-	-	-	-	-	-
B	4,4	122,8	5,595	Section N-IIa/10	+	-	-	-	-	-	-
C	3,6	125,5	5,595	Section N-IIb/11	+	+	+	+	+	-	-
B	3,6	127	5,595	Section N-IIb/11	+	+	+	+	-	-	-
B	3,6	128,5	5,595	Section N-IIb/11	+	+	+	-	-	-	-
B	3,6	130	5,595	Section N-IIb/11	+	+	-	-	-	-	-
B	3,6	131,5	5,595	Section N-IIb/11	+	+	-	-	-	-	-
B	3,6	133	5,595	Section N-IIb/11	+	-	-	-	-	-	-
B	3,6	134,5	5,595	Section N-IIb/11	+	-	-	-	-	-	-
C	4,4	125,5	5,595	Section N-IIb/11	+	+	+	+	+	+	-
B	4,4	127	5,595	Section N-IIb/11	+	+	+	+	+	-	-
B	4,4	128,5	5,595	Section N-IIb/11	+	+	+	-	-	-	-
B	4,4	130	5,595	Section N-IIb/11	+	+	+	-	-	-	-
B	4,4	131,5	5,595	Section N-IIb/11	+	+	-	-	-	-	-
B	4,4	133	5,595	Section N-IIb/11	+	-	-	-	-	-	-
B	4,4	134,5	5,595	Section N-IIb/11	+	-	-	-	-	-	-
C	3,6	137,5	5,595	Section N-IIb/12	+	+	+	+	+	-	-
B	3,6	139	5,595	Section N-IIb/12	+	+	+	+	-	-	-
B	3,6	140,5	5,595	Section N-IIb/12	+	+	+	-	-	-	-
B	3,6	142	5,595	Section N-IIb/12	+	+	-	-	-	-	-
B	3,6	143,5	5,595	Section N-IIb/12	+	+	-	-	-	-	-
B	3,6	145	5,595	Section N-IIb/12	+	-	-	-	-	-	-
B	3,6	146,5	5,595	Section N-IIb/12	+	-	-	-	-	-	-
C	4,4	137,5	5,595	Section N-IIb/12	+	+	+	+	+	+	-
B	4,4	139	5,595	Section N-IIb/12	+	+	+	+	+	-	-
B	4,4	140,5	5,595	Section N-IIb/12	+	+	+	-	-	-	-
B	4,4	142	5,595	Section N-IIb/12	+	+	+	-	-	-	-
B	4,4	143,5	5,595	Section N-IIb/12	+	+	-	-	-	-	-
B	4,4	145	5,595	Section N-IIb/12	+	-	-	-	-	-	-
B	4,4	146,5	5,595	Section N-IIb/12	+	-	-	-	-	-	-
C	3,6	149,5	5,595	Section N-IIb/13	+	+	+	+	+	-	-
C	4,4	149,5	5,595	Section N-IIb/13	+	+	+	+	+	+	-

Από τον παραπάνω πίνακα προκύπτουν τα αρχεία lights_Night.rad (εικ.7.3), lightsSt1.rad (εικ.7.4), lightsSt2.rad (εικ.7.5), lightsSt3.rad (εικ.7.6), lightsSt4.rad (εικ.7.7), lightsSt5.rad (εικ.7.8), lightsSt6.rad (εικ.7.9). Παρουσιάζεται στη συνέχεια το αρχείο lightsSt2.rad ενώ τα υπόλοιπα παρατίθενται στο Παράρτημα (Π17-Π23).

Αρχείο lightsSt2.rad

```
# NIGHT
!xform -e -t 4 4 5.595 -a 13 -t 0 12 0 lumA.rad

# Section N-I/1
!xform -e -t 3.6 5.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 5.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 6.2 5.595 lumB.rad

# Section N-I/2
!xform -e -t 3.6 17.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 17.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 18.2 5.595 lumB.rad

# Section N-I/3
!xform -e -t 3.6 29.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 29.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 30.2 5.595 lumB.rad

# Section N-I/4
!xform -e -t 3.6 41.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 41.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 42.2 5.595 lumB.rad

# Section N-I/5
!xform -e -t 3.6 53.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 53.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 54.2 5.595 lumB.rad

# Section N-I/6
!xform -e -t 3.6 65.1 5.595 lumC.rad
```

```
!xform -e -t 4.4 65.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 66.2 5.595 lumB.rad

# Section N-I/7
!xform -e -t 3.6 77.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 77.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 78.2 5.595 lumB.rad

# Section N-I/8
!xform -e -t 3.6 89.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 89.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 90.2 5.595 lumB.rad

# Section N-IIa/9
!xform -e -t 3.6 101.2 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 101.2 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 102.4 5.595 lumB.rad

# Section N-IIa/10
!xform -e -t 3.6 113.2 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 113.2 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 114.4 5.595 lumB.rad

# Section N-IIb/11
!xform -e -t 3.6 125.5 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 125.5 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 127 5.595 lumB.rad

# Section N-IIb/12
!xform -e -t 3.6 137.5 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 137.5 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 139 5.595 lumB.rad

# Section N-IIb/13
!xform -e -t 3.6 149.5 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 149.5 5.595 lumC.rad
```

Night



Εικ.7.3 : Stage Night

STAGE 1



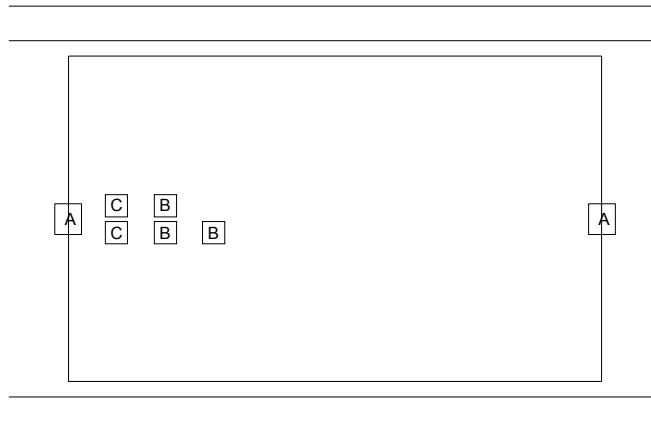
Εικ.7.4 : Stage 1

STAGE 2

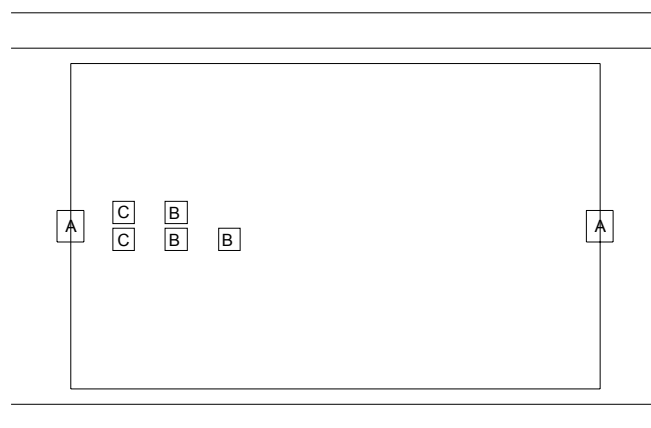


Εικ.7.5 : Stage 2

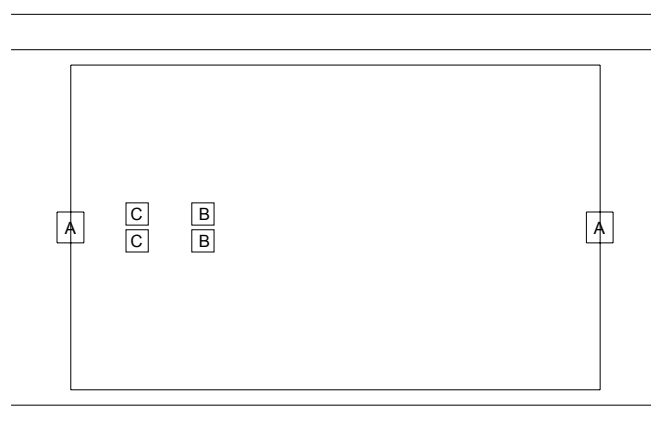
STAGE 3 N-I



STAGE 3 N-IIa

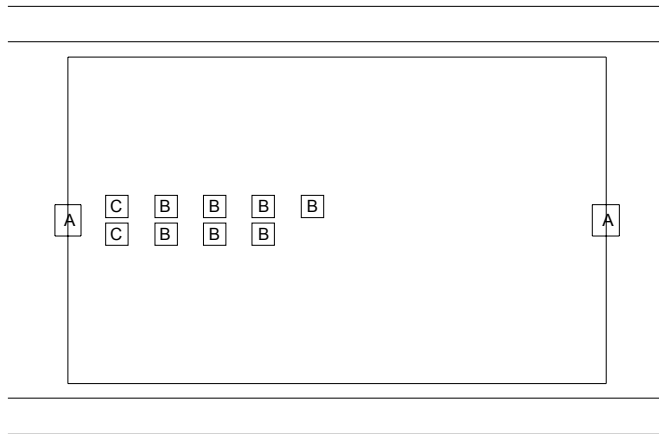


STAGE 3 N-IIb

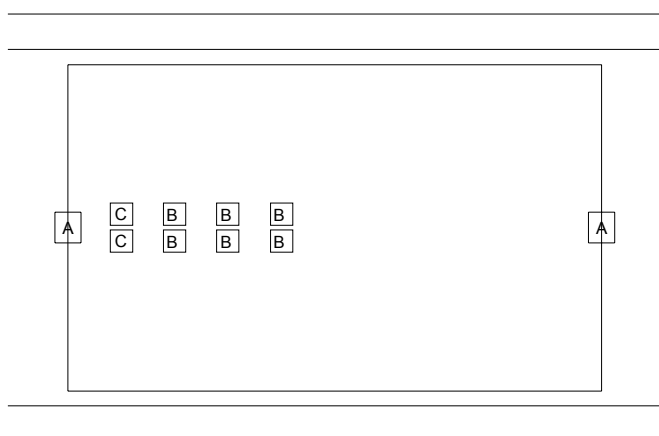


Εικ. 7.6 : Stage 3

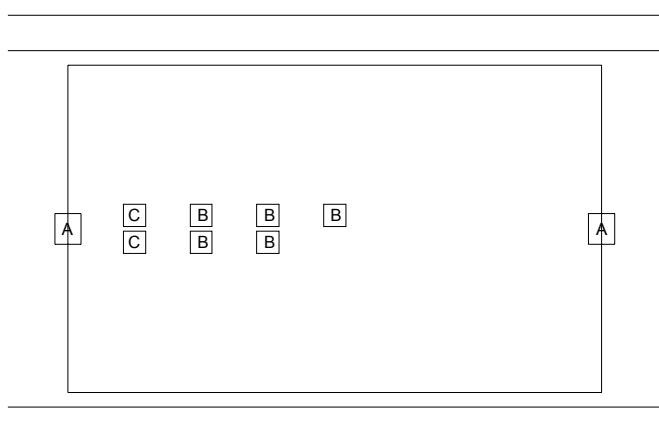
STAGE 4 N-I



STAGE 4 N-IIa

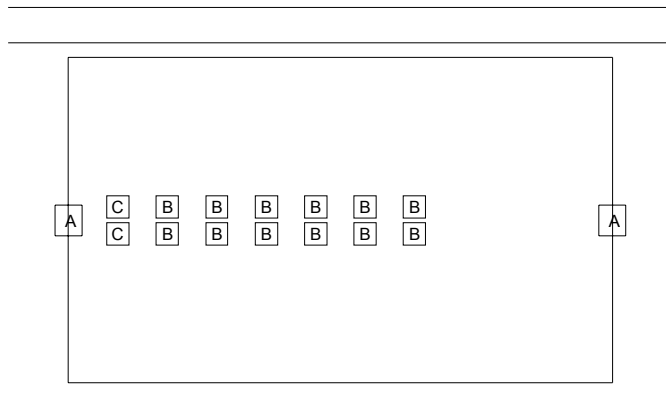


STAGE 4 N-IIb

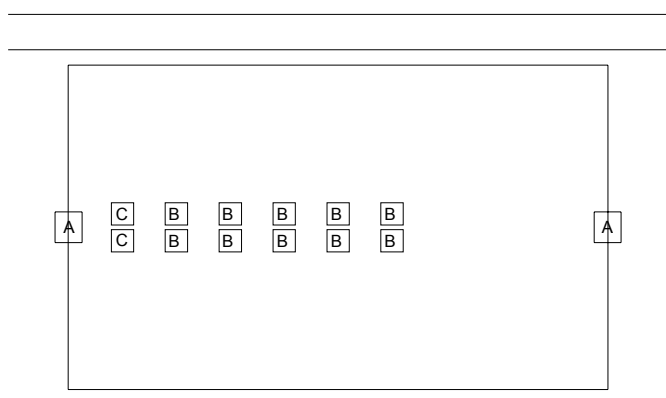


Εικ.7.7 : Stage 4

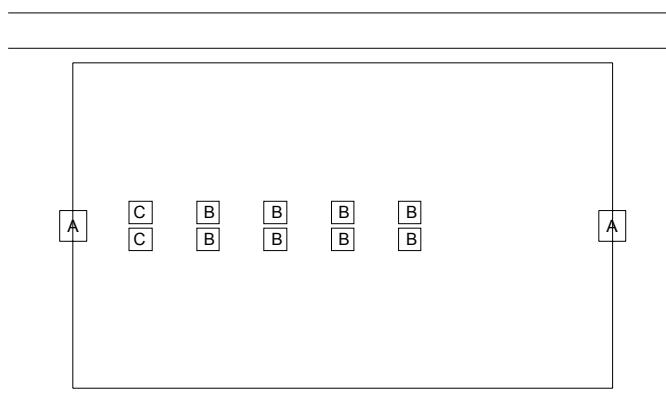
STAGE 5 N-I



STAGE 5 N-IIa

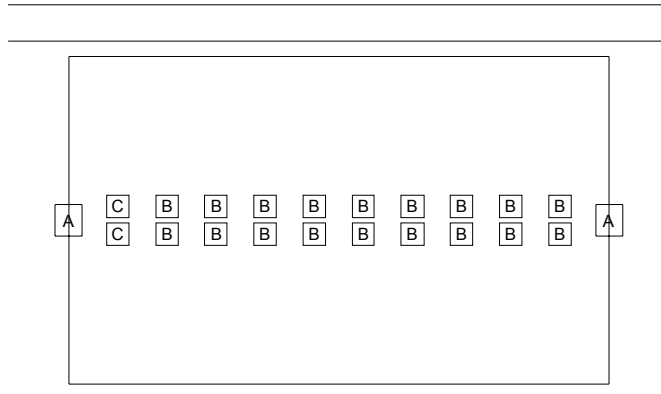


STAGE 5 N-IIb

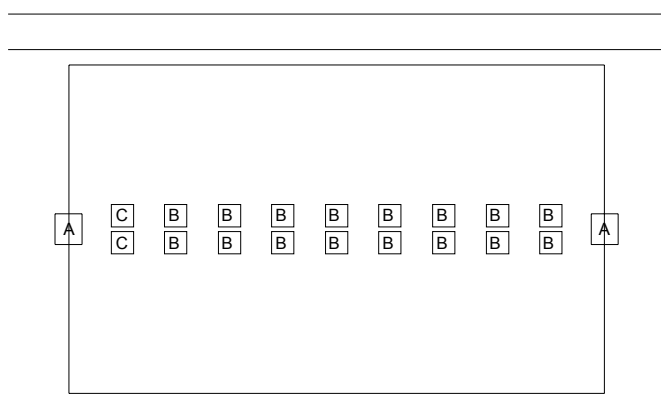


Εικ. 7.8 : Stage 5

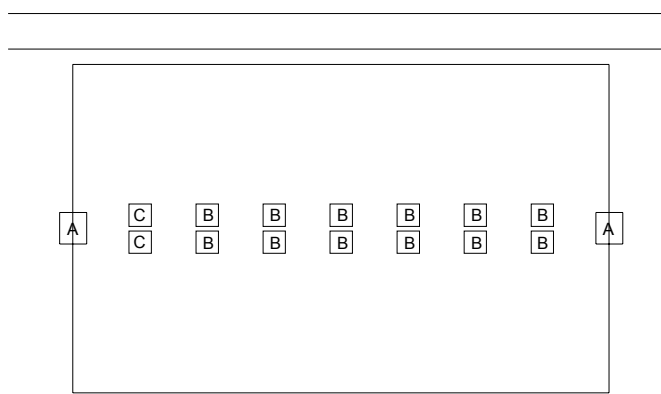
STAGE 6 N-I



STAGE 6 N-IIa



STAGE 6 N-IIb



Εικ. 7.9 : Stage 6

8. Εντολές – Αποτελέσματα Προσομοιώσεων

8.1. Εντολές που χρησιμοποιήθηκαν για τις προσομοιώσεις

Έχοντας ορίσει όλη την γεωμετρία του σκηνηκού που θα προσομοιωθεί ακολουθούν στη συνέχεια οι εντολές που πραγματοποιούν την προσομοίωση, η δομή των οποίων αναφέρθηκε στο κεφάλαιο 1.

Αρχικά χρησιμοποιείται η εντολή `oconv` για τη δημιουργία του αρχείου τύπου `octree` (`.oct`). Για τα επτά στάδια φωτισμού της σήραγγας θα έχουμε επτά σκηνές προσομοίωσης συνεπώς και επτά αρχεία `.oct` :

```
oconv materials.rad tunnel.rad lightsSt1.rad > scenel.oct
oconv materials.rad tunnel.rad lightsSt2.rad > scene2.oct
oconv materials.rad tunnel.rad lightsSt3.rad > scene3.oct
oconv materials.rad tunnel.rad lightsSt4.rad > scene4.oct
oconv materials.rad tunnel.rad lightsSt5.rad > scene5.oct
oconv materials.rad tunnel.rad lightsSt6.rad > scene6.oct
oconv materials.rad tunnel.rad lights_Night.rad > scene7.oct
```

Για το κάθε ένα στάδιο φωτισμού χρησιμοποιείται το αντίστοιχο αρχείο με τη διάταξη των φωτιστικών (έχουν αναφερθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο, υποπαράγραφος 7.3.2).

Στη συνέχεια γίνεται μία πρώτη οπτική προεπισκόπηση της προσομοίωσης με την χρήση της εντολής `rpict`, για το μέγεθος της λαμπρότητας :

```
rpict -vf driver.vf scenel.oct > scenel.pic
rpict -vf driver.vf scene2.oct > scene2.pic
rpict -vf driver.vf scene3.oct > scene3.pic
rpict -vf driver.vf scene4.oct > scene4.pic
rpict -vf driver.vf scene5.oct > scene5.pic
rpict -vf driver.vf scene6.oct > scene6.pic
rpict -vf driver.vf scene7.oct > scene7.pic
```

Το αρχείο `driver.vf` ορίζει την ποιότητα της εικόνας, τη θέση του παρατηρητή και το διάλυσμα παρατήρησης. Για παράδειγμα χρησιμοποιήθηκαν οι ακόλουθες παράμετροι :

```
rvu -vta -vp 2.5 -25 1.5 -vd 0 60 -1.5 -vu 0 0 1 -vh 45 -vv 45 -vo  
0 -va 0 -vs 0 -vl 0
```

Η θέση παρατήρησης είναι $x=2.5$, $y=-25$, $z=1.5$ και ο παρατηρητής κοιτάζει το οδόστρωμα σε ευθεία 60 μέτρων.

Τα επτά στάδια φωτισμού παρουσιάζονται στις εικόνες 8.1-8.7.



Εικ.8.1: Stage 1



Εικ.8.2: Stage 2



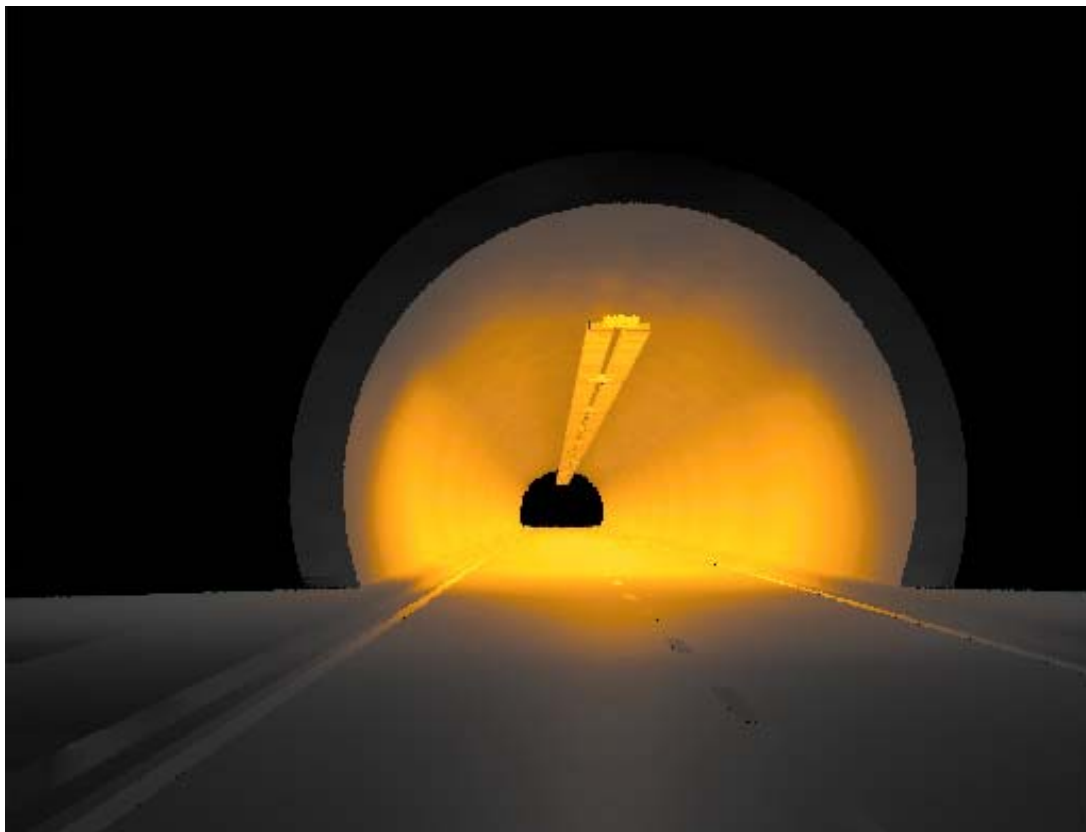
Εικ.8.3: Stage 3



Εικ.8.4: Stage 4



Εικ.8.5: Stage 5



Εικ.8.6: Stage 6



Εικ.8.7: Night

Για την εξαγωγή τιμών λαμπρότητας (luminance) και έντασης φωτισμού (illuminance) πρέπει να οριστούν πλέγματα (grids) που περιέχουν σημεία πάνω στο οδόστρωμα. Τα πλέγματα δημιουργούνται με το συνδυασμό των εντολών cnt και rcalc. Η εντολή cnt χρησιμοποιεί μετρητές των οποίων η τιμή αυξάνεται από το μηδέν κατά μία μονάδα μέχρι την τιμή που έχει ορίσει ο χρήστης αφαιρουμένης μίας μονάδας. Στη συνέχεια η rcalc χρησιμοποιεί αυτούς τους μετρητές για να δημιουργήσει διαδοχικά σημεία στη θέση που έχει επιλέξει ο χρήστης.

Τα πλέγματα που χρησιμοποιήθηκαν στις προσομοιώσεις αποτελούνταν από 7 σημεία με απόσταση 0,5 μέτρα στον x άξονα και 37 σημεία με απόσταση 1/3 μέτρα στον y άξονα. Χρησιμοποιήθηκαν δηλαδή $7 \times 37 = 259$ σημεία.

Δημιουργήθηκαν 4 πλέγματα για την πρώτη λωρίδα κυκλοφορίας και άλλα 4 για τη δεύτερη λωρίδα. Αυτά καλύπτουν στον y άξονα τις εξής αποστάσεις : 16-28 μέτρα, 40-52 μέτρα, 100-112 μέτρα και 124-136 μέτρα. Στον x άξονα καλύπτονται οι αποστάσεις 0,5-3,5 μέτρα για την πρώτη λωρίδα και 4,5-7,5 μέτρα για τη δεύτερη.

Το πλέγμα για τη μέτρηση της λαμπρότητας περιλαμβάνει τη σταθερή θέση του περατηρητή 60 μέτρα πίσω από το πλέγμα και το διάνυσμα παρατήρησης που ξεκινάει από τον παρατηρητή και καταλήγει στο οδόστρωμα. Το πλέγμα για τη μέτρηση έντασης φωτισμού περιλαμβάνει τις συντεταγμένες των σημείων πάνω στο οδόστρωμα με το διάνυσμα παρατήρησης να έχει κατεύθυνση τον θετικό ημιάξονα z και μέτρο ίσο με τη μονάδα.

Πλέγματα για luminance :

Τμήμα 16-28 μέτρα

θέση παρατήρησης $x=2, y=-44, z=1,5$:

```
cnt 7 37 | rcalc -e '$1=2; $2=-44; $3=1.5; $4=$1/2-1.5; $5=$2/3+60; $6=-1.5' > grid_1A_lum
```

θέση παρατήρησης $x=6, y=-44, z=1,5$:

```
cnt 7 37 | rcalc -e '$1=6; $2=-44; $3=1.5; $4=$1/2-1.5; $5=$2/3+60; $6=-1.5' > grid_1B_lum
```


Τμήμα 40-52 μέτρα

θέση παρατήρησης $x=2, y=-20, z=1,5$:

```
cnt 7 37 | rcalc -e '$1=2; $2=-20; $3=1.5; $4=$1/2-1.5; $5=$2/3+60; $6=-1.5' > grid_2A_lum
```

θέση παρατήρησης $x=6, y=-20, z=1,5$:

```
cnt 7 37 | rcalc -e '$1=6; $2=-20; $3=1.5; $4=$1/2-1.5; $5=$2/3+60; $6=-1.5' > grid_2B_lum
```

Τμήμα 100-112 μέτρα

θέση παρατήρησης $x=2, y=40, z=1,5$:

```
cnt 7 37 | rcalc -e '$1=2; $2=40; $3=1.5; $4=$1/2-1.5; $5=$2/3+60; $6=-1.5' > grid_3A_lum
```

θέση παρατήρησης $x=6, y=40, z=1,5$:

```
cnt 7 37 | rcalc -e '$1=6; $2=40; $3=1.5; $4=$1/2-1.5; $5=$2/3+60; $6=-1.5' > grid_3B_lum
```

Τμήμα 124-136 μέτρα

θέση παρατήρησης $x=2, y=64, z=1,5$:

```
cnt 7 37 | rcalc -e '$1=2; $2=64; $3=1.5; $4=$1/2-1.5; $5=$2/3+60; $6=-1.5' > grid_4A_lum
```

θέση παρατήρησης $x=6, y=64, z=1,5$:

```
cnt 7 37 | rcalc -e '$1=6; $2=64; $3=1.5; $4=$1/2-1.5; $5=$2/3+60; $6=-1.5' > grid_4B_lum
```

Πλέγματα για illuminance :**Τμήμα 16-28 μέτρα**

1^η λωρίδα :

```
cnt 7 37 | rcalc -e '$1=$1/2+0.5; $2=$2/3+16; $3=0; $4=0; $5=0;$6=1' > grid_1A_illum
```

2^η λωρίδα :

```
cnt 7 37 | rcalc -e '$1=$1/2+4.5; $2=$2/3+16; $3=0; $4=0; $5=0; $6=1' >  
grid_1B_illum
```

Τμήμα 40-52 μέτρα

1^η λωρίδα :

```
cnt 7 37 | rcalc -e '$1=$1/2+0.5; $2=$2/3+40; $3=0; $4=0; $5=0; $6=1' >  
grid_2A_illum
```

2^η λωρίδα :

```
cnt 7 37 | rcalc -e '$1=$1/2+4.5; $2=$2/3+40; $3=0; $4=0; $5=0; $6=1' >  
grid_2B_illum
```

Τμήμα 100-112 μέτρα

1^η λωρίδα :

```
cnt 7 37 | rcalc -e '$1=$1/2+0.5; $2=$2/3+100; $3=0; $4=0; $5=0; $6=1' >  
grid_3A_illum
```

2^η λωρίδα :

```
cnt 7 37 | rcalc -e '$1=$1/2+4.5; $2=$2/3+100; $3=0; $4=0; $5=0; $6=1' >  
grid_3B_illum
```

Τμήμα 124-136 μέτρα

1^η λωρίδα :

```
cnt 7 37 | rcalc -e '$1=$1/2+0.5; $2=$2/3+124; $3=0; $4=0; $5=0; $6=1' >  
grid_4A_illum
```

2^η λωρίδα :

```
cnt 7 37 | rcalc -e '$1=$1/2+4.5; $2=$2/3+124; $3=0; $4=0; $5=0; $6=1' >  
grid_4B_illum
```

Η εξαγωγή των τιμών της λαμπρότητας και της έντασης φωτισμού γίνεται τελικά με την χρήση της εντολής `rtrace` σε συνδυασμό με την εντολή `rcalc`.

```
rtrace -ab 1 -h -w sceneN.oct < grid_MX_lum | rcalc -e '$1=179*(.265*$1 +  
.670*$2 + .065*$3)' > luminance_values_NMX
```

```
rtrace -I -ab 1 -h -w sceneN.oct < grid_MX_illum | rcalc -e
'$1=179*(.265*$1 + .670*$2 + .065*$3)' > illuminance_values_NMX
```

όπου :

N=1,...,7 ο αριθμών για κάθε stage

M=1,...,4 η θέση του grid

X=A ή B η πρώτη ή η δεύτερη λωρίδα κυκλοφορίας.

Τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων εξάγονται με βάση τους συνδυασμούς που προκύπτουν από τον πίνακα 8.1.

Πίνακας 8.1:

Stage	N	M	X
1	1	2	A,B
2	2	2	A,B
3	3	2,3,4	A,B
4	4	2,3,4	A,B
5	5	2,3,4	A,B
6	6	2,3,4	A,B
Night	7	1	A,B

8.2. Αποτελέσματα προσομοιώσεων που έδωσε η εντολή rtrace

Στους πίνακες που ακολουθούν παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων για όλους τους συνδυασμούς του πίνακα 8.1 για τα μεγέθη της λαμπρότητας και της έντασης φωτισμού καθώς και του λόγου έντασης φωτισμού προς λαμπρότητα. Επίσης υπάρχει και τρισδιάστατη γραφική απεικόνιση των αποτελεσμάτων όπως και δισδιάστατη απεικόνιση της επιφάνειας που προκύπτει όπως αυτή φαίνεται από πάνω.

Στα γραφήματα ο άξονας x περιλαμβάνει τις δύο λωρίδες κυκλοφορίας από 0,5 έως 3,5 μέτρα και από 4,5 έως 7,5 μέτρα.

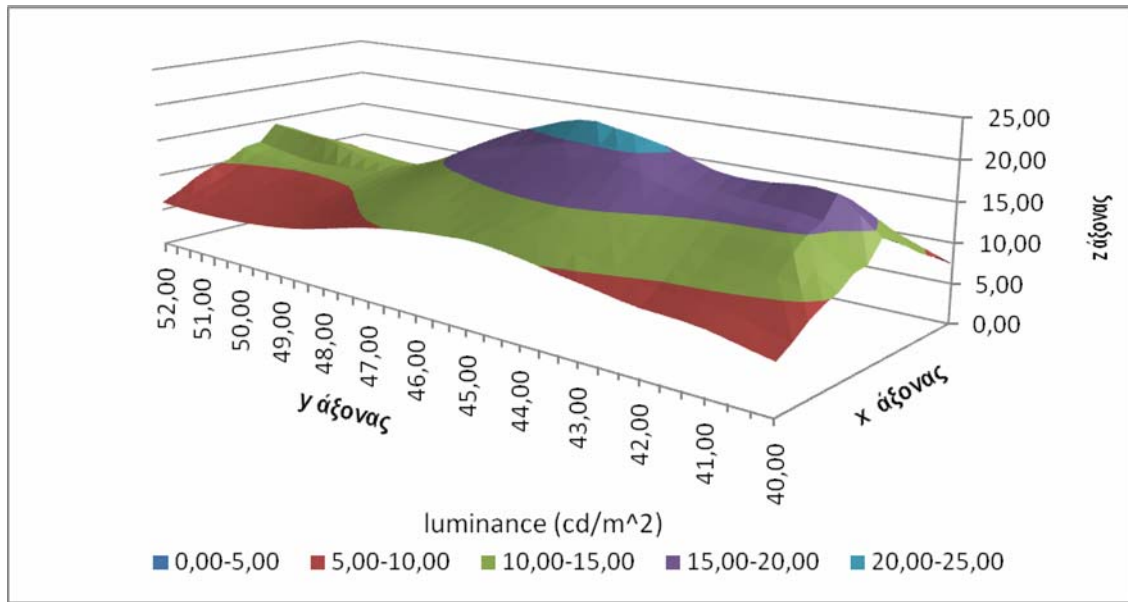
8.2.1. Stage 1

Πίνακας 8.2: Τιμές λαμπρότητας (cd/m^2) για θέση παρατηρητή $x=2$, $y=-20$

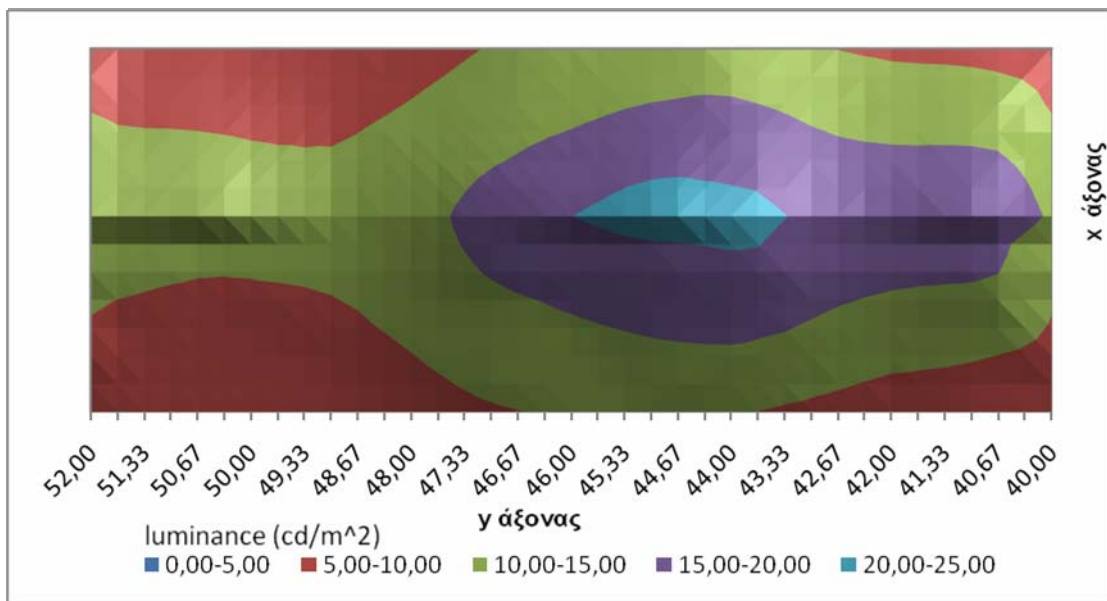
x(m) / y(m)	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5
40,00	6	7	9	10	10	12	12
40,33	7	8	9	11	12	13	14
40,67	7	8	10	12	14	15	16
41,00	8	9	10	12	14	16	16
41,33	8	9	11	12	14	16	16
41,67	8	9	11	12	14	16	17
42,00	8	9	11	13	15	16	17
42,33	8	10	12	13	15	16	17
42,67	9	10	12	14	15	17	18
43,00	9	11	13	14	16	18	18
43,33	10	11	13	15	17	19	19
43,67	10	12	14	16	17	19	20
44,00	10	12	14	16	18	19	20
44,33	11	13	14	16	17	19	20
44,67	11	13	14	16	17	19	20
45,00	11	13	14	16	17	19	20
45,33	11	12	14	15	17	18	19
45,67	11	12	13	15	16	18	19
46,00	11	12	13	14	16	17	18
46,33	10	12	13	14	15	17	18
46,67	10	11	12	14	15	16	17
47,00	10	11	12	13	14	15	16
47,33	9	10	11	12	13	14	15
47,67	9	10	11	12	12	13	14
48,00	8	9	10	11	12	12	13
48,33	7	8	9	10	11	12	12
48,67	7	8	9	10	10	11	11
49,00	7	7	8	9	10	11	11
49,33	6	7	8	9	10	10	11
49,67	6	7	8	9	10	10	11
50,00	6	7	8	8	9	10	11
50,33	6	7	7	8	9	10	11
50,67	6	7	7	8	9	10	11
51,00	6	7	7	8	9	10	11
51,33	6	7	8	9	10	11	11
51,67	6	7	8	9	10	11	12
52,00	6	7	9	10	10	12	12

Πίνακας 8.3: Τιμές λαμπρότητας (cd/m^2) για θέση παρατηρητή $x=6, y=-20$

x(m) / y(m)	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
40,00	20	18	17	15	13	12	10
40,33	23	21	19	17	15	13	11
40,67	25	24	21	19	17	14	12
41,00	26	24	22	19	17	15	12
41,33	26	24	22	20	17	15	13
41,67	25	24	22	20	17	15	13
42,00	25	24	22	20	17	15	13
42,33	25	24	22	20	18	15	13
42,67	26	24	22	20	18	16	14
43,00	26	25	23	21	19	17	14
43,33	28	26	24	22	20	18	15
43,67	29	27	25	23	21	19	16
44,00	30	28	26	24	21	19	17
44,33	30	28	26	24	21	19	17
44,67	31	29	26	23	21	19	17
45,00	30	28	26	23	21	19	17
45,33	30	28	25	22	20	18	16
45,67	29	26	24	22	20	18	16
46,00	27	25	23	21	19	17	16
46,33	26	24	22	20	18	17	15
46,67	25	23	21	19	18	16	15
47,00	23	22	20	18	17	15	14
47,33	22	20	19	17	16	15	13
47,67	20	19	18	16	15	14	12
48,00	18	18	17	15	14	13	11
48,33	17	16	16	15	13	12	11
48,67	16	16	15	14	12	11	10
49,00	16	15	14	13	12	11	10
49,33	16	15	14	13	12	10	9
49,67	16	16	15	13	12	10	9
50,00	17	16	15	13	12	10	9
50,33	18	17	15	14	12	10	9
50,67	18	17	16	14	12	11	9
51,00	19	17	16	14	12	11	9
51,33	19	18	16	14	12	11	9
51,67	19	18	16	14	13	11	10
52,00	20	18	17	15	13	12	10



Εικ.8.8: Τρισδιάστατη απεικόνιση λαμπρότητας για το τμήμα 40-52m



Εικ.8.9: Δισδιάστατη απεικόνιση λαμπρότητας για το τμήμα 40-52m

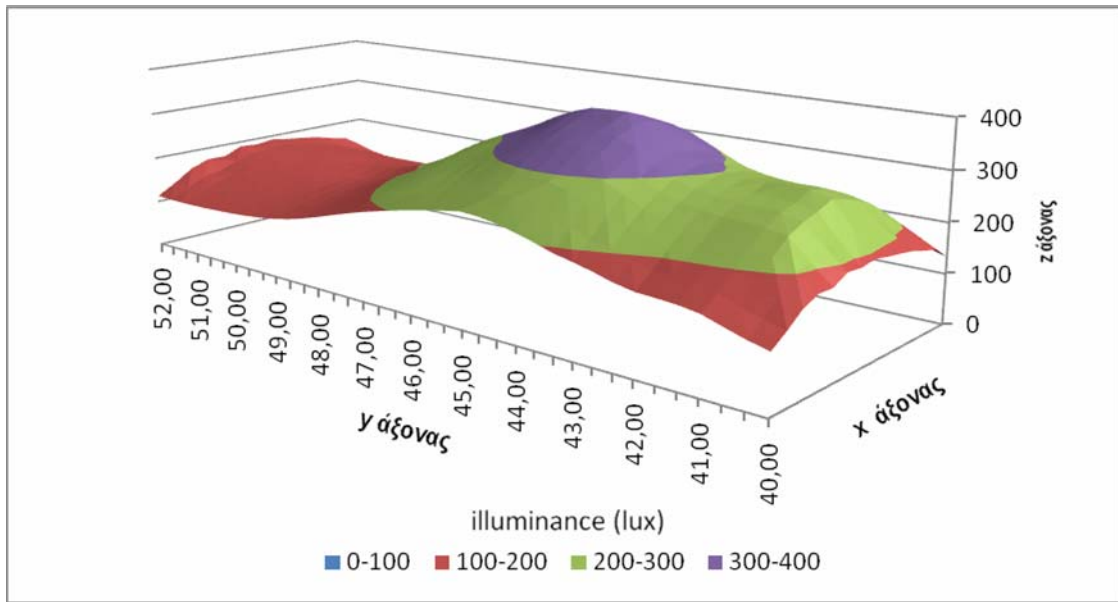
Average=12 Min=6 Max=22 Min/Ave=0,50 Min/Max =0,27

Πίνακας 8.4: Τιμές έντασης φωτισμού (lux) για τμήμα 40-52m 1^{ης} λωρίδας

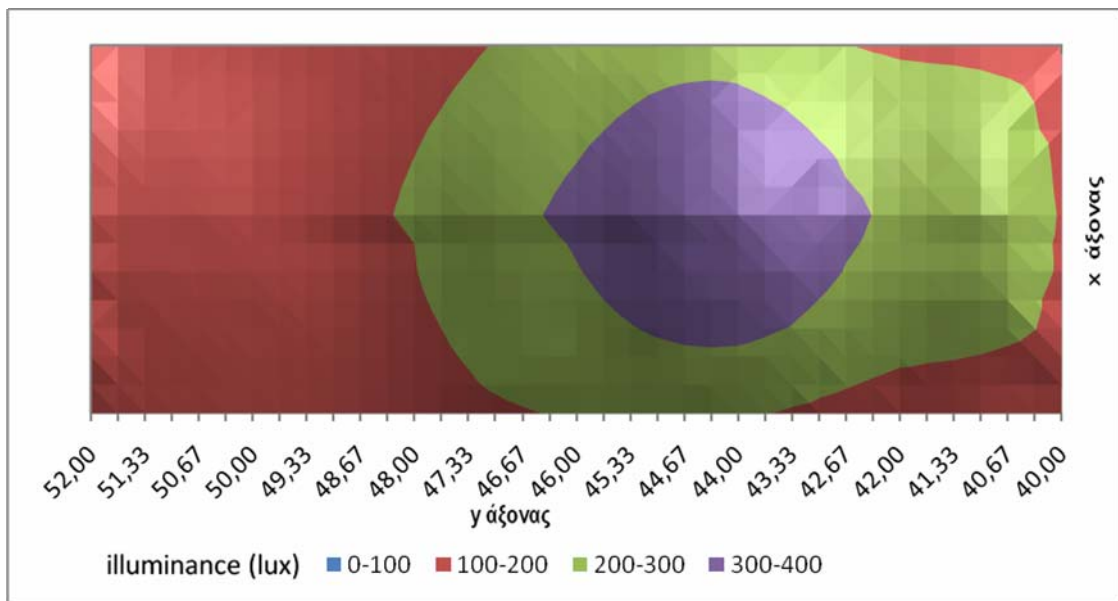
x(m) / y(m)	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5
40,00	113	135	160	174	173	189	187
40,33	122	145	177	202	210	224	227
40,67	134	158	188	219	246	261	271
41,00	147	171	198	226	254	271	279
41,33	153	177	203	230	256	273	281
41,67	155	180	206	233	258	275	283
42,00	157	182	212	239	263	279	288
42,33	164	193	222	247	270	285	294
42,67	175	204	233	260	282	297	306
43,00	184	214	248	278	300	316	326
43,33	192	228	264	297	319	340	348
43,67	204	242	279	309	333	356	367
44,00	214	253	290	315	341	360	374
44,33	223	262	292	317	342	358	371
44,67	228	264	290	315	338	355	367
45,00	231	258	283	308	328	343	358
45,33	225	251	274	297	314	327	339
45,67	218	242	264	284	300	311	320
46,00	211	235	255	271	286	297	305
46,33	203	227	247	260	273	283	291
46,67	194	218	235	248	260	269	277
47,00	185	207	221	233	244	254	261
47,33	175	193	206	217	227	235	240
47,67	164	179	191	200	209	215	219
48,00	152	165	176	185	192	198	200
48,33	142	153	163	172	179	184	185
48,67	133	144	153	161	168	173	175
49,00	127	136	146	154	161	166	168
49,33	122	132	142	151	158	164	166
49,67	118	128	139	149	158	165	168
50,00	115	126	138	148	158	166	170
50,33	113	125	138	149	160	168	172
50,67	112	125	138	150	161	170	174
51,00	111	124	138	152	163	173	177
51,33	111	125	139	153	166	176	180
51,67	111	129	146	154	168	179	182
52,00	113	135	160	174	173	189	187

Πίνακας 8.5: Τιμές έντασης φωτισμού (lux) για τμήμα 40-52m 2^{ης} λωρίδας

x(m) / y(m)	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
40,00	192	185	181	175	166	158	133
40,33	239	233	227	206	200	180	146
40,67	284	275	264	249	227	195	160
41,00	294	286	275	259	235	204	173
41,33	295	287	277	262	239	209	179
41,67	294	287	276	263	240	211	182
42,00	295	289	279	265	243	215	185
42,33	299	293	284	270	247	221	193
42,67	312	303	294	279	257	229	202
43,00	328	319	311	294	271	244	213
43,33	352	345	331	313	290	261	230
43,67	373	365	348	332	305	280	246
44,00	386	373	358	342	316	291	261
44,33	385	374	359	343	321	293	268
44,67	383	370	357	339	317	291	265
45,00	372	360	347	329	309	285	259
45,33	356	345	332	314	296	276	251
45,67	336	326	314	299	283	266	242
46,00	319	309	298	286	271	255	235
46,33	304	295	285	274	259	244	228
46,67	288	280	271	260	246	232	217
47,00	270	263	255	244	231	217	203
47,33	249	243	236	226	214	201	188
47,67	228	223	217	208	198	186	173
48,00	210	206	200	193	182	171	159
48,33	197	193	187	179	169	158	147
48,67	186	182	176	168	157	148	138
49,00	177	173	168	160	150	140	131
49,33	173	169	163	155	145	135	125
49,67	171	167	161	153	142	132	121
50,00	172	167	161	152	142	130	119
50,33	175	171	163	154	143	130	118
50,67	178	173	166	156	144	130	117
51,00	180	175	168	159	145	131	117
51,33	182	177	170	160	147	132	118
51,67	185	179	173	165	151	138	123
52,00	192	185	181	175	166	158	133



Εικ.8.10: Τρισδιάστατη απεικόνιση έντασης φωτισμού για το τμήμα 40-52m



Εικ.8.11: Δισδιάστατη απεικόνιση απεικόνιση έντασης φωτισμού για το τμήμα 40-52m

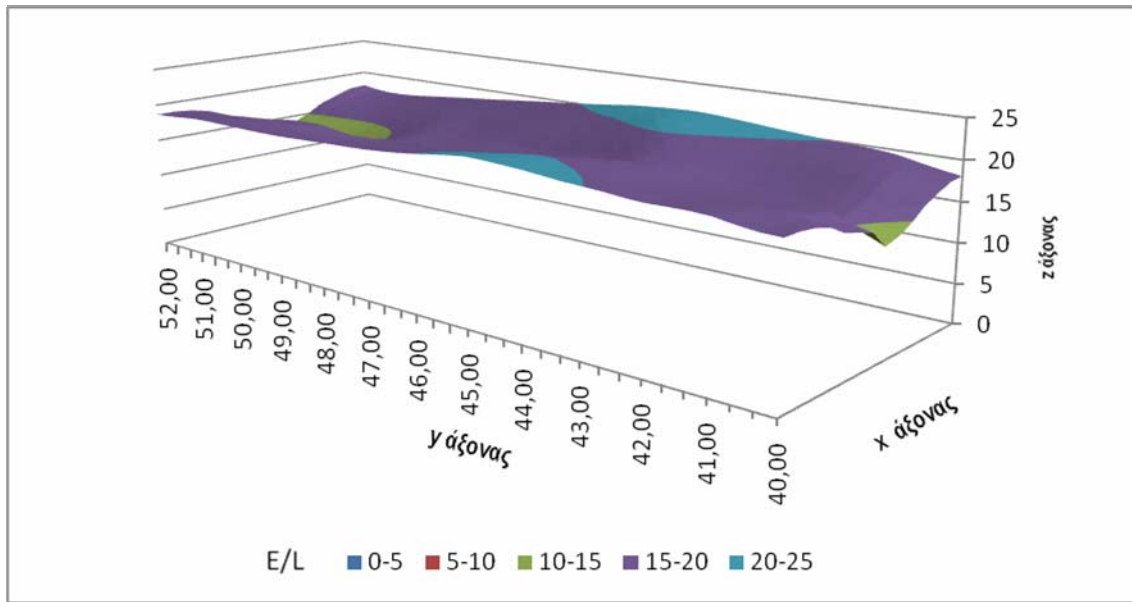
Average=223 Min=110 Max=385 Min/Ave=0,49 Min/Max =0,28

Πίνακας 8.6: Τιμές του λόγου έντασης φωτισμού προς λαμπρότητα για το τμήμα 40-52m 1^{ης} λωρίδας

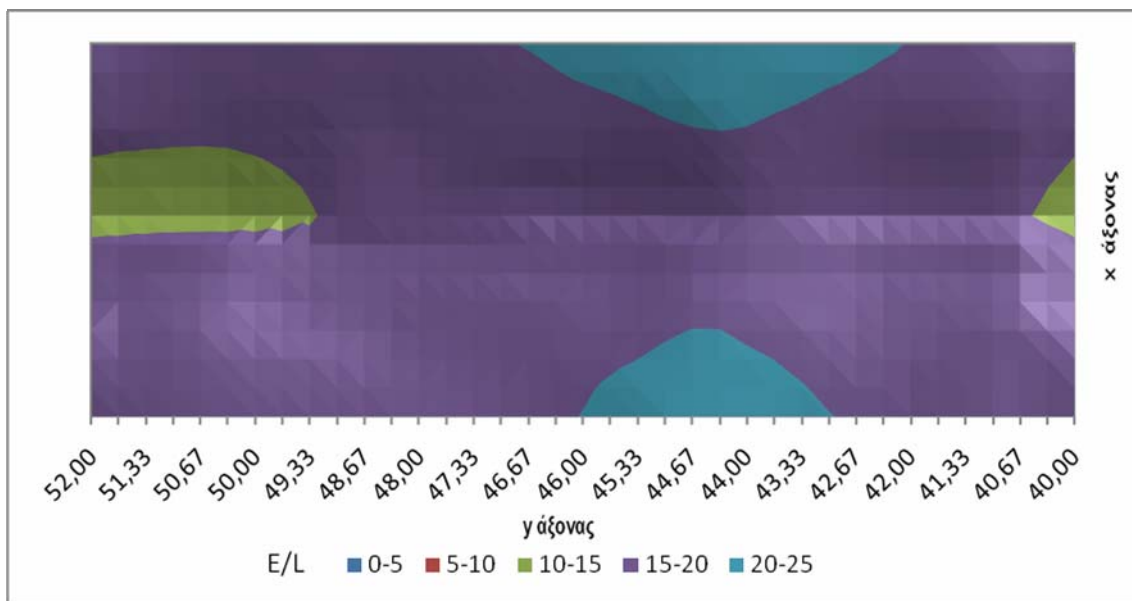
x(m) / y(m)	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5
40,00	18,75	18,76	18,52	17,93	16,75	16,19	15,52
40,33	18,81	18,82	18,73	18,40	17,37	16,73	16,21
40,67	19,12	19,07	18,93	18,73	18,06	17,31	17,02
41,00	19,50	19,38	19,12	18,84	18,16	17,40	17,09
41,33	19,60	19,41	19,14	18,78	18,14	17,36	17,04
41,67	19,58	19,35	19,10	18,69	18,11	17,38	17,05
42,00	19,53	19,36	19,16	18,69	18,13	17,44	17,10
42,33	19,67	19,56	19,23	18,72	18,15	17,52	17,21
42,67	19,89	19,72	19,34	18,88	18,34	17,73	17,39
43,00	20,03	19,84	19,58	19,19	18,62	18,05	17,73
43,33	20,16	20,05	19,81	19,49	18,91	18,35	18,04
43,67	20,40	20,22	19,99	19,69	19,20	18,60	18,28
44,00	20,59	20,36	20,14	19,85	19,43	18,81	18,46
44,33	20,74	20,50	20,29	20,02	19,55	18,86	18,48
44,67	20,85	20,61	20,33	20,04	19,52	18,79	18,39
45,00	20,90	20,57	20,21	19,86	19,23	18,52	18,11
45,33	20,66	20,45	19,99	19,56	18,83	18,05	17,60
45,67	20,36	20,17	19,76	19,23	18,48	17,65	17,14
46,00	20,05	19,85	19,48	18,95	18,22	17,34	16,83
46,33	19,78	19,51	19,17	18,64	18,00	17,04	16,57
46,67	19,58	19,20	18,82	18,32	17,72	16,74	16,32
47,00	19,42	18,99	18,48	17,98	17,41	16,53	16,08
47,33	19,34	18,81	18,19	17,67	17,09	16,32	15,82
47,67	19,28	18,63	17,96	17,39	16,79	16,11	15,63
48,00	19,18	18,52	17,78	17,12	16,53	15,93	15,48
48,33	19,10	18,47	17,67	16,91	16,41	15,85	15,38
48,67	18,99	18,42	17,67	16,90	16,34	15,78	15,27
49,00	18,97	18,44	17,79	16,96	16,33	15,76	15,25
49,33	18,96	18,48	17,96	17,08	16,36	15,82	15,32
49,67	18,98	18,57	18,09	17,26	16,50	16,03	15,58
50,00	19,03	18,68	18,24	17,51	16,80	16,33	15,90
50,33	19,06	18,78	18,42	17,83	17,19	16,61	16,23
50,67	19,09	18,87	18,54	18,06	17,36	16,68	16,32
51,00	19,06	18,85	18,52	18,06	17,29	16,59	16,23
51,33	18,93	18,72	18,41	17,87	17,11	16,47	16,01
51,67	18,75	18,64	18,32	17,69	16,89	16,27	15,73
52,00	18,66	18,66	18,43	17,89	16,75	16,20	15,50

Πίνακας 8.7: Τιμές του λόγου έντασης φωτισμού προς λαμπρότητα για το τμήμα 40-52m 2^{ης} λωρίδας

x(m) / y(m)	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
40,00	9,74	10,14	10,87	11,86	12,46	12,99	13,09
40,33	10,53	10,96	11,67	12,43	13,07	13,43	13,38
40,67	11,23	11,67	12,33	13,13	13,58	13,76	13,75
41,00	11,44	11,90	12,58	13,33	13,80	14,03	14,13
41,33	11,53	11,95	12,66	13,39	13,89	14,16	14,32
41,67	11,63	12,03	12,69	13,42	13,96	14,25	14,41
42,00	11,74	12,13	12,78	13,49	14,04	14,32	14,47
42,33	11,88	12,27	12,90	13,58	14,10	14,43	14,61
42,67	12,13	12,50	13,12	13,72	14,20	14,56	14,74
43,00	12,42	12,81	13,41	13,91	14,35	14,75	14,88
43,33	12,75	13,18	13,64	14,07	14,56	14,93	15,04
43,67	13,00	13,37	13,80	14,32	14,73	15,06	15,19
44,00	13,07	13,44	13,97	14,50	14,87	15,17	15,33
44,33	12,84	13,29	13,95	14,58	15,02	15,25	15,43
44,67	12,51	12,99	13,75	14,49	15,08	15,27	15,42
45,00	12,22	12,74	13,56	14,32	14,85	15,18	15,35
45,33	12,00	12,54	13,36	14,08	14,60	15,04	15,26
45,67	11,79	12,31	13,14	13,86	14,41	14,88	15,13
46,00	11,65	12,15	13,01	13,70	14,25	14,70	14,95
46,33	11,60	12,06	12,95	13,60	14,09	14,48	14,76
46,67	11,63	12,03	12,87	13,43	13,88	14,26	14,58
47,00	11,64	12,03	12,73	13,23	13,65	14,06	14,41
47,33	11,55	11,93	12,51	13,00	13,43	13,87	14,27
47,67	11,50	11,84	12,30	12,76	13,20	13,67	14,12
48,00	11,43	11,74	12,10	12,51	13,00	13,50	13,95
48,33	11,43	11,73	12,02	12,31	12,81	13,36	13,80
48,67	11,45	11,67	11,95	12,25	12,72	13,24	13,62
49,00	11,21	11,44	11,75	12,12	12,62	13,08	13,47
49,33	10,78	11,02	11,40	11,87	12,48	12,90	13,32
49,67	10,40	10,66	11,08	11,66	12,29	12,73	13,16
50,00	10,05	10,34	10,85	11,47	12,13	12,59	13,01
50,33	9,75	10,06	10,67	11,33	12,00	12,48	12,85
50,67	9,65	9,99	10,63	11,30	11,90	12,34	12,69
51,00	9,64	10,00	10,64	11,34	11,88	12,28	12,61
51,33	9,64	10,05	10,67	11,44	11,93	12,34	12,60
51,67	9,64	10,06	10,71	11,57	12,07	12,50	12,73
52,00	9,72	10,14	10,88	11,83	12,40	12,93	13,00



Εικ.8.12: Τρισδιάστατη απεικόνιση του λόγου έντασης φωτισμού προς λαμπρότητα για το τμήμα 40-52m



Εικ.8.13: Δισδιάστατη απεικόνιση του λόγου έντασης φωτισμού προς λαμπρότητα για το τμήμα 40-52m

Average=17,93 Min=13,24 Max=21,26

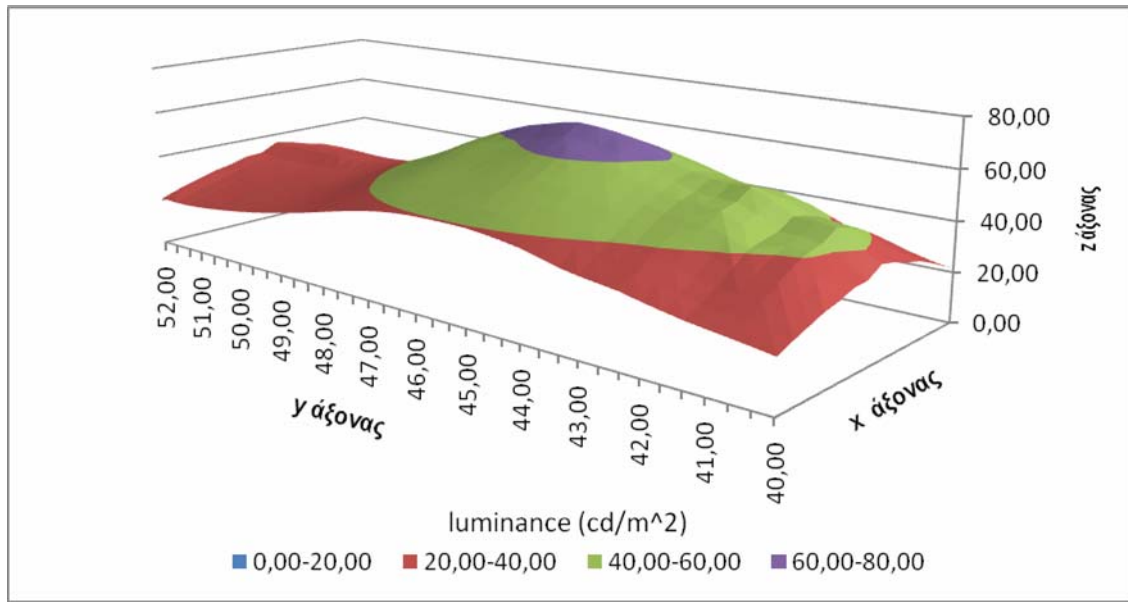
8.2.2. Stage 2

Πίνακας 8.8: Τιμές λαμπρότητας (cd/m^2) για θέση παρατηρητή $x=2$, $y=-20$

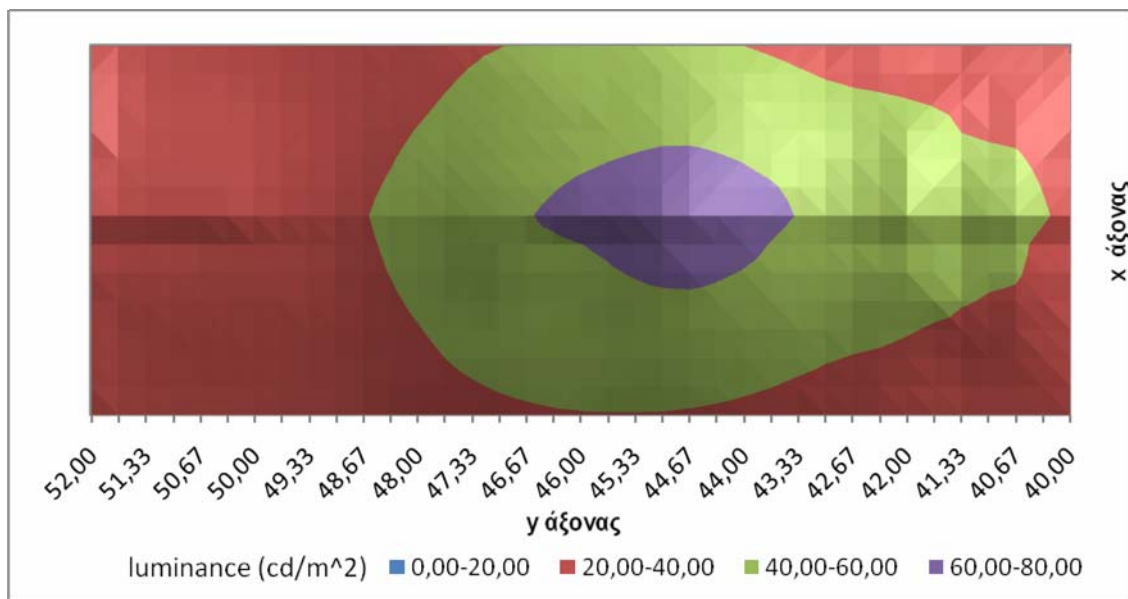
x(m) / y(m)	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5
40,00	21	23	26	28	30	32	32
40,33	22	25	29	31	35	37	37
40,67	23	26	30	35	38	41	42
41,00	24	27	31	35	39	42	43
41,33	25	28	32	37	41	42	44
41,67	26	30	34	39	44	47	48
42,00	28	32	36	41	46	50	51
42,33	29	34	38	43	47	51	52
42,67	30	35	39	44	48	51	53
43,00	31	36	41	46	50	53	55
43,33	33	38	43	48	52	55	57
43,67	35	40	45	50	54	57	60
44,00	36	42	47	52	56	60	62
44,33	38	43	49	53	58	61	64
44,67	39	45	50	54	58	62	65
45,00	39	45	50	54	58	62	65
45,33	39	45	50	53	57	61	64
45,67	39	45	49	52	56	59	62
46,00	39	44	48	51	54	57	60
46,33	39	43	47	50	53	56	58
46,67	38	42	46	49	52	54	57
47,00	37	41	44	47	50	52	55
47,33	35	39	42	45	47	49	51
47,67	34	37	40	42	44	46	48
48,00	32	35	38	40	41	43	44
48,33	30	33	35	37	39	40	41
48,67	29	31	33	35	36	38	39
49,00	27	29	31	33	34	35	36
49,33	26	27	29	31	33	34	35
49,67	24	26	28	30	32	33	34
50,00	23	25	27	29	31	32	33
50,33	22	24	26	28	30	32	32
50,67	21	23	25	28	30	31	32
51,00	21	23	25	27	29	31	32
51,33	20	22	24	27	29	31	32
51,67	20	22	25	27	29	31	32
52,00	21	23	26	28	30	32	32

Πίνακας 8.9: Τιμές λαμπρότητας (cd/m^2) για θέση παρατηρητή $x=6, y=-20$

x(m) / y(m)	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
40,00	36	35	32	31	28	25	21
40,33	41	40	37	34	31	27	22
40,67	46	44	41	38	33	28	24
41,00	47	45	42	38	34	30	25
41,33	47	46	43	40	36	31	26
41,67	52	50	47	44	39	32	27
42,00	56	53	51	47	41	35	29
42,33	55	53	51	47	42	36	31
42,67	56	54	51	48	43	37	32
43,00	57	55	53	49	44	39	33
43,33	60	58	55	52	47	41	35
43,67	63	61	58	54	49	44	38
44,00	65	63	59	56	52	46	40
44,33	67	64	61	57	53	48	42
44,67	69	66	62	58	53	49	43
45,00	69	66	62	58	53	49	44
45,33	68	65	61	57	53	49	44
45,67	66	63	60	56	52	48	44
46,00	65	62	58	54	51	47	43
46,33	62	59	56	53	50	46	42
46,67	59	57	54	51	48	45	41
47,00	56	54	51	49	46	43	40
47,33	53	51	48	46	43	41	38
47,67	49	47	45	43	41	38	36
48,00	45	44	42	40	38	36	33
48,33	42	41	39	38	35	33	31
48,67	39	38	37	35	33	31	29
49,00	37	36	35	33	31	29	27
49,33	36	35	34	32	29	28	26
49,67	36	35	33	31	28	26	25
50,00	35	34	32	30	28	26	24
50,33	36	34	32	30	27	25	23
50,67	36	34	32	30	27	24	22
51,00	36	34	32	29	27	24	22
51,33	35	34	32	29	26	24	21
51,67	36	34	32	29	27	24	21
52,00	36	35	32	31	28	25	22



Εικ.8.14: Τρισδιάστατη απεικόνιση λαμπρότητας για το τμήμα 40-52m



Εικ.8.15: Δισδιάστατη απεικόνιση λαμπρότητας για το τμήμα 40-52m

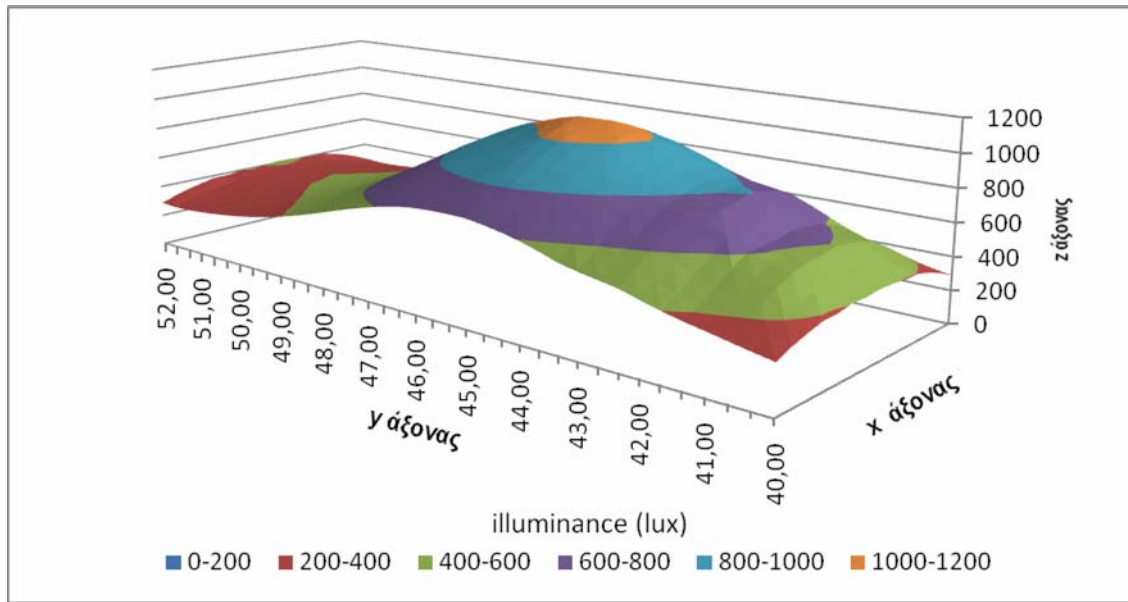
Average=40 Min=20 Max=69 Min/Ave=0,50 Min/Max =0,29

Πίνακας 8.10: Τιμές έντασης φωτισμού (lux) για τμήμα 40-52m 1^{ης} λωρίδας

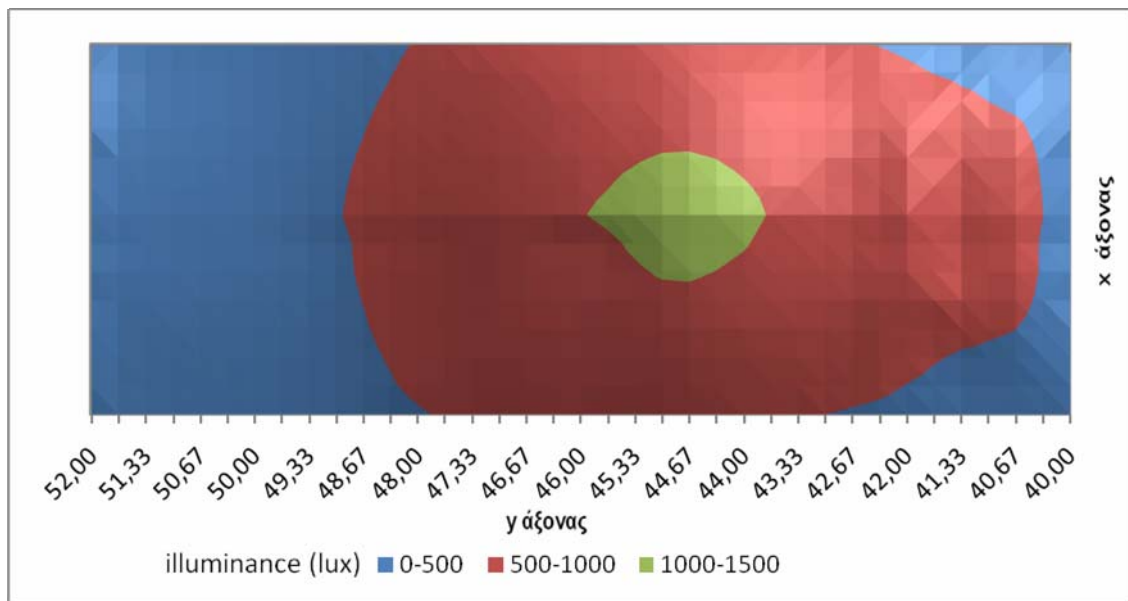
x(m) / y(m)	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5
40,00	287	327	357	382	385	404	400
40,33	307	358	407	442	471	486	485
40,67	329	383	445	502	546	569	577
41,00	352	404	464	525	569	593	601
41,33	373	419	480	551	605	608	615
41,67	400	454	515	589	672	693	707
42,00	429	494	566	642	716	761	778
42,33	462	534	608	680	743	780	793
42,67	481	555	630	699	760	795	817
43,00	500	580	660	735	794	834	861
43,33	524	617	705	779	834	877	910
43,67	562	656	742	818	880	925	959
44,00	595	687	778	858	916	968	1012
44,33	619	717	809	887	949	998	1033
44,67	640	740	830	908	966	1018	1050
45,00	654	748	836	906	963	1013	1055
45,33	655	749	826	890	946	984	1020
45,67	653	739	807	868	919	949	977
46,00	646	721	786	844	888	917	943
46,33	632	701	763	817	854	884	908
46,67	609	677	736	782	817	846	872
47,00	582	645	701	740	772	800	823
47,33	551	607	657	689	717	740	759
47,67	517	569	608	635	659	678	691
48,00	483	529	559	582	604	620	628
48,33	449	487	511	533	551	563	570
48,67	418	447	468	488	502	513	517
49,00	390	413	433	451	463	471	473
49,33	365	386	405	422	434	442	443
49,67	344	364	384	401	414	422	424
50,00	326	346	367	384	399	408	411
50,33	311	332	354	373	388	398	401
50,67	299	320	344	365	381	391	393
51,00	288	311	336	360	376	388	390
51,33	280	305	331	356	376	388	390
51,67	280	306	334	357	378	391	391
52,00	287	327	357	382	386	404	400

Πίνακας 8.11: Τιμές έντασης φωτισμού (lux) για τμήμα 40-52m 2^{ης} λωρίδας

x(m) / y(m)	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
40,00	410	407	396	396	371	335	289
40,33	501	494	483	459	424	368	310
40,67	593	579	563	527	471	400	337
41,00	619	609	589	554	498	432	366
41,33	635	627	616	583	543	458	382
41,67	721	719	691	671	597	493	416
42,00	804	785	764	718	635	538	454
42,33	814	799	775	736	663	577	491
42,67	841	819	799	755	684	597	512
43,00	880	859	837	792	717	626	533
43,33	934	920	882	837	760	671	571
43,67	991	972	931	879	808	719	614
44,00	1040	1011	971	917	850	762	654
44,33	1069	1042	998	943	877	795	694
44,67	1087	1054	1012	956	890	818	721
45,00	1084	1052	1009	957	891	824	736
45,33	1060	1028	990	941	883	817	738
45,67	1026	997	966	922	869	804	727
46,00	992	968	938	895	850	787	711
46,33	947	925	899	860	820	763	691
46,67	895	875	851	818	779	733	666
47,00	839	820	798	768	731	694	634
47,33	776	759	739	712	680	644	597
47,67	709	696	677	653	625	593	555
48,00	645	633	618	598	570	541	511
48,33	586	577	562	543	519	493	466
48,67	533	525	512	494	473	451	427
49,00	488	481	470	454	435	414	393
49,33	454	448	438	423	404	384	364
49,67	429	423	414	399	380	361	341
50,00	412	406	397	382	363	343	322
50,33	403	397	386	372	352	329	307
50,67	397	390	381	366	344	319	295
51,00	393	387	378	362	338	311	286
51,33	393	387	378	361	336	307	280
51,67	397	390	382	367	344	313	281
52,00	410	407	396	396	371	335	289



Εικ.8.16: Τρισδιάστατη απεικόνιση έντασης φωτισμού για το τμήμα 40-52m



Εικ.8.17: Δισδιάστατη απεικόνιση έντασης φωτισμού για το τμήμα 40-52m

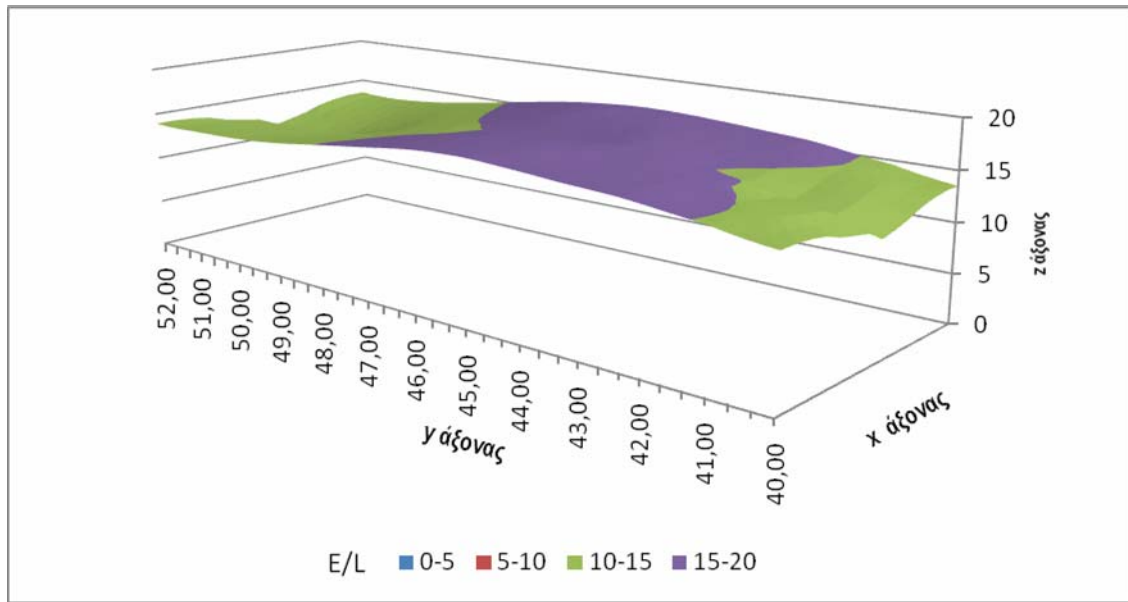
Average=607 Min=279 Max=1086 Min/Ave=0,46 Min/Max =0,26

Πίνακας 8.12: Τιμές του λόγου έντασης φωτισμού προς λαμπρότητα για το τμήμα 40-52m 1^{ης} λωρίδας

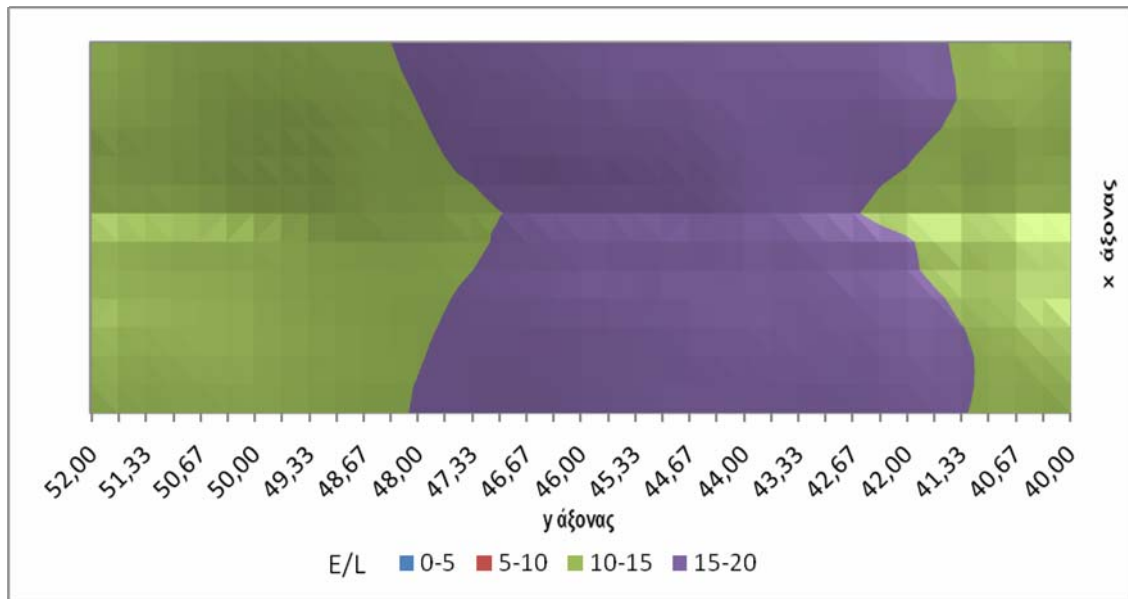
x(m) / y(m)	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5
40,00	13,96	13,99	13,86	13,59	13,00	12,67	12,35
40,33	14,17	14,28	14,25	14,04	13,61	13,25	12,96
40,67	14,46	14,57	14,62	14,51	14,21	13,85	13,61
41,00	14,82	14,89	14,90	14,80	14,52	14,15	13,89
41,33	15,06	15,09	15,09	15,02	14,79	14,36	14,13
41,67	15,28	15,34	15,34	15,28	15,15	14,79	14,68
42,00	15,52	15,61	15,65	15,59	15,44	15,19	15,12
42,33	15,72	15,85	15,88	15,81	15,67	15,42	15,35
42,67	15,84	15,95	15,97	15,93	15,82	15,60	15,55
43,00	15,93	16,07	16,09	16,07	15,97	15,83	15,77
43,33	16,03	16,18	16,23	16,16	16,08	15,97	15,95
43,67	16,18	16,29	16,34	16,30	16,21	16,09	16,05
44,00	16,31	16,38	16,46	16,47	16,36	16,25	16,20
44,33	16,43	16,51	16,61	16,62	16,48	16,31	16,25
44,67	16,54	16,61	16,75	16,72	16,56	16,30	16,23
45,00	16,62	16,66	16,72	16,72	16,57	16,30	16,18
45,33	16,60	16,66	16,67	16,67	16,49	16,20	16,03
45,67	16,53	16,59	16,58	16,59	16,42	16,07	15,87
46,00	16,42	16,46	16,46	16,47	16,31	15,96	15,75
46,33	16,23	16,28	16,29	16,28	16,12	15,77	15,59
46,67	15,99	16,05	16,07	16,02	15,86	15,53	15,38
47,00	15,75	15,80	15,81	15,74	15,57	15,27	15,09
47,33	15,53	15,54	15,52	15,43	15,27	14,99	14,79
47,67	15,31	15,29	15,21	15,09	14,92	14,68	14,51
48,00	15,07	15,03	14,91	14,74	14,56	14,35	14,18
48,33	14,84	14,79	14,62	14,40	14,23	14,01	13,82
48,67	14,59	14,52	14,32	14,11	13,90	13,65	13,44
49,00	14,39	14,27	14,08	13,82	13,57	13,31	13,06
49,33	14,21	14,06	13,86	13,56	13,27	13,01	12,74
49,67	14,09	13,91	13,70	13,38	13,05	12,80	12,55
50,00	14,01	13,84	13,59	13,26	12,93	12,65	12,43
50,33	13,95	13,81	13,57	13,23	12,89	12,57	12,37
50,67	13,91	13,79	13,57	13,24	12,86	12,54	12,33
51,00	13,89	13,76	13,57	13,25	12,84	12,51	12,28
51,33	13,82	13,73	13,57	13,29	12,87	12,52	12,25
51,67	13,82	13,75	13,61	13,35	12,90	12,54	12,24
52,00	13,91	13,94	13,81	13,57	12,99	12,65	12,33

Πίνακας 8.13: Τιμές του λόγου έντασης φωτισμού προς λαμπρότητα για το τμήμα 40-52m 2^{ης} λωρίδας

x(m) / y(m)	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
40,00	11,36	11,74	12,21	12,87	13,25	13,50	13,52
40,33	12,11	12,46	12,93	13,45	13,73	13,84	13,80
40,67	12,84	13,14	13,59	14,05	14,21	14,22	14,16
41,00	13,18	13,49	13,96	14,40	14,59	14,62	14,59
41,33	13,46	13,76	14,24	14,69	14,93	14,90	14,85
41,67	13,98	14,31	14,70	15,12	15,31	15,21	15,15
42,00	14,49	14,78	15,13	15,44	15,62	15,57	15,48
42,33	14,75	15,02	15,35	15,64	15,85	15,85	15,75
42,67	15,09	15,26	15,56	15,81	15,99	16,00	15,90
43,00	15,40	15,55	15,76	16,01	16,12	16,14	16,03
43,33	15,67	15,81	15,97	16,15	16,27	16,28	16,17
43,67	15,86	15,99	16,15	16,32	16,40	16,40	16,31
44,00	16,00	16,16	16,33	16,46	16,49	16,52	16,43
44,33	15,96	16,18	16,40	16,55	16,63	16,63	16,56
44,67	15,80	16,05	16,34	16,57	16,74	16,71	16,64
45,00	15,65	15,94	16,31	16,60	16,74	16,76	16,69
45,33	15,55	15,86	16,27	16,58	16,74	16,80	16,71
45,67	15,44	15,77	16,22	16,56	16,80	16,78	16,67
46,00	15,34	15,69	16,18	16,52	16,69	16,69	16,57
46,33	15,24	15,57	16,08	16,34	16,49	16,51	16,43
46,67	15,13	15,39	15,87	16,10	16,24	16,31	16,28
47,00	14,97	15,21	15,60	15,83	15,97	16,08	16,06
47,33	14,76	14,99	15,31	15,54	15,70	15,80	15,81
47,67	14,57	14,76	15,00	15,21	15,37	15,49	15,55
48,00	14,25	14,43	14,63	14,83	15,02	15,17	15,26
48,33	13,89	14,09	14,26	14,45	14,68	14,87	14,99
48,67	13,56	13,71	13,90	14,12	14,37	14,58	14,69
49,00	13,10	13,26	13,49	13,76	14,05	14,27	14,42
49,33	12,55	12,73	13,01	13,35	13,72	13,95	14,15
49,67	12,06	12,27	12,58	12,98	13,39	13,66	13,90
50,00	11,63	11,86	12,23	12,67	13,09	13,41	13,68
50,33	11,28	11,52	11,96	12,42	12,86	13,22	13,50
50,67	11,11	11,38	11,85	12,31	12,71	13,08	13,36
51,00	11,07	11,34	11,82	12,29	12,68	13,01	13,28
51,33	11,09	11,41	11,87	12,36	12,73	13,05	13,24
51,67	11,17	11,51	11,97	12,51	12,90	13,17	13,30
52,00	11,34	11,73	12,19	12,83	13,21	13,44	13,45



Εικ.8.18: Τρισδιάστατη απεικόνιση του λόγου έντασης φωτισμού προς λαμπρότητα για το τμήμα 40-52m



Εικ.8.19: Δισδιάστατη απεικόνιση του λόγου έντασης φωτισμού προς λαμπρότητα για το τμήμα 40-52m

Average=**14,73** Min=**11,07** Max=**16,80**

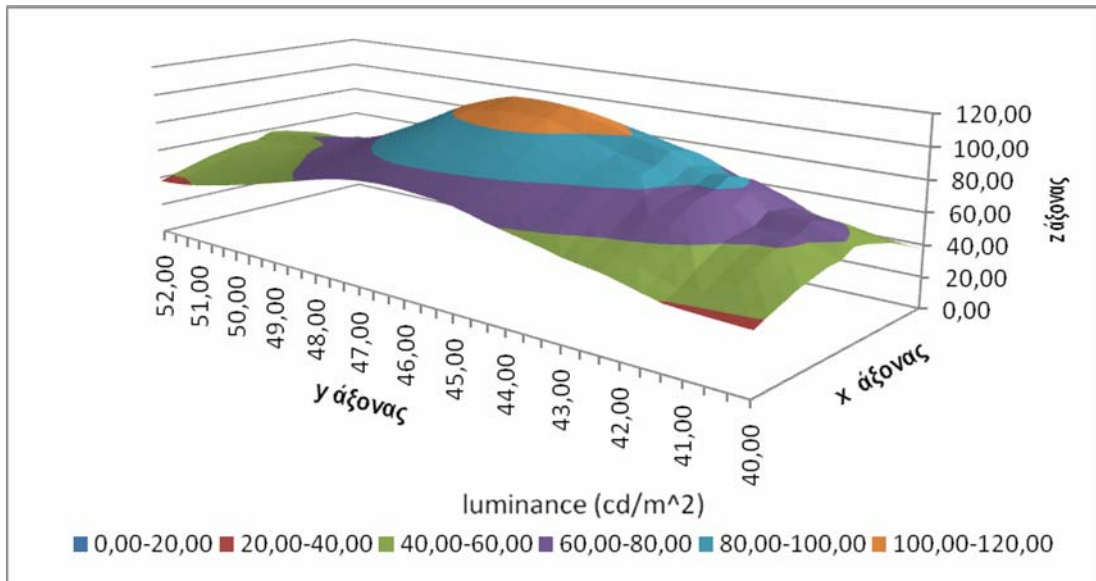
8.2.3. Stage 3

Πίνακας 8.14: Τιμές λαμπρότητας (cd/m^2) για θέση παρατηρητή $x=2, y=-20$

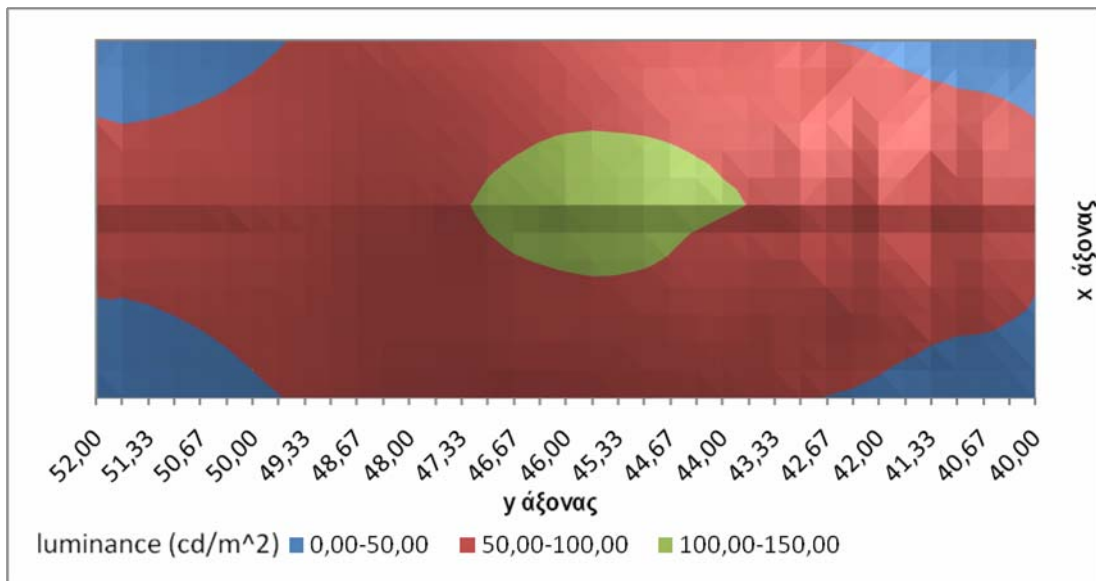
x(m) / y(m)	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5
40,00	37	41	45	48	51	53	54
40,33	38	42	47	51	55	57	58
40,67	38	43	48	54	58	61	62
41,00	39	43	49	54	59	62	63
41,33	39	44	51	56	61	62	63
41,67	42	47	55	62	68	71	72
42,00	45	51	59	67	73	78	80
42,33	48	54	62	69	75	78	79
42,67	50	56	63	70	78	80	82
43,00	51	59	66	74	81	86	88
43,33	54	62	70	78	84	88	90
43,67	57	65	73	80	86	90	92
44,00	59	67	76	83	88	93	96
44,33	61	71	79	86	92	96	99
44,67	64	74	82	89	95	99	103
45,00	67	76	84	91	96	102	106
45,33	68	77	85	92	98	103	107
45,67	69	78	86	92	98	103	107
46,00	70	79	86	92	97	102	106
46,33	71	79	86	91	96	101	105
46,67	70	79	85	90	95	99	103
47,00	70	77	83	88	92	96	100
47,33	68	75	80	85	88	92	95
47,67	66	72	77	81	84	88	90
48,00	64	69	74	77	80	83	85
48,33	61	65	70	73	76	78	80
48,67	58	62	66	69	71	73	75
49,00	55	59	62	65	67	69	70
49,33	52	56	58	61	64	65	67
49,67	50	53	55	58	61	63	64
50,00	47	50	53	56	58	60	61
50,33	45	48	51	54	56	58	59
50,67	43	45	49	52	54	56	57
51,00	41	43	47	50	53	55	56
51,33	39	42	45	49	52	54	55
51,67	38	41	44	48	51	53	54
52,00	37	41	45	49	51	53	54

Πίνακας 8.15: Τιμές λαμπρότητας (cd/m^2) για θέση παρατηρητή $x=6$, $y=-20$

x(m) / y(m)	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
40,00	58	56	53	51	47	42	37
40,33	63	61	58	54	49	43	38
40,67	68	65	62	57	51	44	38
41,00	68	66	63	58	52	45	39
41,33	69	67	66	60	54	46	40
41,67	78	77	73	67	58	49	43
42,00	85	82	78	71	62	53	46
42,33	84	82	79	73	66	57	48
42,67	87	86	82	77	69	59	50
43,00	94	92	89	82	72	62	53
43,33	97	95	91	85	76	67	57
43,67	100	98	93	88	80	70	60
44,00	103	100	96	91	83	73	63
44,33	106	104	99	93	86	77	66
44,67	110	107	102	96	88	80	69
45,00	113	109	103	97	90	82	72
45,33	114	109	104	98	91	84	74
45,67	114	109	104	98	92	85	75
46,00	114	109	104	98	92	85	76
46,33	111	107	101	96	91	84	76
46,67	107	104	99	94	89	83	75
47,00	103	100	96	91	86	80	73
47,33	98	95	91	87	83	78	71
47,67	92	89	86	83	79	74	68
48,00	87	84	82	78	75	71	65
48,33	81	79	77	74	70	66	62
48,67	76	74	72	69	66	62	59
49,00	71	70	67	65	62	59	55
49,33	68	67	64	61	58	55	52
49,67	65	64	62	58	55	52	49
50,00	64	62	59	56	53	49	46
50,33	62	61	58	54	51	47	44
50,67	61	59	56	53	49	45	42
51,00	60	58	55	52	48	44	40
51,33	59	57	54	50	46	42	39
51,67	58	56	54	50	46	42	38
52,00	58	56	54	51	47	42	37



Εικ.8.20: Τρισδιάστατη απεικόνιση λαμπρότητας για το τμήμα 40-52m



Εικ.8.21: Δισδιάστατη απεικόνιση λαμπρότητας για το τμήμα 40-52m

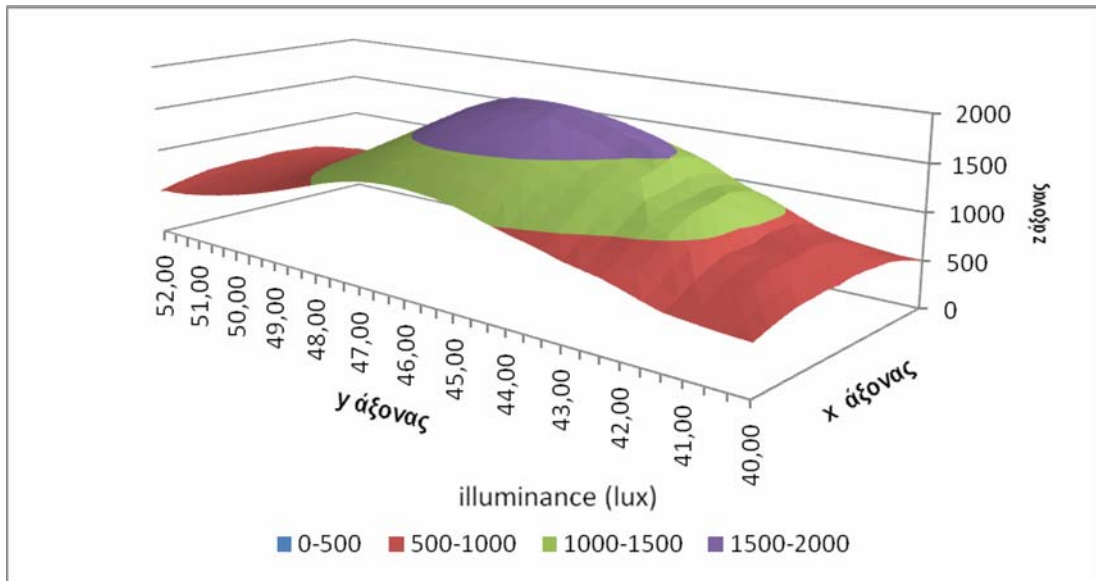
Average=70 Min=37 Max=114 Min/Ave=0,53 Min/Max =0,33

Πίνακας 8.16: Τιμές έντασης φωτισμού (lux) για τμήμα 40-52m 1^{ης} λωρίδας

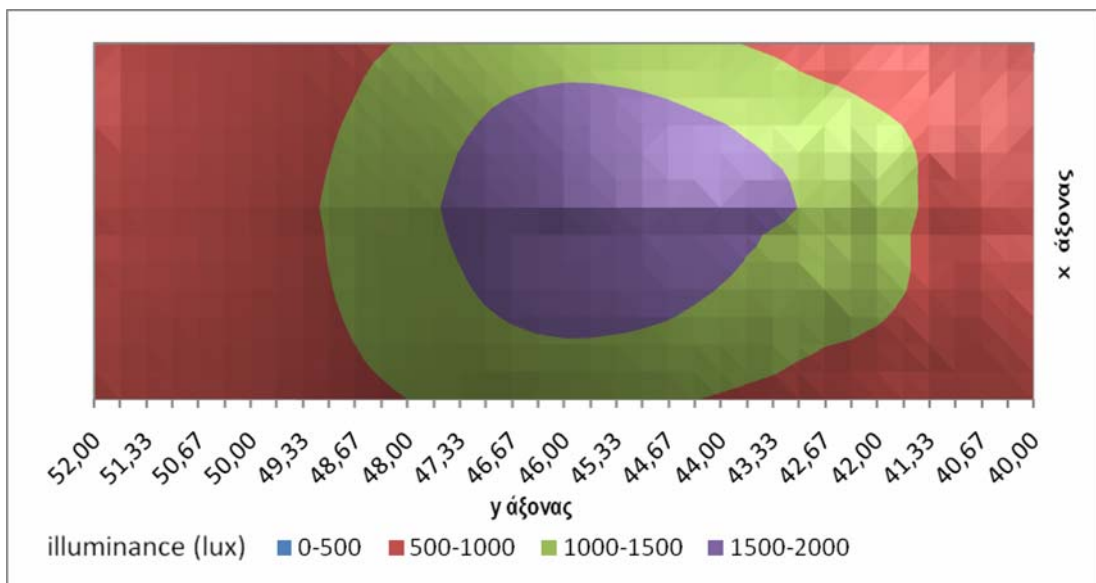
x(m) / y(m)	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5
40,00	510	563	607	644	653	669	661
40,33	519	585	650	697	732	745	740
40,67	533	604	684	756	805	827	830
41,00	551	625	705	781	831	854	856
41,33	571	649	748	823	883	880	878
41,67	626	711	828	940	1021	1052	1051
42,00	690	793	917	1042	1137	1190	1209
42,33	746	856	980	1103	1182	1217	1224
42,67	782	894	1012	1134	1244	1272	1294
43,00	819	947	1077	1206	1319	1392	1425
43,33	874	1020	1159	1288	1381	1450	1479
43,67	920	1067	1207	1330	1429	1491	1534
44,00	964	1118	1265	1391	1489	1559	1617
44,33	1011	1179	1333	1458	1555	1622	1687
44,67	1070	1243	1388	1515	1611	1682	1741
45,00	1120	1282	1426	1557	1647	1728	1798
45,33	1150	1309	1456	1576	1671	1743	1809
45,67	1168	1330	1472	1589	1675	1744	1801
46,00	1182	1336	1476	1581	1661	1727	1783
46,33	1182	1335	1462	1561	1637	1695	1750
46,67	1171	1320	1431	1525	1602	1655	1710
47,00	1146	1279	1384	1471	1540	1594	1644
47,33	1108	1222	1321	1399	1458	1506	1549
47,67	1058	1160	1248	1316	1367	1409	1443
48,00	1000	1093	1171	1228	1273	1310	1337
48,33	937	1019	1088	1135	1174	1205	1229
48,67	876	946	1002	1043	1076	1101	1117
49,00	817	879	923	958	987	1006	1015
49,33	762	815	853	885	909	925	931
49,67	713	757	792	822	845	859	863
50,00	668	706	740	768	790	804	806
50,33	628	662	696	725	745	757	759
50,67	591	625	660	690	711	721	722
51,00	559	594	630	663	684	695	695
51,33	533	569	608	642	666	677	676
51,67	517	554	596	629	655	666	663
52,00	510	563	607	644	653	669	662

Πίνακας 8.17: Τιμές έντασης φωτισμού (lux) για τμήμα 40-52m 2^{ης} λωρίδας

x(m) / y(m)	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
40,00	681	678	663	653	611	559	498
40,33	770	763	748	712	658	583	509
40,67	865	852	831	780	703	611	530
41,00	897	888	865	817	733	641	554
41,33	927	923	928	870	787	671	577
41,67	1108	1102	1075	998	874	734	629
42,00	1252	1228	1182	1088	954	813	690
42,33	1267	1255	1217	1139	1030	884	745
42,67	1346	1333	1293	1228	1101	930	788
43,00	1496	1474	1430	1333	1175	1000	845
43,33	1572	1544	1483	1401	1258	1091	920
43,67	1638	1607	1544	1457	1322	1156	981
44,00	1718	1666	1610	1518	1384	1215	1037
44,33	1775	1737	1662	1573	1441	1281	1098
44,67	1834	1787	1710	1620	1493	1342	1158
45,00	1877	1820	1748	1652	1534	1387	1205
45,33	1895	1836	1761	1670	1558	1420	1245
45,67	1894	1839	1771	1681	1570	1441	1271
46,00	1883	1829	1763	1676	1569	1446	1285
46,33	1832	1783	1724	1647	1547	1426	1282
46,67	1762	1719	1667	1597	1508	1395	1257
47,00	1684	1647	1601	1531	1454	1348	1215
47,33	1583	1548	1506	1444	1379	1282	1162
47,67	1469	1438	1399	1348	1287	1208	1102
48,00	1353	1326	1292	1247	1191	1128	1036
48,33	1242	1218	1186	1145	1096	1042	966
48,67	1133	1112	1083	1047	1004	957	899
49,00	1032	1014	990	959	920	877	831
49,33	945	930	909	880	844	806	764
49,67	870	858	840	813	779	743	703
50,00	810	799	782	757	725	690	651
50,33	764	755	738	714	681	645	607
50,67	728	720	705	680	646	608	571
51,00	701	694	679	654	618	579	540
51,33	684	677	662	637	599	558	517
51,67	676	669	656	631	594	548	502
52,00	681	678	663	653	611	559	498



Εικ.8.22: Τρισδιάστατη απεικόνιση έντασης φωτισμού για το τμήμα 40-52m



Εικ.8.23: Δισδιάστατη απεικόνιση έντασης φωτισμού για το τμήμα 40-52m

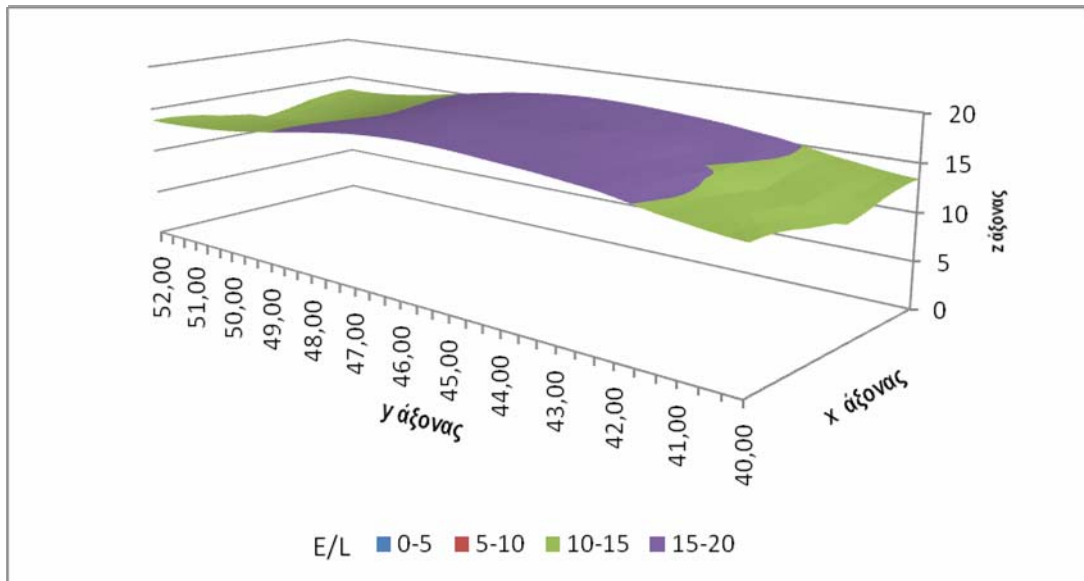
Average=1081 Min=497 Max=1894 Min/Ave=0,46 Min/Max =0,26

Πίνακας 8.18: Τιμές του λόγου έντασης φωτισμού προς λαμπρότητα για το τμήμα 40-52m 1^{ης} λωρίδας

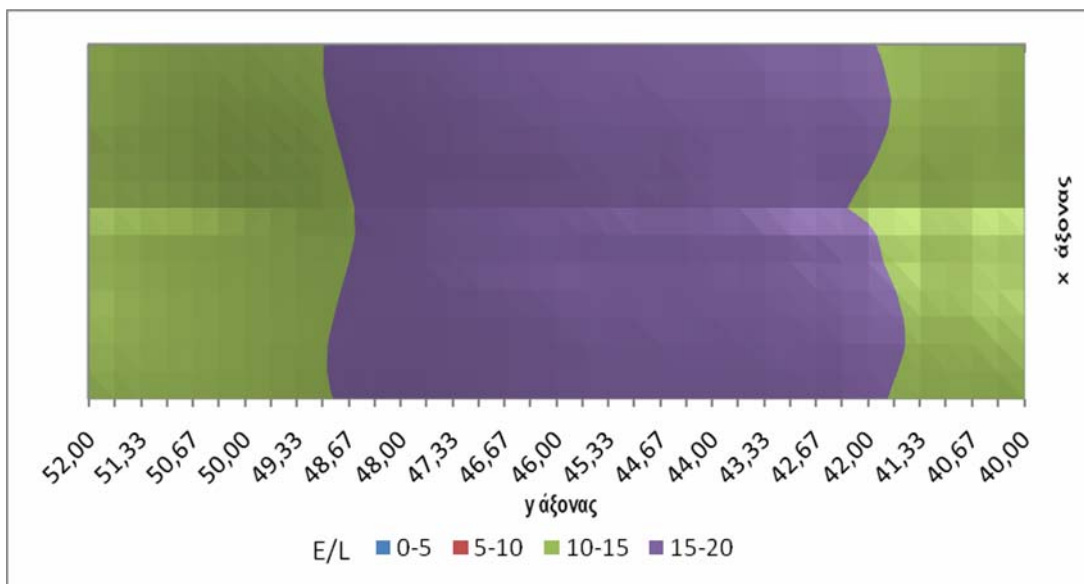
x(m) / y(m)	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5
40,00	13,71	13,72	13,57	13,30	12,89	12,60	12,34
40,33	13,83	13,92	13,87	13,67	13,33	13,02	12,78
40,67	14,04	14,15	14,18	14,10	13,81	13,52	13,30
41,00	14,31	14,42	14,47	14,40	14,14	13,83	13,62
41,33	14,55	14,68	14,77	14,70	14,47	14,13	13,93
41,67	14,90	15,05	15,18	15,16	15,02	14,77	14,60
42,00	15,28	15,46	15,60	15,59	15,50	15,33	15,20
42,33	15,59	15,79	15,91	15,89	15,81	15,63	15,51
42,67	15,77	15,97	16,07	16,10	16,05	15,89	15,86
43,00	15,95	16,17	16,27	16,34	16,31	16,23	16,25
43,33	16,13	16,36	16,49	16,54	16,53	16,47	16,51
43,67	16,26	16,46	16,61	16,68	16,68	16,63	16,66
44,00	16,38	16,58	16,74	16,83	16,85	16,82	16,84
44,33	16,51	16,71	16,88	16,96	16,97	16,93	16,96
44,67	16,64	16,83	17,01	17,05	17,03	16,96	16,98
45,00	16,75	16,91	17,05	17,13	17,09	16,99	16,96
45,33	16,80	16,97	17,11	17,17	17,10	16,97	16,93
45,67	16,84	17,00	17,16	17,20	17,12	16,91	16,87
46,00	16,82	16,97	17,12	17,20	17,12	16,91	16,79
46,33	16,75	16,89	17,01	17,10	17,06	16,84	16,73
46,67	16,63	16,76	16,88	16,95	16,93	16,71	16,62
47,00	16,48	16,60	16,69	16,77	16,75	16,54	16,44
47,33	16,27	16,39	16,47	16,54	16,49	16,34	16,24
47,67	16,02	16,15	16,21	16,25	16,19	16,08	16,01
48,00	15,74	15,87	15,93	15,92	15,84	15,74	15,69
48,33	15,46	15,56	15,60	15,57	15,49	15,38	15,30
48,67	15,16	15,26	15,26	15,21	15,11	14,99	14,89
49,00	14,88	14,94	14,93	14,83	14,71	14,57	14,44
49,33	14,62	14,64	14,60	14,46	14,29	14,13	13,99
49,67	14,37	14,35	14,27	14,11	13,91	13,74	13,58
50,00	14,17	14,10	13,99	13,79	13,59	13,39	13,23
50,33	14,00	13,92	13,77	13,55	13,33	13,10	12,94
50,67	13,87	13,77	13,59	13,37	13,11	12,87	12,70
51,00	13,78	13,67	13,46	13,23	12,94	12,68	12,50
51,33	13,69	13,60	13,41	13,15	12,84	12,56	12,35
51,67	13,63	13,57	13,41	13,14	12,80	12,52	12,28
52,00	13,67	13,68	13,53	13,28	12,85	12,58	12,33

Πίνακας 8.19: Τιμές του λόγου έντασης φωτισμού προς λαμπρότητα για το τμήμα 40-52m 2^{ης} λωρίδας

x(m) / y(m)	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
40,00	11,74	12,02	12,39	12,86	13,14	13,36	13,40
40,33	12,23	12,50	12,87	13,24	13,47	13,58	13,56
40,67	12,79	13,04	13,39	13,70	13,84	13,87	13,80
41,00	13,12	13,40	13,75	14,04	14,17	14,18	14,10
41,33	13,45	13,72	14,13	14,38	14,51	14,46	14,36
41,67	14,15	14,39	14,71	14,91	14,95	14,85	14,73
42,00	14,75	14,93	15,18	15,33	15,37	15,27	15,11
42,33	15,06	15,24	15,48	15,66	15,72	15,61	15,43
42,67	15,44	15,58	15,78	15,93	15,98	15,84	15,65
43,00	15,86	16,00	16,13	16,23	16,23	16,10	15,89
43,33	16,17	16,29	16,37	16,44	16,46	16,34	16,13
43,67	16,42	16,49	16,54	16,60	16,60	16,48	16,29
44,00	16,63	16,66	16,72	16,76	16,72	16,60	16,43
44,33	16,68	16,75	16,81	16,88	16,85	16,72	16,56
44,67	16,63	16,72	16,85	16,95	16,97	16,83	16,68
45,00	16,61	16,75	16,92	17,02	17,00	16,91	16,77
45,33	16,63	16,80	16,97	17,06	17,05	16,99	16,83
45,67	16,62	16,81	17,00	17,10	17,14	17,03	16,87
46,00	16,58	16,78	17,03	17,15	17,14	17,03	16,86
46,33	16,53	16,72	16,99	17,09	17,08	16,99	16,81
46,67	16,43	16,61	16,87	16,97	17,00	16,90	16,71
47,00	16,30	16,48	16,72	16,83	16,86	16,75	16,56
47,33	16,13	16,30	16,52	16,60	16,62	16,52	16,37
47,67	15,93	16,07	16,22	16,29	16,31	16,26	16,16
48,00	15,62	15,73	15,86	15,94	15,99	15,99	15,90
48,33	15,27	15,38	15,49	15,58	15,67	15,68	15,61
48,67	14,91	15,01	15,13	15,23	15,32	15,35	15,30
49,00	14,44	14,54	14,68	14,82	14,94	14,99	14,98
49,33	13,86	13,98	14,15	14,36	14,54	14,63	14,67
49,67	13,29	13,44	13,65	13,91	14,14	14,29	14,36
50,00	12,75	12,92	13,19	13,50	13,77	13,95	14,08
50,33	12,28	12,46	12,79	13,13	13,44	13,68	13,83
50,67	11,96	12,17	12,52	12,88	13,18	13,44	13,62
51,00	11,77	11,98	12,34	12,70	13,01	13,27	13,46
51,33	11,66	11,90	12,25	12,63	12,92	13,19	13,34
51,67	11,63	11,89	12,25	12,65	12,93	13,17	13,30
52,00	11,72	12,00	12,37	12,83	13,10	13,30	13,35



Εικ.8.24: Τρισδιάστατη απεικόνιση του λόγου έντασης φωτισμού προς λαμπρότητα για το τμήμα 40-52m



Εικ.8.25: Δισδιάστατη απεικόνιση του λόγου έντασης φωτισμού προς λαμπρότητα για το τμήμα 40-52m

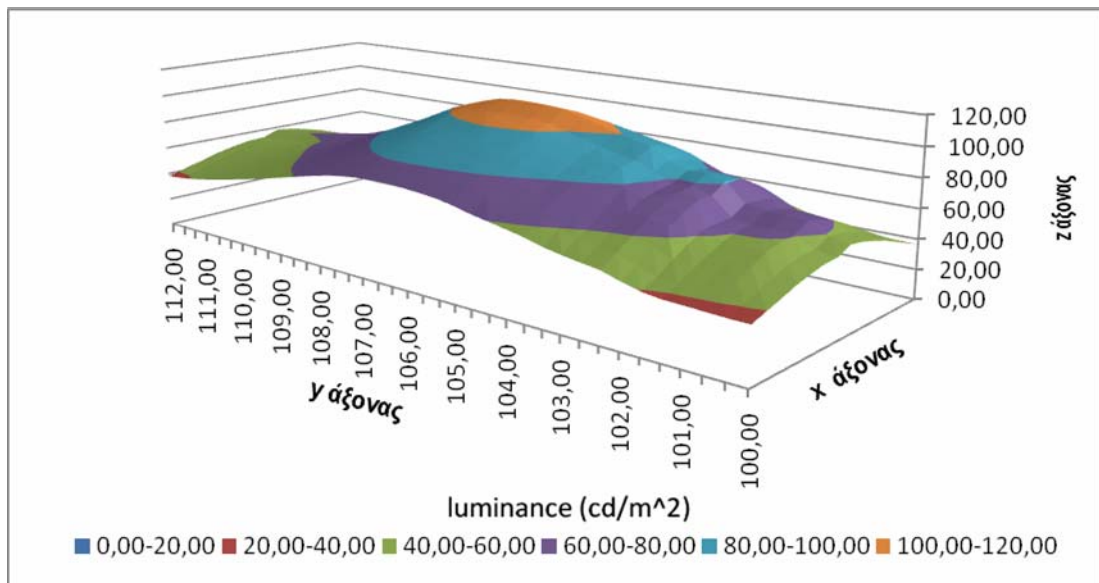
Average=15,15 Min=11,63 Max=17,20

Πίνακας 8.20: Τιμές λαμπρότητας (cd/m^2) για θέση παρατηρητή $x=2, y=40$

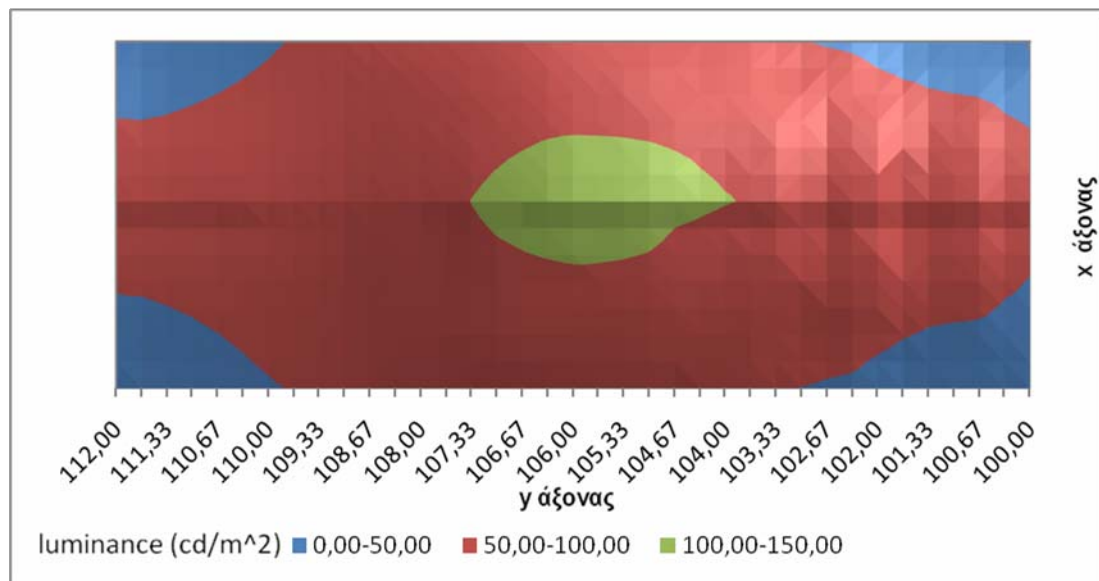
x(m) / y(m)	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5
100,00	36	40	43	47	50	52	52
100,33	37	41	45	49	52	54	54
100,67	37	42	47	52	57	59	61
101,00	38	42	47	53	57	60	62
101,33	38	43	48	54	58	61	62
101,67	39	44	51	57	62	63	64
102,00	42	48	56	64	70	75	75
102,33	46	53	60	68	73	77	79
102,67	48	54	61	69	74	77	78
103,00	50	56	63	71	78	81	83
103,33	52	59	67	75	82	87	89
103,67	55	63	71	79	85	89	91
104,00	57	66	74	81	86	91	94
104,33	60	68	76	83	89	94	97
104,67	62	71	79	87	92	97	100
105,00	65	74	82	89	95	100	104
105,33	67	76	83	90	96	101	105
105,67	68	77	84	91	97	101	105
106,00	69	78	85	91	97	102	106
106,33	70	78	85	91	96	101	105
106,67	70	78	85	90	95	99	103
107,00	69	78	84	88	93	97	101
107,33	68	75	81	86	90	94	97
107,67	67	73	78	82	86	89	92
108,00	64	70	75	79	82	85	87
108,33	62	67	71	75	78	81	83
108,67	59	64	68	71	74	76	78
109,00	56	60	64	67	69	71	73
109,33	54	57	60	63	66	68	69
109,67	51	54	57	60	62	64	65
110,00	49	52	54	57	60	62	63
110,33	46	49	52	55	57	59	60
110,67	44	47	50	53	55	57	58
111,00	42	45	48	51	54	56	57
111,33	40	43	46	50	53	55	55
111,67	39	42	45	49	52	54	55
112,00	38	42	45	49	51	53	54

Πίνακας 8.21: Τιμές λαμπρότητας (cd/m^2) για θέση παρατηρητή $x=6$, $y=40$

x(m) / y(m)	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
100,00	57	55	52	49	45	41	36
100,33	59	58	55	51	47	42	37
100,67	66	63	60	55	49	43	37
101,00	67	65	61	56	50	44	38
101,33	67	65	62	58	52	45	39
101,67	69	68	67	62	55	47	40
102,00	81	80	75	69	59	50	43
102,33	84	81	77	71	63	54	47
102,67	83	82	78	72	66	57	48
103,00	88	86	83	78	70	59	51
103,33	96	93	89	83	74	63	54
103,67	98	96	92	86	78	68	58
104,00	101	98	94	89	81	71	61
104,33	104	101	97	91	83	74	64
104,67	108	105	100	94	86	77	67
105,00	111	107	102	95	88	80	70
105,33	112	108	102	96	90	82	72
105,67	112	108	103	97	91	83	74
106,00	113	108	103	97	91	84	75
106,33	111	107	102	97	90	84	76
106,67	108	104	100	95	89	83	75
107,00	105	101	97	92	87	81	74
107,33	100	97	93	89	84	79	72
107,67	95	92	89	85	81	76	69
108,00	89	87	84	80	77	72	66
108,33	84	82	79	76	72	69	63
108,67	79	77	74	71	68	64	60
109,00	74	72	70	67	64	61	57
109,33	70	69	66	63	60	57	54
109,67	67	66	63	60	57	54	51
110,00	65	63	61	58	54	51	48
110,33	64	62	59	56	52	49	45
110,67	62	60	57	54	50	47	43
111,00	60	59	56	52	48	45	41
111,33	59	57	55	51	47	43	40
111,67	58	57	54	50	46	42	38
112,00	58	56	54	51	46	42	38



Εικ.8.26: Τρισδιάστατη απεικόνιση λαμπρότητας για το τμήμα 100-112m



Εικ.8.27: Δισδιάστατη απεικόνιση λαμπρότητας για το τμήμα 100-112m

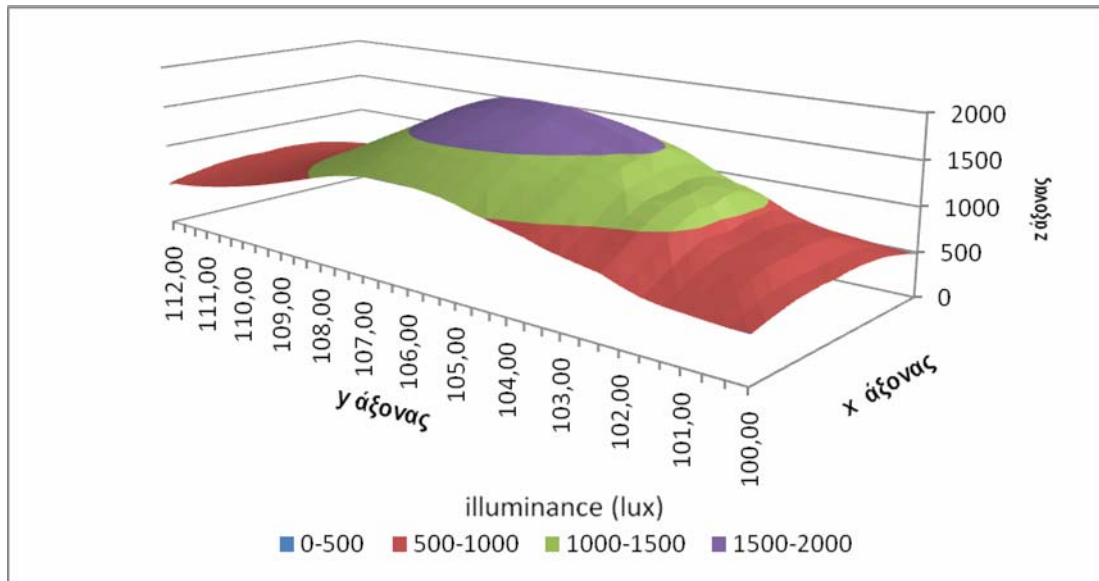
Average=69 Min=36 Max=113 Min/Ave=0,52 Min/Max =0,32

Πίνακας 8.22: Τιμές έντασης φωτισμού (lux) για τμήμα 100-112m 1^{ης} λωρίδας

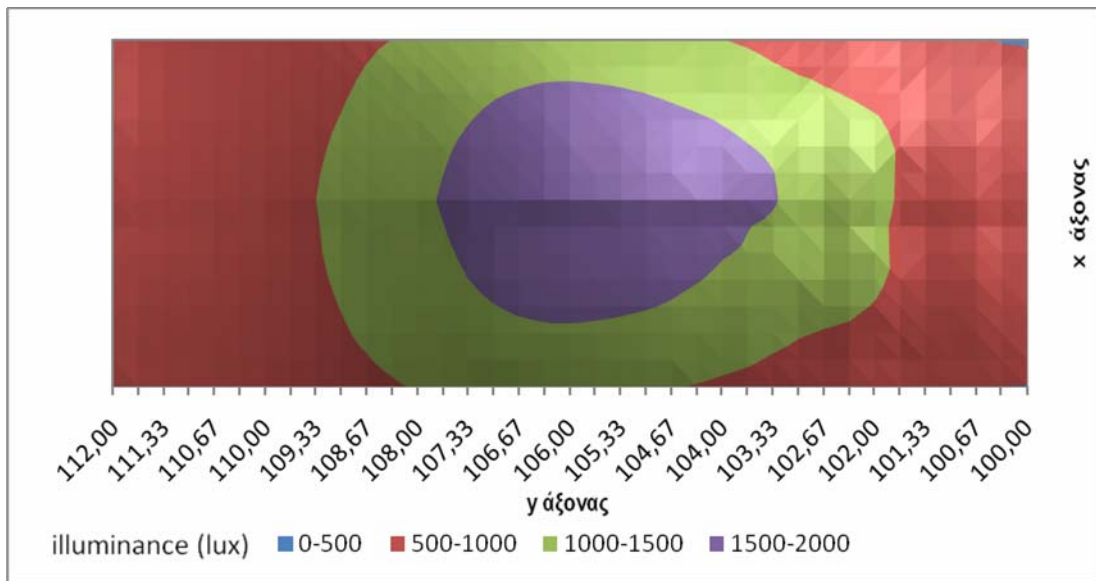
x(m) / y(m)	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5
100,00	497	543	580	616	631	643	636
100,33	501	560	617	656	682	690	677
100,67	515	583	661	722	773	790	791
101,00	531	601	678	750	801	825	826
101,33	546	623	707	779	826	845	845
101,67	578	656	761	849	911	904	899
102,00	640	732	853	981	1068	1129	1118
102,33	716	826	947	1068	1149	1198	1212
102,67	751	859	982	1102	1182	1211	1224
103,00	789	905	1026	1150	1265	1300	1331
103,33	832	966	1102	1233	1341	1417	1452
103,67	895	1041	1180	1307	1404	1474	1508
104,00	939	1088	1228	1353	1451	1518	1572
104,33	984	1138	1287	1412	1513	1582	1643
104,67	1026	1199	1347	1476	1571	1638	1697
105,00	1082	1251	1393	1518	1614	1689	1754
105,33	1122	1280	1423	1547	1636	1711	1779
105,67	1146	1302	1446	1562	1655	1720	1781
106,00	1161	1318	1460	1571	1654	1722	1777
106,33	1171	1322	1458	1560	1638	1702	1758
106,67	1166	1318	1439	1537	1611	1669	1724
107,00	1150	1295	1403	1493	1569	1623	1677
107,33	1121	1247	1350	1432	1499	1549	1597
107,67	1081	1188	1282	1357	1412	1456	1494
108,00	1028	1126	1208	1274	1322	1361	1390
108,33	968	1057	1131	1186	1229	1265	1292
108,67	907	985	1051	1096	1133	1162	1183
109,00	849	916	970	1009	1040	1063	1077
109,33	794	853	897	931	959	978	987
109,67	742	794	832	864	889	905	911
110,00	696	739	775	805	829	844	848
110,33	654	692	726	756	778	791	795
110,67	615	650	686	716	737	748	749
111,00	580	615	651	683	705	716	717
111,33	551	587	624	658	680	692	691
111,67	530	566	607	640	665	676	673
112,00	519	567	605	641	658	670	664

Πίνακας 8.23: Τιμές έντασης φωτισμού (lux) για τμήμα 100-112m 2^{ης} λωρίδας

x(m) / y(m)	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
100,00	654	653	640	623	583	539	485
100,33	704	706	696	668	624	557	490
100,67	825	813	796	742	675	587	509
101,00	864	856	832	781	703	613	532
101,33	890	883	865	819	739	641	551
101,67	947	951	959	900	802	679	583
102,00	1176	1180	1119	1036	892	752	641
102,33	1248	1227	1185	1103	976	840	712
102,67	1271	1260	1221	1141	1038	889	750
103,00	1375	1359	1320	1251	1119	944	797
103,33	1530	1507	1453	1359	1204	1026	863
103,67	1604	1577	1509	1428	1287	1120	947
104,00	1670	1626	1570	1480	1346	1182	1006
104,33	1736	1687	1625	1535	1401	1235	1059
104,67	1790	1750	1673	1584	1453	1298	1113
105,00	1837	1787	1712	1621	1498	1350	1168
105,33	1864	1806	1736	1643	1531	1387	1207
105,67	1873	1817	1745	1657	1548	1414	1242
106,00	1873	1819	1754	1664	1558	1429	1264
106,33	1851	1799	1735	1654	1549	1427	1274
106,67	1793	1746	1690	1616	1519	1405	1264
107,00	1719	1678	1628	1561	1476	1367	1234
107,33	1636	1600	1556	1488	1416	1313	1187
107,67	1530	1497	1458	1399	1336	1245	1132
108,00	1417	1387	1351	1302	1244	1171	1070
108,33	1307	1281	1247	1204	1149	1092	1003
108,67	1197	1174	1145	1104	1058	1007	937
109,00	1094	1074	1047	1012	971	925	872
109,33	1001	984	961	931	892	851	806
109,67	920	907	886	857	822	784	742
110,00	852	841	823	796	762	725	685
110,33	799	789	771	746	712	676	637
110,67	756	746	730	706	671	634	596
111,00	722	714	699	674	638	599	561
111,33	698	691	676	650	612	573	533
111,67	684	677	663	638	600	557	514
112,00	680	677	664	646	606	561	505



Εικ.8.28: Τρισδιάστατη απεικόνιση έντασης φωτισμού για το τμήμα 100-112m



Εικ.8.29: Δισδιάστατη απεικόνιση έντασης φωτισμού για το τμήμα 100-112m

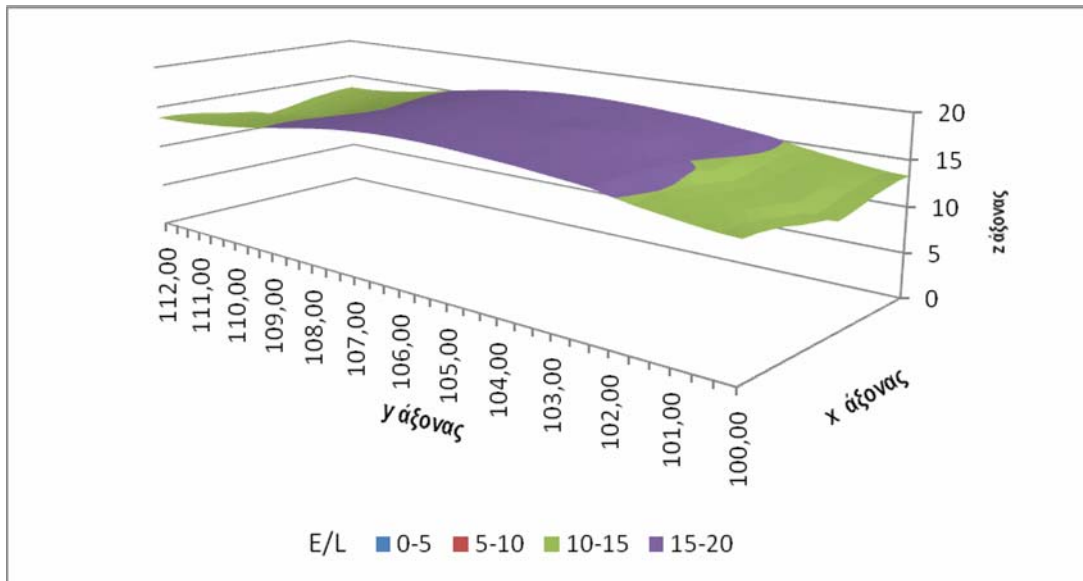
Average=1075 Min=484 Max=1872 Min/Ave=0,45 Min/Max =0,26

Πίνακας 8.24: Τιμές του λόγου έντασης φωτισμού προς λαμπρότητα για το τμήμα 100-112m 1^{ης} λωρίδας

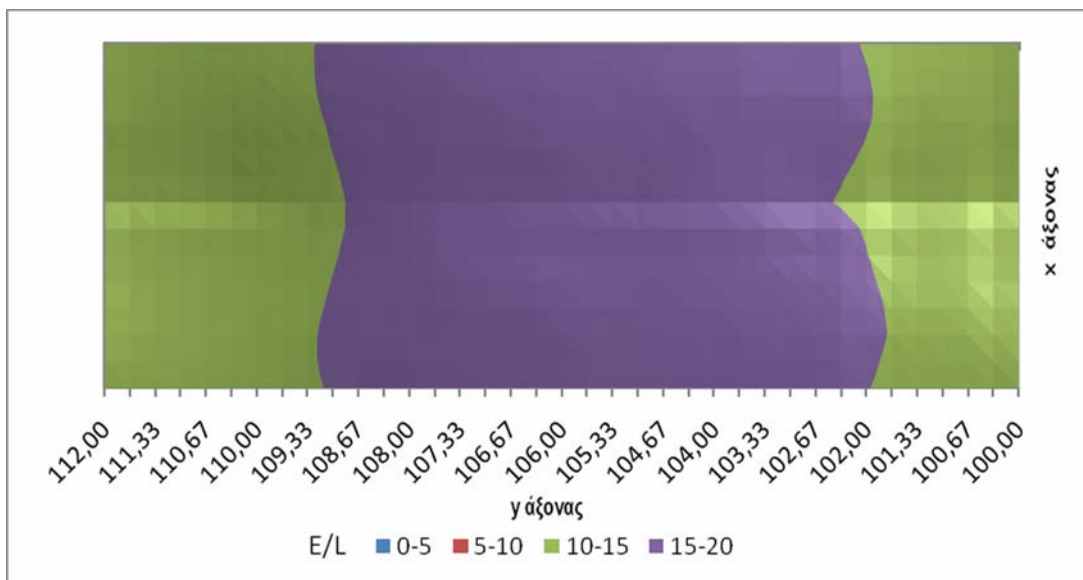
x(m) / y(m)	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5
100,00	11,74	12,02	12,39	12,86	13,14	13,36	13,40
100,33	12,23	12,50	12,87	13,24	13,47	13,58	13,56
100,67	12,79	13,04	13,39	13,70	13,84	13,87	13,80
101,00	13,12	13,40	13,75	14,04	14,17	14,18	14,10
101,33	13,45	13,72	14,13	14,38	14,51	14,46	14,36
101,67	14,15	14,39	14,71	14,91	14,95	14,85	14,73
102,00	14,75	14,93	15,18	15,33	15,37	15,27	15,11
102,33	15,06	15,24	15,48	15,66	15,72	15,61	15,43
102,67	15,44	15,58	15,78	15,93	15,98	15,84	15,65
103,00	15,86	16,00	16,13	16,23	16,23	16,10	15,89
103,33	16,17	16,29	16,37	16,44	16,46	16,34	16,13
103,67	16,42	16,49	16,54	16,60	16,60	16,48	16,29
104,00	16,63	16,66	16,72	16,76	16,72	16,60	16,43
104,33	16,68	16,75	16,81	16,88	16,85	16,72	16,56
104,67	16,63	16,72	16,85	16,95	16,97	16,83	16,68
105,00	16,61	16,75	16,92	17,02	17,00	16,91	16,77
105,33	16,63	16,80	16,97	17,06	17,05	16,99	16,83
105,67	16,62	16,81	17,00	17,10	17,14	17,03	16,87
106,00	16,58	16,78	17,03	17,15	17,14	17,03	16,86
106,33	16,53	16,72	16,99	17,09	17,08	16,99	16,81
106,67	16,43	16,61	16,87	16,97	17,00	16,90	16,71
107,00	16,30	16,48	16,72	16,83	16,86	16,75	16,56
107,33	16,13	16,30	16,52	16,60	16,62	16,52	16,37
107,67	15,93	16,07	16,22	16,29	16,31	16,26	16,16
108,00	15,62	15,73	15,86	15,94	15,99	15,99	15,90
108,33	15,27	15,38	15,49	15,58	15,67	15,68	15,61
108,67	14,91	15,01	15,13	15,23	15,32	15,35	15,30
109,00	14,44	14,54	14,68	14,82	14,94	14,99	14,98
109,33	13,86	13,98	14,15	14,36	14,54	14,63	14,67
109,67	13,29	13,44	13,65	13,91	14,14	14,29	14,36
110,00	12,75	12,92	13,19	13,50	13,77	13,95	14,08
110,33	12,28	12,46	12,79	13,13	13,44	13,68	13,83
110,67	11,96	12,17	12,52	12,88	13,18	13,44	13,62
111,00	11,77	11,98	12,34	12,70	13,01	13,27	13,46
111,33	11,66	11,90	12,25	12,63	12,92	13,19	13,34
111,67	11,63	11,89	12,25	12,65	12,93	13,17	13,30
112,00	11,72	12,00	12,37	12,83	13,10	13,30	13,35

Πίνακας 8.25: Τιμές του λόγου έντασης φωτισμού προς λαμπρότητα για το τμήμα 100-112m 2^{ης} λωρίδας

x(m) / y(m)	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
100,00	11,55	11,86	12,24	12,70	12,98	13,22	13,30
100,33	11,87	12,19	12,58	13,00	13,27	13,40	13,43
100,67	12,54	12,80	13,18	13,48	13,66	13,70	13,65
101,00	12,89	13,18	13,54	13,83	13,97	14,00	13,93
101,33	13,21	13,50	13,88	14,14	14,29	14,29	14,21
101,67	13,65	13,92	14,32	14,56	14,67	14,60	14,51
102,00	14,45	14,70	14,92	15,10	15,12	15,03	14,88
102,33	14,90	15,08	15,32	15,49	15,56	15,47	15,31
102,67	15,22	15,38	15,60	15,76	15,83	15,71	15,55
103,00	15,62	15,75	15,92	16,06	16,10	15,96	15,76
103,33	16,01	16,15	16,24	16,33	16,33	16,20	15,99
103,67	16,29	16,40	16,47	16,54	16,55	16,42	16,23
104,00	16,52	16,58	16,66	16,70	16,68	16,56	16,38
104,33	16,62	16,69	16,76	16,84	16,81	16,68	16,51
104,67	16,61	16,70	16,81	16,90	16,93	16,79	16,63
105,00	16,58	16,71	16,86	16,99	16,98	16,88	16,74
105,33	16,62	16,77	16,95	17,05	17,01	16,95	16,79
105,67	16,65	16,82	17,01	17,09	17,09	17,02	16,85
106,00	16,64	16,83	17,05	17,13	17,16	17,04	16,87
106,33	16,60	16,80	17,05	17,13	17,13	17,01	16,84
106,67	16,56	16,73	16,97	17,05	17,04	16,96	16,78
107,00	16,45	16,61	16,83	16,92	16,96	16,86	16,67
107,33	16,30	16,47	16,68	16,78	16,81	16,69	16,51
107,67	16,14	16,30	16,47	16,53	16,54	16,46	16,31
108,00	15,89	16,02	16,14	16,20	16,23	16,20	16,10
108,33	15,56	15,68	15,79	15,85	15,91	15,93	15,83
108,67	15,21	15,31	15,44	15,52	15,61	15,62	15,54
109,00	14,78	14,89	15,03	15,14	15,24	15,27	15,22
109,33	14,23	14,34	14,51	14,69	14,85	14,90	14,90
109,67	13,65	13,80	13,99	14,23	14,43	14,53	14,58
110,00	13,09	13,26	13,51	13,80	14,04	14,20	14,29
110,33	12,57	12,76	13,07	13,40	13,68	13,89	14,02
110,67	12,20	12,40	12,74	13,10	13,38	13,62	13,78
111,00	11,96	12,16	12,51	12,87	13,17	13,41	13,60
111,33	11,78	12,02	12,37	12,75	13,03	13,28	13,45
111,67	11,70	11,95	12,31	12,71	12,99	13,23	13,37
112,00	11,71	12,00	12,37	12,80	13,07	13,29	13,37



Εικ.8.30: Τρισδιάστατη απεικόνιση του λόγου έντασης φωτισμού προς λαμπρότητα για το τμήμα 100-112m



Εικ.8.31: Δισδιάστατη απεικόνιση του λόγου έντασης φωτισμού προς λαμπρότητα για το τμήμα 100-112m

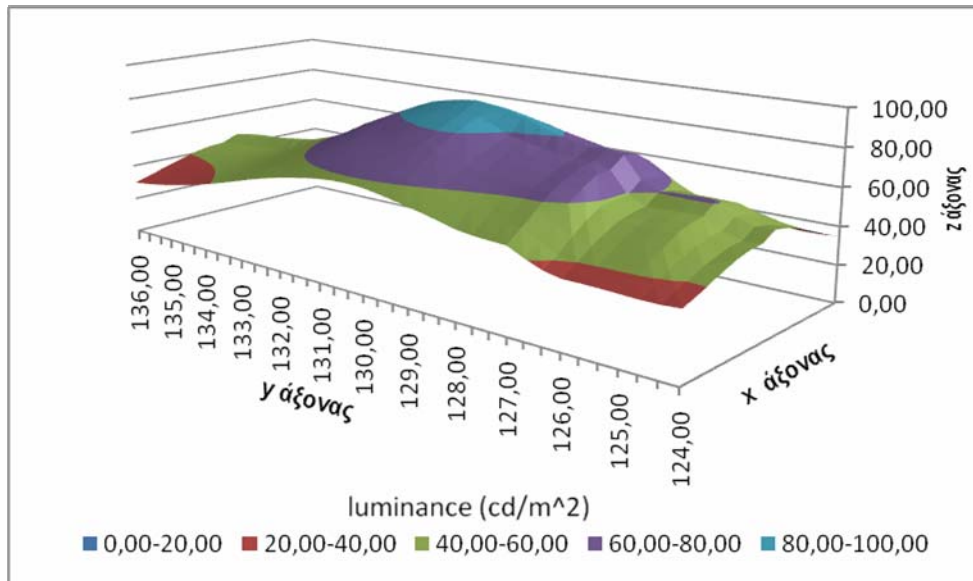
Average=15,18 Min=11,54 Max=17,19

Πίνακας 8.26: Τιμές λαμπρότητας (cd/m^2) για θέση παρατηρητή $x=2$, $y=64$

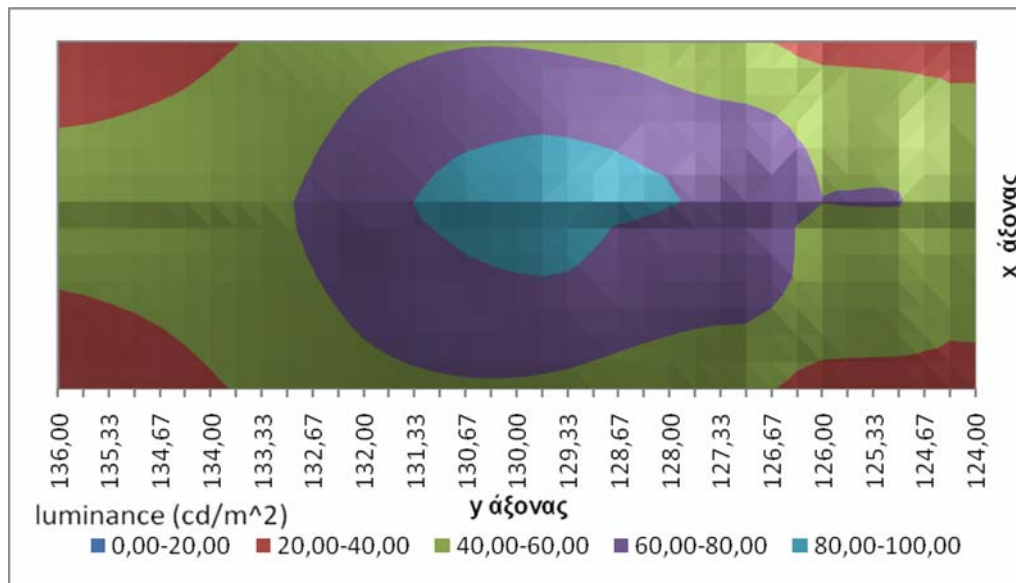
x(m) / y(m)	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5
124,00	35	38	41	44	46	48	49
124,33	35	38	41	44	46	48	48
124,67	34	38	42	46	49	50	51
125,00	35	39	44	48	52	55	56
125,33	35	39	44	49	52	55	56
125,67	35	39	44	49	52	55	56
126,00	35	40	45	49	53	54	55
126,33	37	42	48	54	58	59	59
126,67	41	46	53	60	65	70	70
127,00	45	51	57	64	68	71	73
127,33	45	51	58	64	68	71	73
127,67	46	52	59	64	69	72	74
128,00	47	54	60	66	70	73	75
128,33	49	56	62	67	71	74	77
128,67	51	58	64	69	73	76	79
129,00	53	60	66	72	76	79	83
129,33	54	62	68	74	78	83	86
129,67	56	63	69	75	79	83	87
130,00	57	64	70	74	79	83	86
130,33	58	64	69	73	78	82	85
130,67	57	63	68	72	76	80	83
131,00	57	62	67	71	74	78	81
131,33	55	61	65	69	72	76	78
131,67	54	59	63	67	70	73	75
132,00	52	57	61	63	66	69	71
132,33	50	54	57	60	63	65	66
132,67	48	51	54	57	59	61	62
133,00	45	49	51	53	56	57	59
133,33	43	46	48	50	52	54	55
133,67	41	43	45	47	49	51	52
134,00	38	41	43	45	47	48	49
134,33	37	39	41	43	45	46	47
134,67	35	37	39	42	44	45	46
135,00	33	35	38	40	43	44	45
135,33	32	34	37	40	42	43	44
135,67	31	33	36	39	41	43	44
136,00	30	32	35	38	41	42	43

Πίνακας 8.27: Τιμές λαμπρότητας (cd/m^2) για θέση παρατηρητή $x=6$, $y=64$

x(m) / y(m)	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
124,00	53	51	49	45	42	38	35
124,33	52	51	48	45	42	38	34
124,67	55	54	51	47	43	39	34
125,00	61	58	55	50	45	39	35
125,33	61	59	56	51	46	40	35
125,67	61	59	56	51	46	40	35
126,00	60	59	56	52	47	41	35
126,33	65	64	62	57	50	42	37
126,67	75	74	69	63	54	46	40
127,00	77	74	70	65	58	50	44
127,33	77	75	71	66	59	51	44
127,67	79	77	73	68	60	53	46
128,00	81	79	75	70	63	56	48
128,33	84	81	77	72	66	58	51
128,67	87	83	79	74	68	61	53
129,00	89	86	81	75	69	62	54
129,33	91	87	82	77	71	64	56
129,67	92	88	83	78	72	65	57
130,00	91	87	82	77	72	66	58
130,33	89	85	81	76	71	66	59
130,67	88	84	79	75	70	65	58
131,00	84	81	77	73	69	64	57
131,33	80	77	74	71	66	61	56
131,67	76	73	71	67	64	59	54
132,00	72	69	67	64	61	56	52
132,33	67	65	63	60	57	54	49
132,67	63	61	59	57	54	51	47
133,00	59	58	56	53	50	48	44
133,33	56	55	53	50	47	45	42
133,67	54	52	50	47	45	42	40
134,00	52	50	48	45	42	40	37
134,33	51	49	46	44	41	38	35
134,67	50	48	45	42	39	36	34
135,00	48	47	44	41	38	35	32
135,33	48	46	43	40	37	34	31
135,67	47	45	43	40	36	33	30
136,00	47	45	43	39	36	32	29



Εικ.8.32: Τρισδιάστατη απεικόνιση λαμπρότητας για το τμήμα 124-136m



Εικ.8.33: Δισδιάστατη απεικόνιση λαμπρότητας για το τμήμα 124-136m

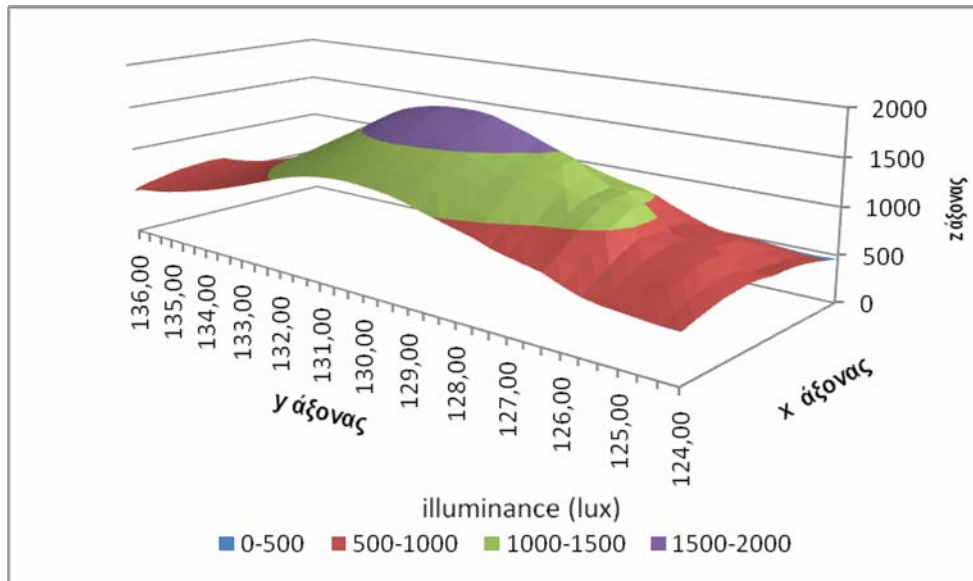
Average=56 Min=29 Max=92 Min/Ave=0,52 Min/Max =0,32

Πίνακας 8.28: Τιμές έντασης φωτισμού (lux) για τμήμα 124-136m 1^{ης} λωρίδας

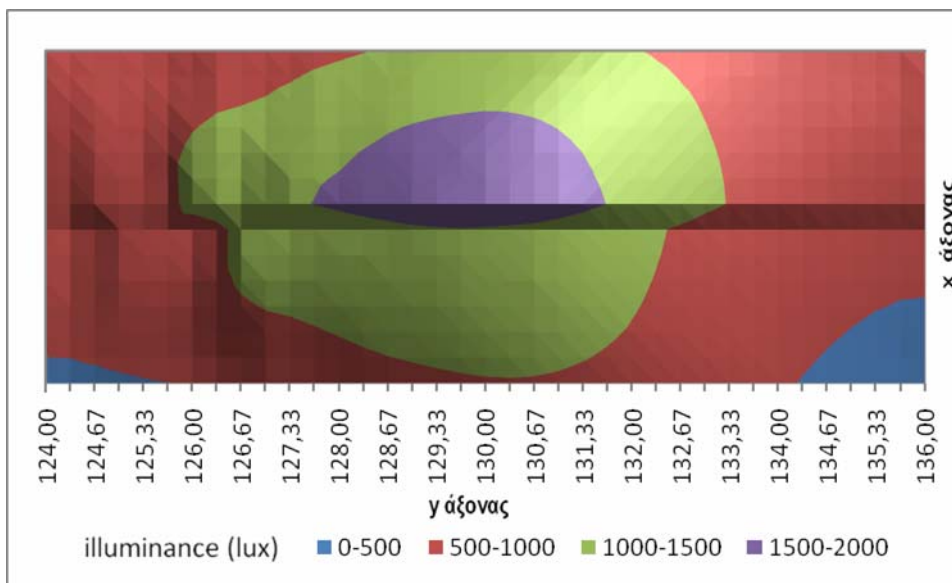
x(m) / y(m)	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5
124,00	497	543	580	616	631	643	636
124,33	501	560	617	656	682	690	677
124,67	515	583	661	722	773	790	791
125,00	531	601	679	750	801	825	826
125,33	546	622	707	779	826	845	845
125,67	578	656	761	849	911	904	899
126,00	639	732	853	981	1068	1129	1119
126,33	716	826	947	1068	1149	1198	1212
126,67	751	859	982	1102	1182	1211	1224
127,00	789	905	1026	1150	1265	1300	1331
127,33	832	967	1102	1233	1341	1417	1452
127,67	895	1041	1180	1307	1404	1474	1508
128,00	939	1088	1228	1353	1451	1518	1572
128,33	985	1138	1287	1412	1513	1582	1643
128,67	1026	1199	1347	1476	1571	1637	1697
129,00	1082	1251	1393	1518	1614	1689	1754
129,33	1122	1280	1423	1547	1635	1711	1779
129,67	1146	1302	1446	1562	1655	1720	1781
130,00	1161	1318	1460	1571	1654	1722	1777
130,33	1171	1322	1458	1560	1637	1702	1758
130,67	1166	1318	1439	1537	1611	1669	1724
131,00	1150	1295	1403	1493	1569	1623	1677
131,33	1121	1247	1350	1432	1499	1549	1597
131,67	1081	1188	1282	1357	1412	1456	1493
132,00	1028	1126	1208	1274	1321	1361	1390
132,33	968	1057	1131	1186	1229	1265	1292
132,67	908	985	1051	1096	1133	1162	1183
133,00	849	916	970	1009	1040	1063	1077
133,33	794	853	897	931	959	978	987
133,67	742	794	832	864	889	905	911
134,00	696	739	775	805	829	844	849
134,33	654	692	726	756	778	791	795
134,67	615	650	686	716	737	748	749
135,00	580	615	651	683	704	716	717
135,33	551	587	624	658	680	692	692
135,67	530	566	607	641	665	676	674
136,00	519	567	605	642	658	671	664

Πίνακας 8.29: Τιμές έντασης φωτισμού (lux) για τμήμα 124-136m 2^{ης} λωρίδας

x(m) / y(m)	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
124,00	610	606	595	572	539	500	462
124,33	603	602	588	576	541	502	453
124,67	662	659	649	619	578	518	456
125,00	767	751	733	682	619	540	471
125,33	787	779	754	706	635	557	488
125,67	800	792	769	721	650	571	499
126,00	811	808	795	749	678	585	504
126,33	905	906	904	842	744	626	539
126,67	1114	1113	1050	957	827	702	602
127,00	1166	1139	1097	1019	904	783	673
127,33	1188	1170	1124	1045	932	810	693
127,67	1245	1218	1171	1086	972	843	720
128,00	1297	1279	1215	1137	1023	893	759
128,33	1350	1319	1257	1182	1075	949	813
128,67	1396	1354	1303	1218	1114	993	855
129,00	1442	1396	1330	1251	1148	1026	888
129,33	1468	1424	1355	1278	1177	1059	919
129,67	1483	1433	1366	1293	1198	1086	946
130,00	1470	1420	1360	1291	1207	1099	966
130,33	1449	1401	1350	1282	1202	1102	974
130,67	1423	1380	1334	1264	1188	1087	969
131,00	1370	1332	1287	1228	1151	1058	947
131,33	1295	1263	1222	1170	1100	1017	912
131,67	1210	1182	1146	1101	1042	966	870
132,00	1126	1100	1067	1027	977	907	823
132,33	1039	1015	986	949	904	844	773
132,67	951	931	905	872	831	782	720
133,00	869	851	826	796	760	720	667
133,33	790	775	754	727	695	661	617
133,67	723	710	691	667	638	607	571
134,00	667	656	639	616	589	560	528
134,33	625	615	599	578	550	521	491
134,67	593	583	568	547	519	490	459
135,00	566	557	544	523	495	464	433
135,33	547	539	526	505	476	443	412
135,67	536	529	516	494	463	428	395
136,00	532	527	515	492	460	422	386



Εικ.8.34: Τρισδιάστατη απεικόνιση έντασης φωτισμού για το τμήμα 124-136m



Εικ.8.35: Δισδιάστατη απεικόνιση έντασης φωτισμού για το τμήμα 124-136m

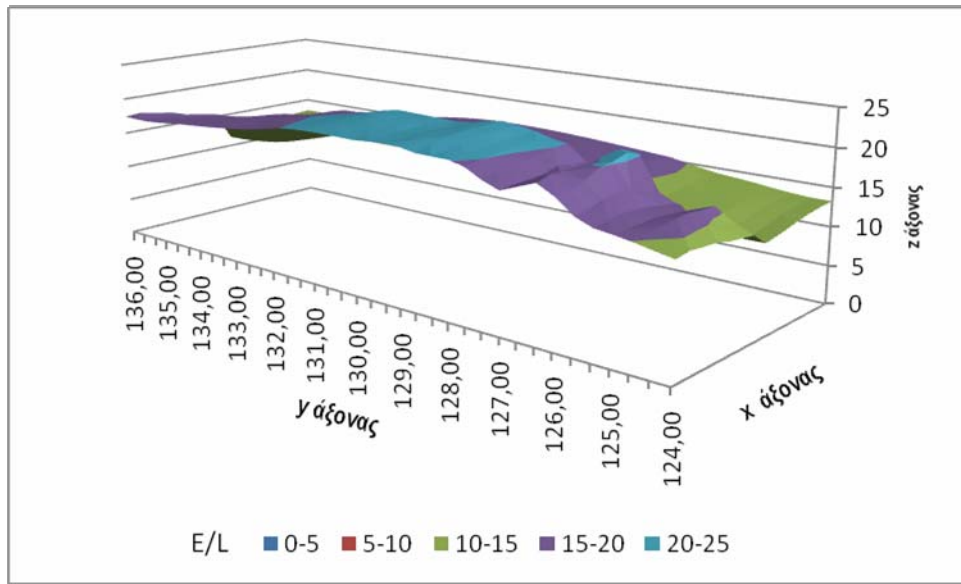
Average=959 Min=386 Max=1781 Min/Ave=0,40 Min/Max =0,22

Πίνακας 8.30: Τιμές του λόγου έντασης φωτισμού προς λαμπρότητα για το τμήμα 124-136m 1^{ης} λωρίδας

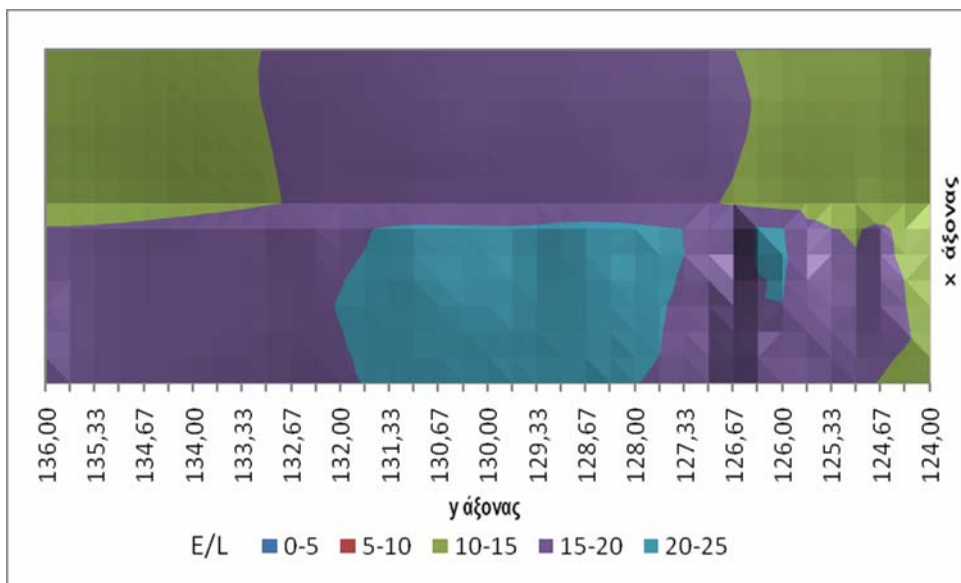
x(m) / y(m)	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5
124,00	14,10	14,39	14,20	14,08	13,58	13,35	13,06
124,33	14,51	14,86	15,20	15,05	14,95	14,47	14,11
124,67	14,94	15,21	15,60	15,85	15,91	15,69	15,61
125,00	15,30	15,42	15,43	15,52	15,30	15,09	14,79
125,33	15,58	15,89	16,07	16,01	15,74	15,36	15,09
125,67	16,44	16,69	17,30	17,48	17,45	16,56	16,16
126,00	18,20	18,49	19,01	19,96	20,23	20,75	20,25
126,33	19,34	19,87	19,73	19,90	19,86	20,34	20,45
126,67	18,51	18,66	18,61	18,37	18,07	17,37	17,45
127,00	17,64	17,86	17,91	18,08	18,61	18,25	18,28
127,33	18,45	18,85	19,09	19,37	19,78	20,01	19,97
127,67	19,61	19,98	20,12	20,27	20,39	20,49	20,36
128,00	20,10	20,23	20,43	20,60	20,77	20,77	20,93
128,33	20,10	20,40	20,80	21,11	21,36	21,29	21,31
128,67	20,14	20,76	21,15	21,41	21,54	21,54	21,55
129,00	20,53	20,93	21,04	21,22	21,23	21,27	21,24
129,33	20,63	20,67	20,87	20,92	20,85	20,74	20,70
129,67	20,45	20,58	20,85	20,86	20,89	20,63	20,47
130,00	20,30	20,63	20,95	21,11	21,04	20,83	20,56
130,33	20,33	20,66	21,08	21,24	21,09	20,86	20,64
130,67	20,33	20,77	21,06	21,28	21,23	20,89	20,71
131,00	20,31	20,77	20,91	21,07	21,18	20,92	20,76
131,33	20,25	20,48	20,64	20,71	20,74	20,52	20,39
131,67	20,07	20,13	20,28	20,38	20,28	20,05	19,83
132,00	19,71	19,88	19,96	20,08	19,94	19,72	19,51
132,33	19,26	19,56	19,69	19,72	19,66	19,56	19,47
132,67	18,92	19,15	19,35	19,30	19,20	19,09	19,01
133,00	18,67	18,83	19,00	18,88	18,69	18,50	18,31
133,33	18,45	18,65	18,69	18,51	18,31	18,13	17,94
133,67	18,26	18,45	18,38	18,22	17,97	17,78	17,61
134,00	18,09	18,19	18,06	17,89	17,66	17,48	17,33
134,33	17,92	17,91	17,76	17,55	17,32	17,08	16,92
134,67	17,71	17,62	17,47	17,21	16,93	16,60	16,41
135,00	17,51	17,36	17,15	16,91	16,57	16,22	15,99
135,33	17,36	17,19	16,93	16,64	16,28	15,93	15,66
135,67	17,34	17,15	16,89	16,53	16,12	15,76	15,44
136,00	17,42	17,59	17,15	16,83	16,14	15,79	15,39

Πίνακας 8.31: Τιμές του λόγου έντασης φωτισμού προς λαμπρότητα για το τμήμα 124-136m 2^{ης} λωρίδας

x(m) / y(m)	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
124,00	11,56	11,85	12,23	12,66	12,95	13,17	13,26
124,33	11,55	11,86	12,25	12,75	13,01	13,22	13,25
124,67	11,94	12,24	12,65	13,07	13,32	13,41	13,38
125,00	12,60	12,84	13,22	13,52	13,68	13,68	13,60
125,33	12,89	13,18	13,53	13,82	13,94	13,96	13,89
125,67	13,15	13,46	13,81	14,08	14,20	14,19	14,11
126,00	13,46	13,72	14,10	14,36	14,49	14,41	14,29
126,33	13,99	14,25	14,60	14,82	14,88	14,75	14,61
126,67	14,76	15,00	15,20	15,30	15,30	15,20	15,02
127,00	15,18	15,35	15,58	15,69	15,71	15,63	15,43
127,33	15,48	15,61	15,79	15,89	15,88	15,79	15,59
127,67	15,81	15,88	16,01	16,07	16,07	15,95	15,76
128,00	16,01	16,10	16,18	16,26	16,24	16,10	15,92
128,33	16,10	16,21	16,34	16,42	16,38	16,26	16,07
128,67	16,13	16,25	16,42	16,52	16,50	16,39	16,21
129,00	16,17	16,29	16,44	16,58	16,60	16,49	16,33
129,33	16,18	16,31	16,50	16,62	16,65	16,56	16,44
129,67	16,15	16,31	16,54	16,68	16,70	16,65	16,51
130,00	16,16	16,35	16,62	16,76	16,78	16,71	16,57
130,33	16,20	16,39	16,73	16,85	16,86	16,75	16,59
130,67	16,27	16,46	16,82	16,88	16,88	16,73	16,59
131,00	16,29	16,48	16,74	16,79	16,75	16,65	16,53
131,33	16,14	16,31	16,51	16,58	16,56	16,54	16,39
131,67	15,95	16,09	16,24	16,33	16,36	16,33	16,20
132,00	15,72	15,86	15,97	16,06	16,11	16,06	15,95
132,33	15,49	15,62	15,70	15,74	15,79	15,77	15,66
132,67	15,18	15,26	15,34	15,40	15,46	15,45	15,37
133,00	14,69	14,79	14,89	15,00	15,10	15,12	15,06
133,33	14,07	14,20	14,36	14,55	14,72	14,76	14,75
133,67	13,47	13,63	13,84	14,09	14,30	14,40	14,44
134,00	12,90	13,09	13,34	13,64	13,90	14,05	14,14
134,33	12,35	12,57	12,89	13,23	13,53	13,73	13,86
134,67	11,95	12,18	12,55	12,92	13,22	13,45	13,61
135,00	11,69	11,91	12,29	12,68	12,99	13,25	13,45
135,33	11,50	11,75	12,12	12,53	12,86	13,14	13,32
135,67	11,40	11,67	12,05	12,49	12,81	13,08	13,26
136,00	11,37	11,69	12,09	12,55	12,87	13,12	13,25



Εικ.8.36: Τρισδιάστατη απεικόνιση του λόγου έντασης φωτισμού προς λαμπρότητα για το τμήμα 124-136m



Εικ.8.37: Δισδιάστατη απεικόνιση του λόγου έντασης φωτισμού προς λαμπρότητα για το τμήμα 124-136m

Average=16,69 Min=11,37 Max=21,54

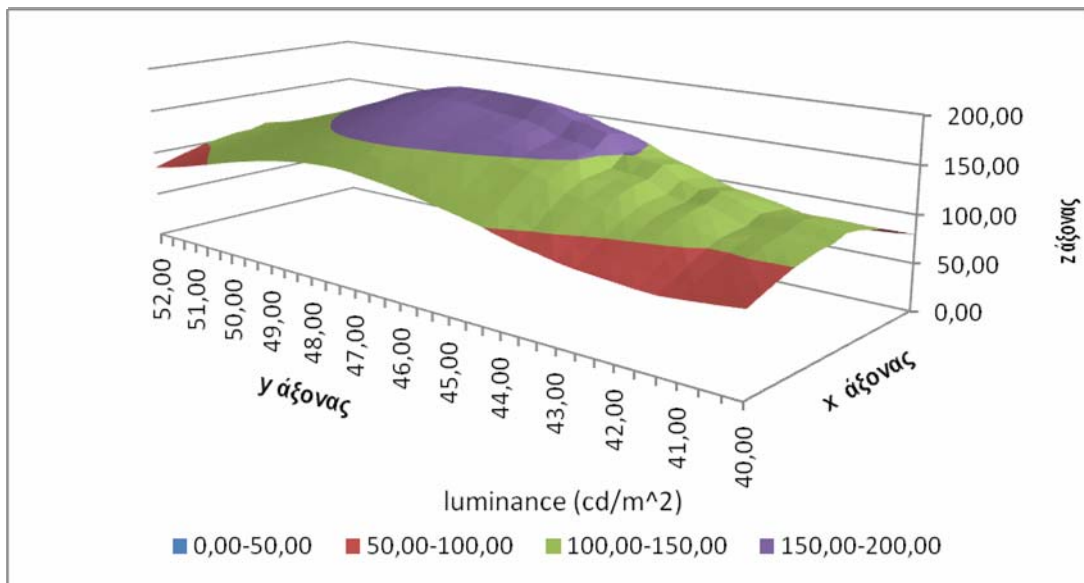
8.2.4. Stage 4

Πίνακας 8.32: Τιμές λαμπρότητας (cd/m^2) για θέση παρατηρητή $x=2$, $y=-20$

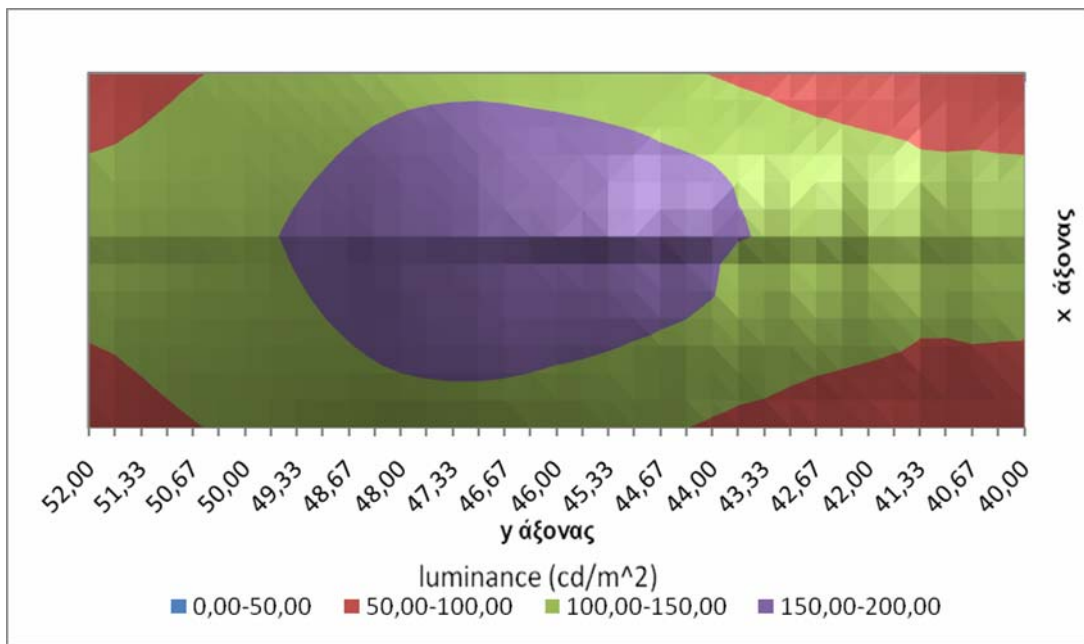
x(m) / y(m)	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5
40,00	82	88	94	99	103	106	107
40,33	80	86	93	99	104	107	108
40,67	78	84	92	100	106	109	110
41,00	76	83	91	98	104	108	109
41,33	75	82	91	98	105	106	107
41,67	76	83	93	103	110	114	115
42,00	77	86	96	106	114	119	121
42,33	79	88	99	108	115	118	119
42,67	81	90	101	112	120	123	123
43,00	83	94	106	118	127	133	135
43,33	87	99	112	123	130	135	137
43,67	90	102	115	127	135	138	140
44,00	95	108	122	135	145	152	155
44,33	101	115	129	141	150	157	160
44,67	105	119	132	145	154	158	162
45,00	109	123	136	148	159	165	170
45,33	112	127	141	152	163	170	175
45,67	116	131	144	156	165	172	176
46,00	119	134	147	158	166	173	179
46,33	122	137	150	160	169	176	182
46,67	124	140	153	163	171	178	184
47,00	127	142	154	164	172	179	185
47,33	128	142	154	163	170	177	184
47,67	128	141	152	161	169	175	180
48,00	126	140	150	158	165	172	177
48,33	125	137	147	154	160	166	171
48,67	122	133	142	149	155	160	164
49,00	119	129	137	144	149	154	158
49,33	116	125	132	138	143	148	151
49,67	112	120	127	132	137	141	144
50,00	107	115	121	127	131	135	138
50,33	103	110	116	121	126	129	132
50,67	98	104	111	116	120	123	125
51,00	93	100	105	110	115	118	119
51,33	89	95	101	106	110	113	115
51,67	85	91	97	102	106	109	110
52,00	82	88	94	99	103	106	107

Πίνακας 8.33: Τιμές λαμπρότητας (cd/m^2) για θέση παρατηρητή $x=6, y=-20$

x(m) / y(m)	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
40,00	111	109	105	100	93	87	80
40,33	114	111	107	100	93	85	77
40,67	116	113	109	101	93	84	76
41,00	115	113	108	101	92	83	75
41,33	114	112	109	102	93	82	74
41,67	123	121	116	107	96	84	75
42,00	129	125	120	111	99	87	76
42,33	127	125	121	113	102	89	78
42,67	133	132	128	119	106	91	80
43,00	145	142	136	125	111	96	84
43,33	148	145	139	131	117	102	88
43,67	152	151	147	137	123	107	93
44,00	168	165	157	146	130	114	98
44,33	173	169	162	152	137	121	104
44,67	177	173	166	156	143	126	109
45,00	186	180	173	163	148	131	114
45,33	191	185	177	167	152	136	119
45,67	192	187	179	169	156	141	123
46,00	194	188	181	171	158	144	126
46,33	195	189	181	172	161	146	129
46,67	194	189	182	173	162	148	131
47,00	194	189	181	173	162	150	133
47,33	192	186	179	171	162	149	134
47,67	187	182	175	168	159	148	133
48,00	182	177	171	164	155	145	132
48,33	177	171	166	159	151	141	129
48,67	169	164	159	153	145	136	126
49,00	161	157	152	146	139	131	122
49,33	155	151	146	140	133	126	117
49,67	148	144	139	133	127	121	112
50,00	141	138	133	127	122	115	107
50,33	135	132	127	122	116	110	102
50,67	130	126	122	116	110	104	97
51,00	124	121	116	111	105	99	93
51,33	119	116	112	106	100	94	88
51,67	115	112	108	102	96	90	84
52,00	112	109	105	100	94	87	80



Εικ.8.38: Τρισδιάστατη απεικόνιση λαμπρότητας για το τμήμα 40-52m



Εικ.8.39: Δισδιάστατη απεικόνιση λαμπρότητας για το τμήμα 40-52m

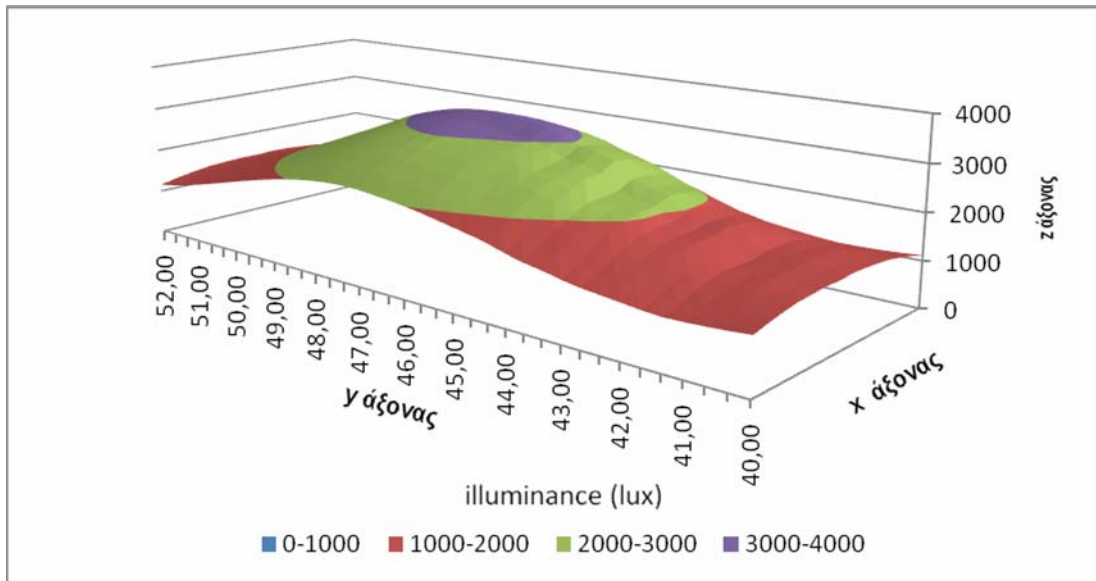
Average=129 Min=74 Max=195 Min/Ave=0,57 Min/Max =0,38

Πίνακας 8.34: Τιμές έντασης φωτισμού (lux) για τμήμα 40-52m 1^{ης} λωρίδας

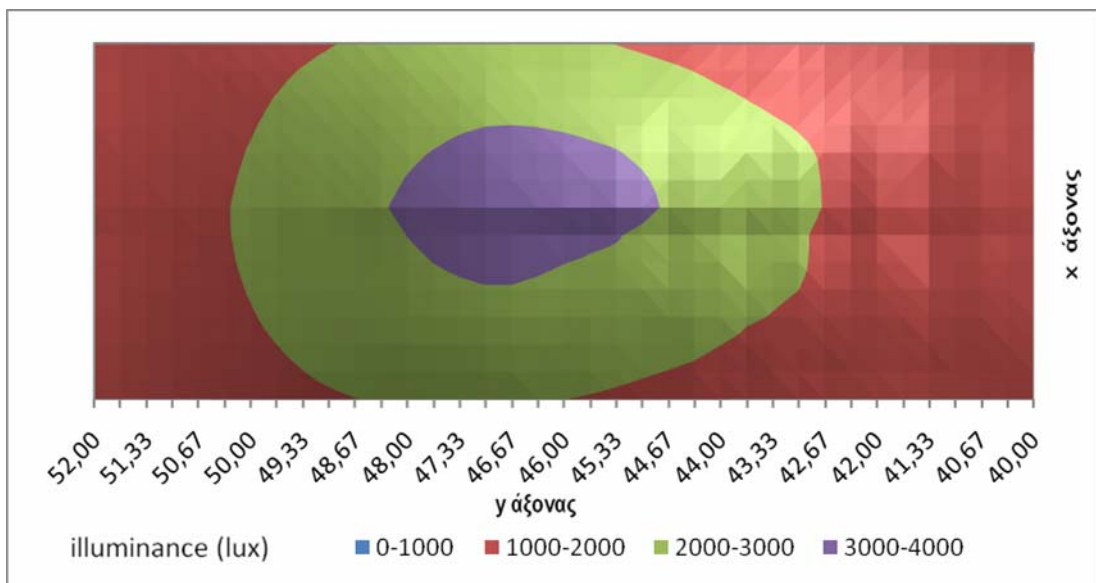
x(m) / y(m)	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5
40,00	1155	1241	1311	1368	1390	1412	1403
40,33	1118	1211	1301	1368	1412	1429	1420
40,67	1091	1186	1290	1383	1440	1463	1460
41,00	1072	1170	1275	1371	1431	1452	1448
41,33	1060	1163	1290	1385	1454	1449	1441
41,67	1087	1201	1348	1485	1573	1602	1593
42,00	1131	1266	1423	1574	1680	1729	1740
42,33	1173	1325	1494	1632	1725	1754	1751
42,67	1216	1373	1561	1723	1830	1858	1860
43,00	1280	1462	1666	1861	2003	2082	2099
43,33	1365	1578	1790	1979	2087	2158	2182
43,67	1432	1644	1876	2069	2202	2239	2268
44,00	1526	1759	2010	2244	2405	2521	2563
44,33	1639	1900	2154	2382	2535	2637	2701
44,67	1727	1985	2229	2460	2618	2692	2757
45,00	1804	2066	2310	2541	2728	2834	2922
45,33	1878	2152	2412	2631	2812	2932	3030
45,67	1952	2237	2487	2704	2864	2974	3059
46,00	2010	2290	2538	2746	2900	3007	3103
46,33	2058	2337	2591	2794	2945	3056	3163
46,67	2096	2391	2635	2832	2981	3092	3201
47,00	2131	2416	2648	2839	2981	3094	3197
47,33	2144	2404	2636	2816	2949	3060	3164
47,67	2130	2385	2601	2770	2901	3005	3095
48,00	2098	2342	2546	2702	2822	2923	3006
48,33	2051	2274	2464	2602	2713	2802	2881
48,67	1989	2194	2358	2488	2590	2664	2729
49,00	1916	2102	2246	2363	2457	2524	2581
49,33	1833	1994	2127	2234	2316	2377	2428
49,67	1742	1882	2003	2101	2173	2225	2264
50,00	1647	1772	1882	1967	2031	2078	2110
50,33	1549	1664	1764	1839	1896	1939	1965
50,67	1454	1557	1649	1717	1769	1802	1819
51,00	1364	1458	1538	1603	1650	1678	1688
51,33	1281	1369	1441	1502	1545	1570	1575
51,67	1211	1291	1361	1417	1458	1478	1477
52,00	1155	1240	1311	1369	1390	1411	1403

Πίνακας 8.35: Τιμές έντασης φωτισμού (lux) για τμήμα 40-52m 2^{ης} λωρίδας

x(m) / y(m)	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
40,00	1428	1418	1390	1358	1290	1210	1117
40,33	1456	1446	1419	1363	1283	1181	1078
40,67	1504	1488	1457	1388	1284	1164	1055
41,00	1500	1490	1457	1390	1279	1157	1042
41,33	1506	1502	1497	1418	1304	1158	1035
41,67	1672	1668	1631	1530	1373	1199	1063
42,00	1813	1789	1734	1617	1442	1262	1104
42,33	1831	1824	1788	1681	1519	1323	1149
42,67	1975	1964	1929	1803	1608	1384	1201
43,00	2219	2197	2120	1955	1722	1483	1274
43,33	2315	2289	2210	2080	1861	1612	1369
43,67	2435	2421	2365	2214	1985	1711	1459
44,00	2744	2704	2588	2406	2134	1841	1570
44,33	2871	2816	2700	2529	2279	1990	1693
44,67	2945	2896	2784	2626	2399	2100	1786
45,00	3119	3045	2926	2765	2507	2197	1884
45,33	3232	3147	3025	2852	2598	2297	1978
45,67	3277	3200	3073	2915	2676	2392	2065
46,00	3333	3236	3123	2957	2730	2450	2128
46,33	3353	3260	3144	2989	2769	2492	2175
46,67	3352	3273	3152	3003	2791	2535	2217
47,00	3348	3259	3146	2993	2799	2553	2241
47,33	3293	3204	3093	2951	2772	2534	2242
47,67	3201	3120	3015	2882	2712	2499	2227
48,00	3094	3020	2925	2797	2637	2444	2188
48,33	2965	2892	2800	2685	2537	2357	2130
48,67	2796	2732	2652	2548	2416	2253	2055
49,00	2624	2569	2501	2407	2291	2143	1962
49,33	2460	2412	2348	2260	2159	2026	1858
49,67	2285	2243	2187	2108	2019	1901	1752
50,00	2119	2081	2032	1962	1880	1781	1649
50,33	1968	1935	1890	1826	1747	1662	1544
50,67	1826	1797	1757	1699	1625	1544	1443
51,00	1699	1674	1637	1584	1513	1434	1347
51,33	1586	1567	1534	1484	1414	1337	1257
51,67	1494	1478	1450	1402	1337	1259	1179
52,00	1428	1418	1390	1358	1291	1209	1117



Εικ.8.40: Τρισδιάστατη απεικόνιση έντασης φωτισμού για το τμήμα 40-52m



Εικ.8.41: Δισδιάστατη απεικόνιση έντασης φωτισμού για το τμήμα 40-52m

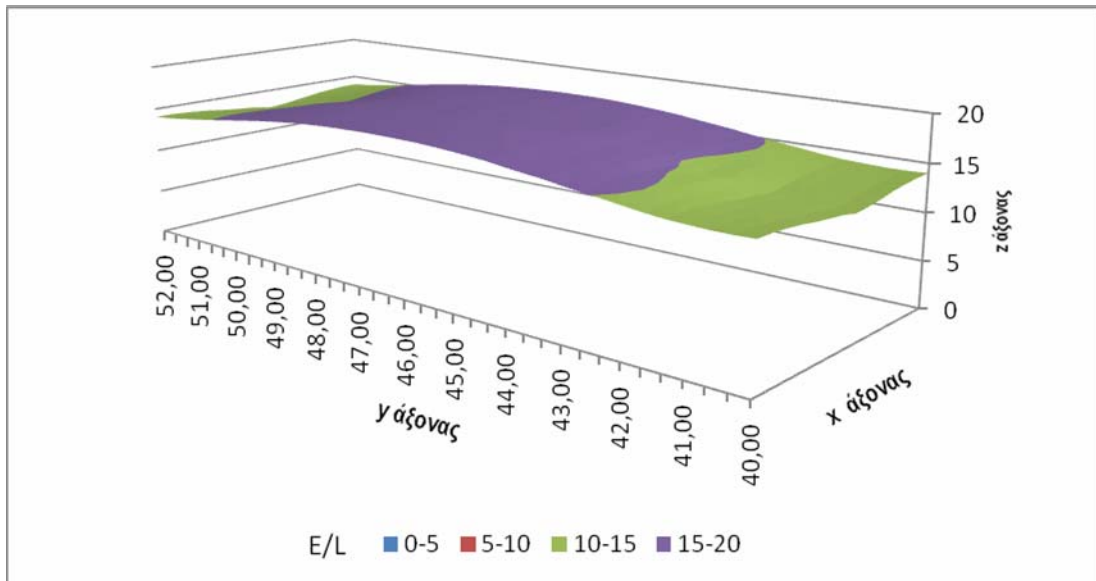
Average=2045 Min=1034 Max=3352 Min/Ave=0,51 Min/Max =0,31

Πίνακας 8.36: Τιμές του λόγου έντασης φωτισμού προς λαμπρότητα για το τμήμα 40-52m 1^{ης} λωρίδας

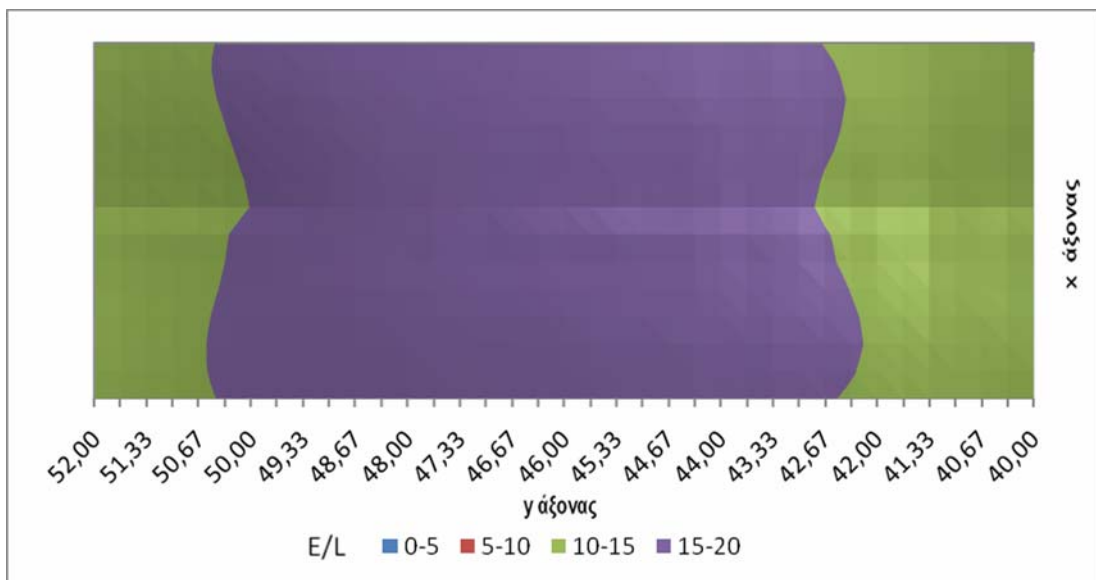
x(m) / y(m)	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5
40,00	14,09	14,09	13,98	13,80	13,54	13,34	13,17
40,33	14,03	14,04	13,94	13,78	13,53	13,31	13,14
40,67	14,03	14,05	13,98	13,87	13,64	13,43	13,25
41,00	14,10	14,12	14,07	13,95	13,75	13,50	13,32
41,33	14,19	14,23	14,22	14,09	13,90	13,62	13,45
41,67	14,38	14,47	14,50	14,43	14,28	14,06	13,90
42,00	14,64	14,77	14,84	14,79	14,67	14,52	14,40
42,33	14,89	15,06	15,15	15,10	14,98	14,81	14,69
42,67	15,10	15,28	15,41	15,40	15,31	15,16	15,08
43,00	15,36	15,57	15,71	15,76	15,71	15,65	15,59
43,33	15,64	15,88	16,03	16,08	16,04	15,98	15,94
43,67	15,83	16,07	16,25	16,30	16,29	16,23	16,23
44,00	16,06	16,30	16,48	16,58	16,60	16,58	16,58
44,33	16,30	16,55	16,75	16,83	16,86	16,85	16,86
44,67	16,47	16,71	16,92	17,00	17,02	17,00	17,03
45,00	16,61	16,84	17,03	17,15	17,17	17,14	17,17
45,33	16,72	16,96	17,14	17,26	17,28	17,26	17,30
45,67	16,81	17,04	17,25	17,34	17,37	17,31	17,35
46,00	16,85	17,07	17,27	17,41	17,43	17,37	17,37
46,33	16,86	17,09	17,27	17,42	17,45	17,41	17,41
46,67	16,86	17,07	17,27	17,38	17,43	17,37	17,38
47,00	16,83	17,04	17,23	17,34	17,37	17,31	17,29
47,33	16,78	16,97	17,15	17,28	17,31	17,26	17,23
47,67	16,70	16,90	17,06	17,18	17,20	17,16	17,15
48,00	16,60	16,79	16,97	17,06	17,08	17,01	16,99
48,33	16,47	16,64	16,80	16,89	16,92	16,86	16,82
48,67	16,28	16,47	16,60	16,70	16,72	16,66	16,61
49,00	16,08	16,25	16,38	16,45	16,46	16,39	16,34
49,33	15,86	16,01	16,12	16,17	16,15	16,09	16,03
49,67	15,60	15,74	15,83	15,87	15,81	15,74	15,69
50,00	15,34	15,46	15,52	15,52	15,45	15,38	15,33
50,33	15,08	15,18	15,22	15,18	15,08	15,00	14,94
50,67	14,83	14,91	14,90	14,85	14,73	14,60	14,52
51,00	14,60	14,64	14,61	14,51	14,37	14,22	14,13
51,33	14,38	14,40	14,33	14,20	14,02	13,86	13,75
51,67	14,18	14,19	14,09	13,94	13,73	13,55	13,40
52,00	14,05	14,04	13,93	13,77	13,52	13,31	13,14

Πίνακας 8.37: Τιμές του λόγου έντασης φωτισμού προς λαμπρότητα για το τμήμα 40-52m 2^{ης} λωρίδας

x(m) / y(m)	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
40,00	12,82	13,01	13,27	13,59	13,80	13,96	14,00
40,33	12,82	13,01	13,29	13,57	13,77	13,90	13,92
40,67	12,95	13,14	13,41	13,68	13,83	13,91	13,91
41,00	13,04	13,24	13,52	13,77	13,91	13,98	13,98
41,33	13,19	13,39	13,71	13,92	14,06	14,09	14,06
41,67	13,65	13,84	14,09	14,26	14,34	14,31	14,25
42,00	14,10	14,26	14,47	14,60	14,64	14,58	14,49
42,33	14,38	14,54	14,76	14,89	14,95	14,87	14,74
42,67	14,81	14,93	15,12	15,21	15,23	15,13	14,97
43,00	15,31	15,43	15,53	15,58	15,55	15,43	15,24
43,33	15,67	15,77	15,86	15,89	15,88	15,74	15,53
43,67	15,99	16,06	16,13	16,16	16,11	15,96	15,75
44,00	16,34	16,39	16,44	16,45	16,36	16,20	15,99
44,33	16,56	16,62	16,66	16,68	16,62	16,44	16,23
44,67	16,68	16,72	16,80	16,84	16,80	16,61	16,40
45,00	16,80	16,87	16,95	16,98	16,91	16,76	16,55
45,33	16,95	17,03	17,09	17,11	17,04	16,89	16,68
45,67	17,06	17,12	17,20	17,21	17,17	17,00	16,79
46,00	17,15	17,21	17,30	17,31	17,23	17,05	16,84
46,33	17,22	17,27	17,34	17,34	17,25	17,07	16,86
46,67	17,25	17,28	17,35	17,33	17,24	17,08	16,87
47,00	17,21	17,27	17,34	17,32	17,23	17,06	16,85
47,33	17,19	17,25	17,30	17,26	17,15	17,00	16,80
47,67	17,12	17,18	17,20	17,16	17,07	16,93	16,72
48,00	16,97	17,03	17,06	17,03	16,98	16,82	16,62
48,33	16,79	16,87	16,91	16,89	16,83	16,69	16,49
48,67	16,58	16,65	16,70	16,70	16,65	16,53	16,33
49,00	16,27	16,35	16,42	16,45	16,45	16,32	16,13
49,33	15,89	15,97	16,08	16,16	16,18	16,07	15,90
49,67	15,47	15,58	15,70	15,80	15,84	15,77	15,64
50,00	15,02	15,12	15,28	15,39	15,47	15,47	15,39
50,33	14,53	14,65	14,83	14,99	15,11	15,16	15,11
50,67	14,10	14,23	14,42	14,63	14,77	14,84	14,82
51,00	13,72	13,85	14,06	14,28	14,44	14,53	14,56
51,33	13,35	13,51	13,73	13,97	14,15	14,26	14,32
51,67	13,03	13,21	13,44	13,72	13,91	14,05	14,10
52,00	12,79	12,99	13,25	13,55	13,76	13,91	13,95



Εικ.8.42: Τρισδιάστατη απεικόνιση του λόγου έντασης φωτισμού προς λαμπρότητα για το τμήμα 40-52m



Εικ.8.43: Δισδιάστατη απεικόνιση του λόγου έντασης φωτισμού προς λαμπρότητα για το τμήμα 40-52m

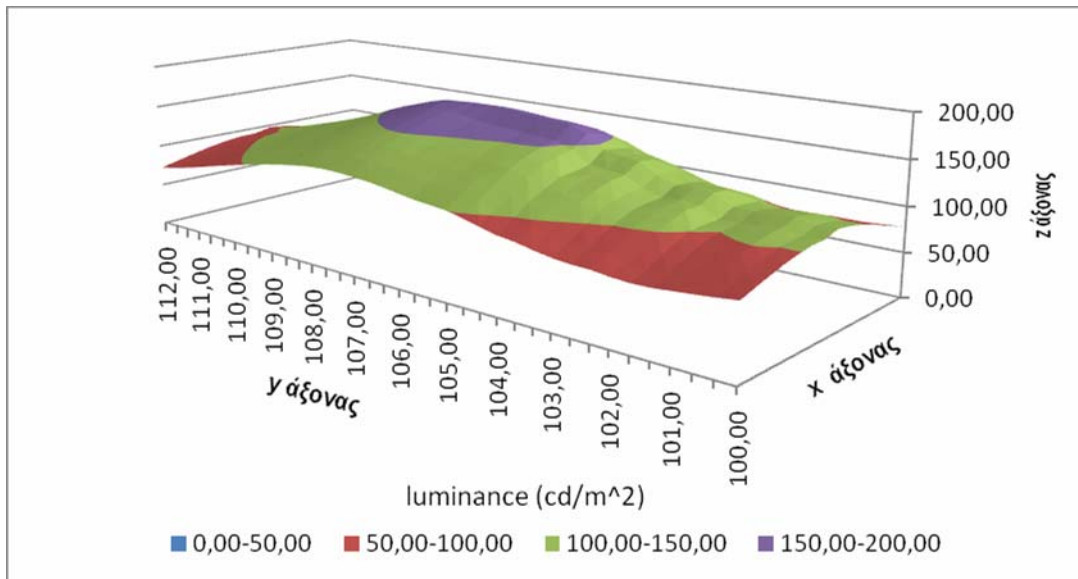
Average=15,61 Min=12,78 Max=17,45

Πίνακας 8.38: Τιμές λαμπρότητας (cd/m^2) για θέση παρατηρητή $x=2, y=40$

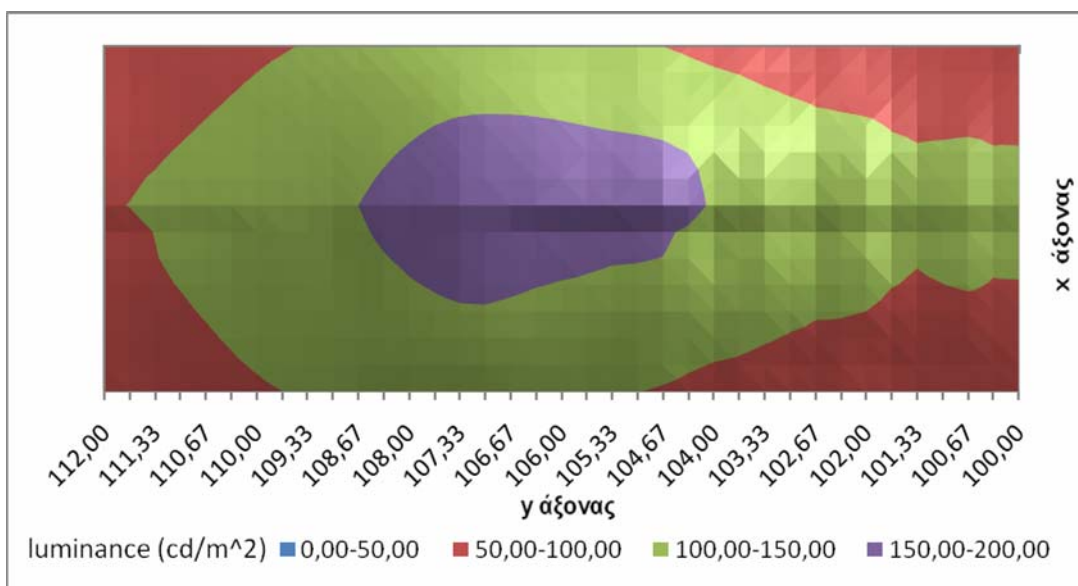
x(m) / y(m)	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5
100,00	80	86	91	96	99	102	103
100,33	78	84	90	95	99	102	102
100,67	76	82	89	96	101	104	105
101,00	74	80	87	94	100	103	104
101,33	72	78	86	93	98	101	102
101,67	71	78	87	95	101	102	102
102,00	73	80	90	100	107	112	112
102,33	75	83	93	102	109	113	114
102,67	75	84	94	103	109	112	112
103,00	77	86	98	108	115	118	119
103,33	81	91	103	114	122	127	129
103,67	85	96	108	118	125	129	131
104,00	87	99	111	121	128	130	133
104,33	92	104	117	129	138	143	147
104,67	97	111	123	135	144	150	153
105,00	101	114	126	137	145	151	155
105,33	103	116	128	138	146	152	156
105,67	105	118	130	140	148	153	158
106,00	108	121	133	142	149	155	159
106,33	111	124	135	144	151	157	162
106,67	113	127	138	146	153	159	165
107,00	115	129	139	148	155	161	167
107,33	116	129	140	148	154	161	166
107,67	116	128	138	146	152	158	163
108,00	115	127	135	142	148	153	159
108,33	113	124	132	138	144	149	154
108,67	111	120	127	133	138	143	147
109,00	107	115	122	128	132	136	140
109,33	104	111	117	123	127	131	134
109,67	100	107	113	117	122	125	128
110,00	96	102	107	112	116	119	122
110,33	92	97	102	107	110	113	115
110,67	87	93	97	102	106	108	110
111,00	83	88	93	97	101	104	105
111,33	79	83	88	93	97	99	100
111,67	75	79	84	89	93	95	96
112,00	72	77	82	87	90	93	93

Πίνακας 8.39: Τιμές λαμπρότητας (cd/m^2) για θέση παρατηρητή $x=6$, $y=40$

x(m) / y(m)	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
100,00	107	105	101	96	90	84	78
100,33	107	105	101	96	90	82	75
100,67	111	108	104	97	89	81	73
101,00	110	108	103	96	88	79	72
101,33	109	106	102	96	88	78	70
101,67	109	108	105	98	89	78	70
102,00	120	119	112	104	92	80	71
102,33	122	119	114	106	95	83	74
102,67	121	119	115	107	97	85	74
103,00	129	127	123	114	101	88	77
103,33	140	137	131	121	107	93	81
103,67	142	140	134	125	113	99	85
104,00	146	143	139	130	118	103	89
104,33	160	156	150	139	124	108	94
104,67	167	163	155	144	130	115	100
105,00	169	165	157	147	134	120	104
105,33	171	165	158	148	136	122	107
105,67	172	167	159	150	138	124	109
106,00	174	169	161	152	141	128	112
106,33	175	170	162	154	143	130	115
106,67	175	169	162	154	144	132	117
107,00	174	169	162	154	144	133	118
107,33	173	168	161	153	144	133	119
107,67	169	163	157	150	142	131	118
108,00	163	158	152	146	138	128	116
108,33	157	152	147	141	133	125	113
108,67	150	146	141	135	128	120	110
109,00	142	138	134	129	122	115	106
109,33	136	132	128	123	117	110	102
109,67	129	126	122	117	111	105	97
110,00	124	121	116	111	106	100	93
110,33	118	115	111	106	101	95	89
110,67	113	110	106	101	96	90	84
111,00	108	106	102	97	91	86	80
111,33	104	101	97	92	87	81	76
111,67	100	98	94	89	83	78	72
112,00	98	95	92	87	81	75	69



Εικ.8.44: Τρισδιάστατη απεικόνιση λαμπρότητας για το τμήμα 100-112m



Εικ.8.45: Δισδιάστατη απεικόνιση λαμπρότητας για το τμήμα 100-112m

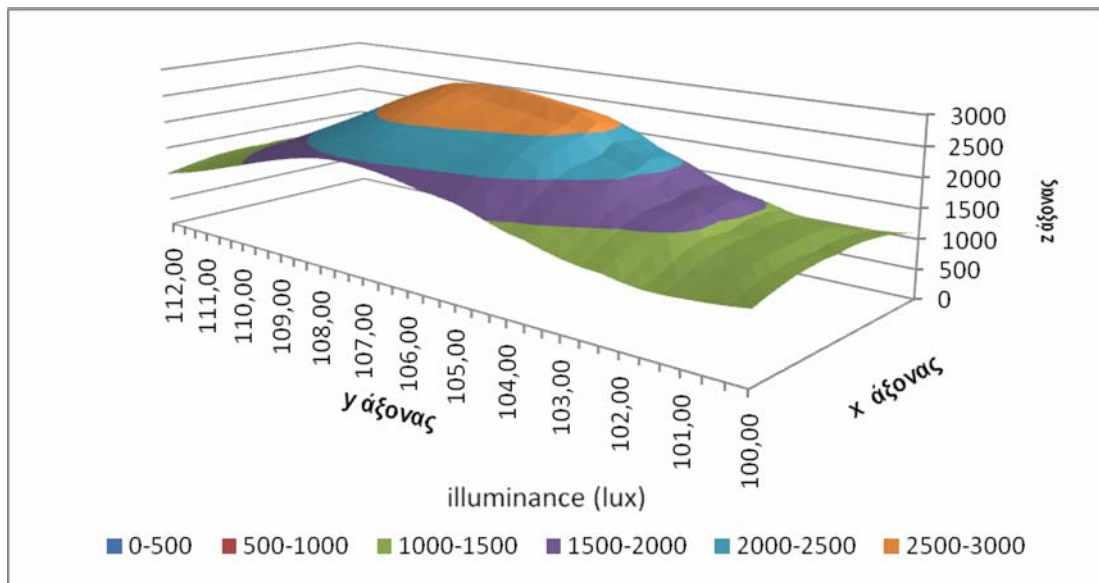
Average=117 Min=69 Max=175 Min/Ave=0,59 Min/Max =0,40

Πίνακας 8.40: Τιμές έντασης φωτισμού (lux) για τμήμα 100-112m 1^{ης} λωρίδας

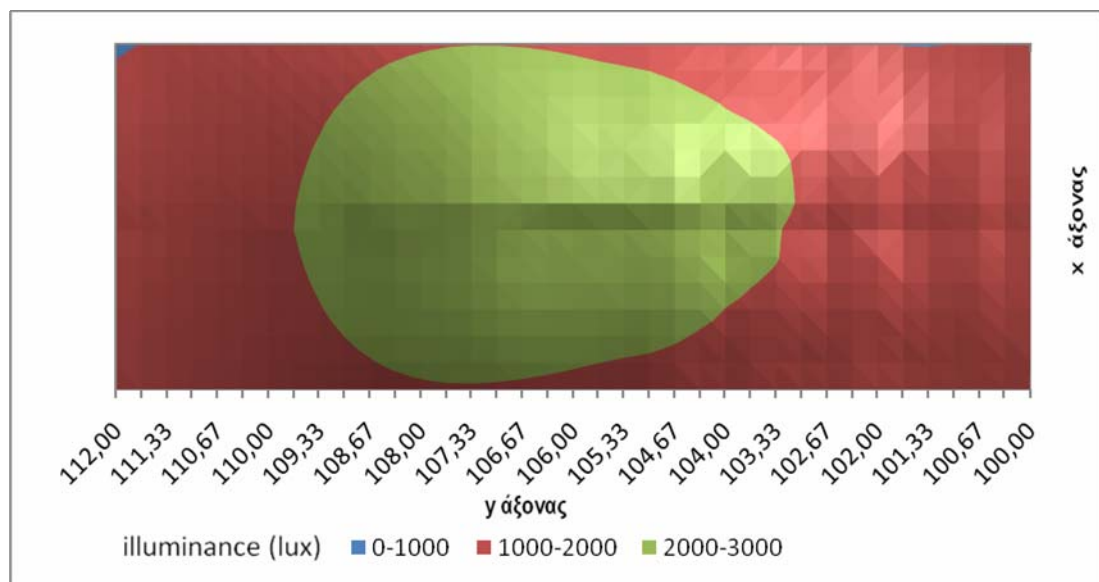
x(m) / y(m)	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5
100,00	1129	1206	1268	1321	1348	1365	1358
100,33	1086	1170	1249	1304	1338	1349	1333
100,67	1055	1146	1244	1321	1379	1395	1391
101,00	1032	1122	1221	1307	1365	1386	1381
101,33	1012	1109	1215	1302	1355	1370	1365
101,67	1014	1114	1242	1347	1414	1403	1389
102,00	1050	1167	1313	1462	1553	1609	1589
102,33	1107	1245	1394	1535	1622	1664	1670
102,67	1128	1274	1438	1565	1653	1673	1675
103,00	1175	1332	1518	1678	1784	1818	1830
103,33	1245	1428	1629	1817	1947	2024	2047
103,67	1333	1537	1738	1916	2019	2089	2117
104,00	1386	1596	1814	1991	2110	2141	2192
104,33	1479	1701	1943	2157	2305	2397	2458
104,67	1583	1837	2073	2288	2433	2535	2599
105,00	1668	1920	2147	2346	2479	2578	2648
105,33	1711	1958	2185	2375	2506	2602	2682
105,67	1752	2003	2234	2415	2553	2641	2729
106,00	1806	2064	2282	2462	2584	2678	2757
106,33	1862	2111	2327	2500	2619	2710	2798
106,67	1903	2154	2369	2538	2660	2755	2854
107,00	1931	2187	2397	2561	2688	2782	2886
107,33	1945	2192	2393	2550	2665	2763	2859
107,67	1943	2168	2357	2500	2607	2698	2789
108,00	1917	2128	2297	2426	2530	2610	2691
108,33	1866	2062	2216	2333	2429	2504	2579
108,67	1802	1973	2115	2220	2304	2370	2432
109,00	1727	1879	2003	2100	2171	2227	2274
109,33	1646	1784	1891	1978	2044	2096	2138
109,67	1557	1682	1778	1854	1915	1962	1999
110,00	1469	1574	1662	1729	1784	1824	1851
110,33	1382	1473	1548	1609	1657	1689	1708
110,67	1293	1375	1442	1499	1541	1568	1580
111,00	1207	1280	1342	1397	1435	1458	1464
111,33	1129	1193	1253	1306	1341	1359	1361
111,67	1061	1120	1180	1229	1262	1276	1272
112,00	1008	1075	1131	1180	1202	1215	1203

Πίνακας 8.41: Τιμές έντασης φωτισμού (lux) για τμήμα 100-112m 2^{ης} λωρίδας

x(m) / y(m)	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
100,00	1380	1373	1347	1311	1247	1176	1093
100,33	1365	1363	1343	1297	1231	1139	1045
100,67	1433	1418	1393	1323	1233	1121	1018
101,00	1430	1422	1389	1322	1220	1106	1001
101,33	1424	1417	1391	1327	1224	1100	986
101,67	1457	1463	1464	1386	1260	1110	990
102,00	1672	1679	1611	1506	1332	1161	1024
102,33	1738	1720	1671	1566	1403	1233	1076
102,67	1762	1758	1726	1616	1463	1270	1105
103,00	1938	1922	1887	1756	1560	1339	1159
103,33	2173	2148	2062	1903	1680	1445	1238
103,67	2257	2233	2144	2014	1804	1568	1337
104,00	2356	2316	2272	2120	1908	1654	1411
104,33	2631	2579	2474	2298	2041	1766	1515
104,67	2773	2712	2589	2413	2167	1900	1623
105,00	2820	2761	2641	2478	2251	1994	1715
105,33	2877	2794	2686	2518	2300	2046	1770
105,67	2917	2839	2723	2564	2349	2098	1818
106,00	2959	2887	2766	2614	2408	2162	1878
106,33	2993	2909	2796	2647	2451	2211	1932
106,67	3000	2911	2801	2658	2469	2239	1965
107,00	2984	2904	2793	2655	2476	2256	1981
107,33	2953	2869	2763	2629	2461	2249	1984
107,67	2867	2786	2688	2566	2412	2210	1967
108,00	2745	2672	2587	2474	2332	2153	1926
108,33	2621	2556	2476	2369	2238	2075	1863
108,67	2478	2417	2342	2244	2125	1972	1788
109,00	2309	2256	2191	2107	1998	1863	1700
109,33	2142	2098	2040	1965	1869	1753	1606
109,67	1985	1947	1894	1828	1744	1641	1508
110,00	1838	1803	1756	1695	1622	1527	1414
110,33	1702	1671	1627	1573	1504	1421	1322
110,67	1576	1550	1512	1461	1396	1322	1231
111,00	1461	1440	1406	1359	1296	1227	1146
111,33	1364	1346	1315	1270	1209	1142	1069
111,67	1284	1269	1242	1201	1142	1074	1005
112,00	1225	1217	1193	1161	1100	1033	954



Εικ.8.46: Τρισδιάστατη απεικόνιση έντασης φωτισμού για το τμήμα 100-112m



Εικ.8.47: Δισδιάστατη απεικόνιση έντασης φωτισμού για το τμήμα 100-112m

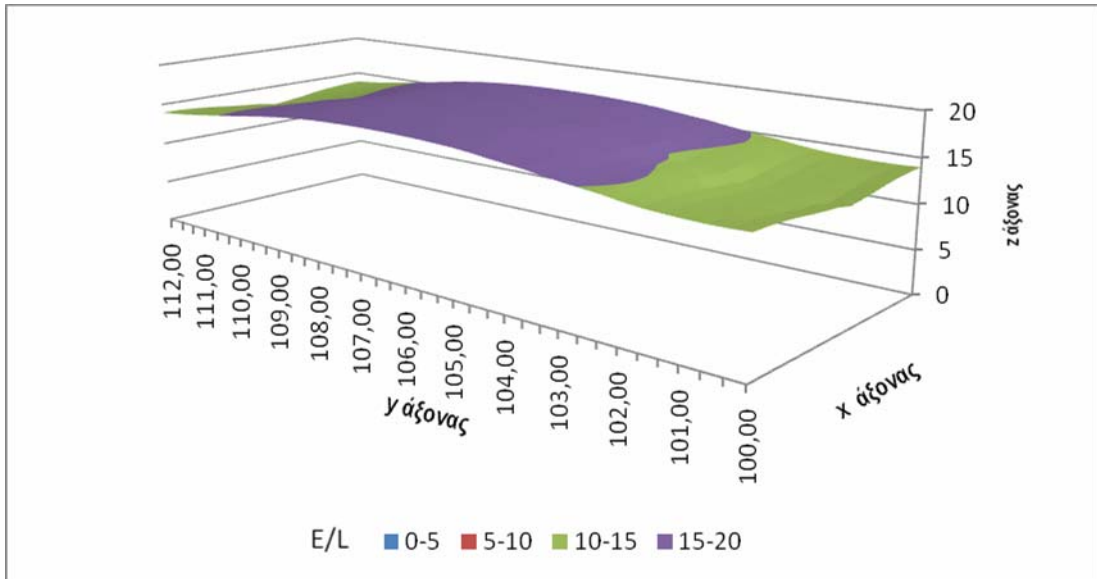
Average=1836 Min=953 Max=2999 Min/Ave=0,52 Min/Max =0,32

Πίνακας 8.42: Τιμές του λόγου έντασης φωτισμού προς λαμπρότητα για το τμήμα 100-112m 1^{ης} λωρίδας

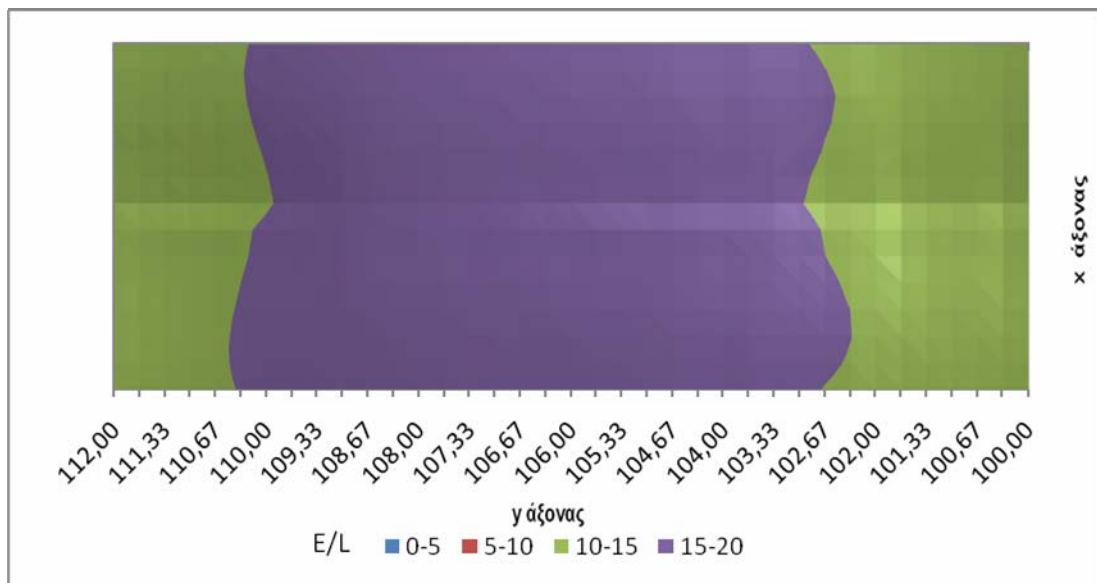
x(m) / y(m)	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5
100,00	14,07	14,07	13,96	13,80	13,55	13,36	13,22
100,33	13,99	13,99	13,89	13,73	13,47	13,26	13,09
100,67	13,96	13,99	13,94	13,81	13,61	13,37	13,22
101,00	14,01	14,04	13,99	13,87	13,68	13,45	13,28
101,33	14,10	14,13	14,10	13,98	13,79	13,55	13,39
101,67	14,23	14,29	14,31	14,23	14,06	13,79	13,63
102,00	14,46	14,58	14,65	14,63	14,51	14,37	14,21
102,33	14,77	14,93	15,02	14,99	14,88	14,73	14,62
102,67	14,96	15,14	15,25	15,24	15,16	15,00	14,92
103,00	15,19	15,40	15,53	15,57	15,53	15,42	15,37
103,33	15,45	15,68	15,86	15,92	15,91	15,88	15,83
103,67	15,74	15,97	16,15	16,22	16,21	16,18	16,16
104,00	15,92	16,16	16,35	16,45	16,45	16,42	16,45
104,33	16,14	16,39	16,59	16,70	16,72	16,72	16,75
104,67	16,37	16,62	16,84	16,92	16,95	16,93	16,96
105,00	16,54	16,78	16,98	17,08	17,10	17,07	17,07
105,33	16,64	16,88	17,06	17,18	17,19	17,17	17,19
105,67	16,72	16,96	17,15	17,26	17,28	17,26	17,28
106,00	16,77	17,01	17,22	17,31	17,34	17,29	17,30
106,33	16,81	17,02	17,21	17,35	17,39	17,31	17,30
106,67	16,81	17,02	17,20	17,33	17,38	17,33	17,33
107,00	16,80	17,01	17,19	17,28	17,33	17,27	17,28
107,33	16,77	16,97	17,15	17,24	17,26	17,19	17,17
107,67	16,70	16,90	17,04	17,16	17,19	17,13	17,09
108,00	16,61	16,81	16,95	17,03	17,06	17,00	16,98
108,33	16,48	16,68	16,84	16,89	16,91	16,83	16,79
108,67	16,31	16,49	16,64	16,71	16,71	16,63	16,55
109,00	16,09	16,27	16,39	16,45	16,43	16,36	16,29
109,33	15,86	16,02	16,11	16,12	16,08	16,01	15,95
109,67	15,58	15,74	15,80	15,79	15,72	15,64	15,59
110,00	15,31	15,43	15,48	15,45	15,37	15,26	15,20
110,33	15,05	15,13	15,14	15,09	15,00	14,89	14,82
110,67	14,79	14,84	14,82	14,73	14,61	14,48	14,40
111,00	14,55	14,56	14,50	14,39	14,22	14,06	13,96
111,33	14,32	14,31	14,21	14,08	13,87	13,69	13,56
111,67	14,12	14,09	13,97	13,81	13,57	13,37	13,21
112,00	13,97	13,94	13,80	13,62	13,35	13,13	12,94

Πίνακας 8.43: Τιμές του λόγου έντασης φωτισμού προς λαμπρότητα για το τμήμα 100-112m 2^{ης} λωρίδας

x(m) / y(m)	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
100,00	12,84	13,05	13,31	13,61	13,80	13,96	14,00
100,33	12,73	12,97	13,24	13,54	13,74	13,87	13,90
100,67	12,90	13,10	13,39	13,64	13,80	13,87	13,87
101,00	12,97	13,21	13,48	13,72	13,86	13,92	13,92
101,33	13,10	13,33	13,61	13,83	13,98	14,02	14,00
101,67	13,34	13,57	13,88	14,09	14,19	14,17	14,12
102,00	13,93	14,14	14,33	14,49	14,51	14,44	14,35
102,33	14,29	14,46	14,66	14,80	14,85	14,78	14,63
102,67	14,59	14,75	14,96	15,06	15,11	15,01	14,84
103,00	15,07	15,18	15,35	15,43	15,41	15,28	15,08
103,33	15,56	15,66	15,75	15,78	15,73	15,58	15,35
103,67	15,89	15,98	16,05	16,07	16,04	15,86	15,65
104,00	16,17	16,22	16,30	16,30	16,24	16,07	15,85
104,33	16,43	16,48	16,54	16,56	16,47	16,29	16,07
104,67	16,60	16,66	16,73	16,75	16,70	16,51	16,29
105,00	16,71	16,78	16,87	16,90	16,85	16,67	16,46
105,33	16,86	16,91	16,99	17,02	16,93	16,78	16,56
105,67	16,97	17,03	17,09	17,11	17,04	16,87	16,65
106,00	17,05	17,10	17,19	17,19	17,13	16,94	16,72
106,33	17,09	17,16	17,26	17,24	17,14	16,96	16,75
106,67	17,15	17,20	17,27	17,24	17,13	16,98	16,76
107,00	17,14	17,18	17,24	17,21	17,14	16,96	16,75
107,33	17,07	17,12	17,18	17,18	17,09	16,92	16,72
107,67	17,01	17,07	17,12	17,11	17,00	16,85	16,65
108,00	16,89	16,95	17,00	16,98	16,89	16,76	16,56
108,33	16,72	16,79	16,86	16,84	16,79	16,63	16,43
108,67	16,52	16,60	16,67	16,66	16,59	16,44	16,26
109,00	16,23	16,30	16,37	16,38	16,33	16,21	16,04
109,33	15,80	15,88	15,96	16,01	16,02	15,93	15,78
109,67	15,33	15,42	15,52	15,63	15,67	15,63	15,49
110,00	14,86	14,96	15,10	15,24	15,31	15,28	15,19
110,33	14,38	14,48	14,66	14,82	14,92	14,96	14,91
110,67	13,90	14,03	14,23	14,42	14,55	14,62	14,61
111,00	13,48	13,62	13,84	14,06	14,22	14,32	14,35
111,33	13,10	13,27	13,51	13,76	13,93	14,06	14,11
111,67	12,79	12,98	13,23	13,51	13,71	13,85	13,91
112,00	12,56	12,78	13,03	13,36	13,56	13,72	13,77



Εικ.8.48: Τρισδιάστατη απεικόνιση του λόγου έντασης φωτισμού προς λαμπρότητα για το τμήμα 100-112m



Εικ.8.49: Δισδιάστατη απεικόνιση του λόγου έντασης φωτισμού προς λαμπρότητα για το τμήμα 100-112m

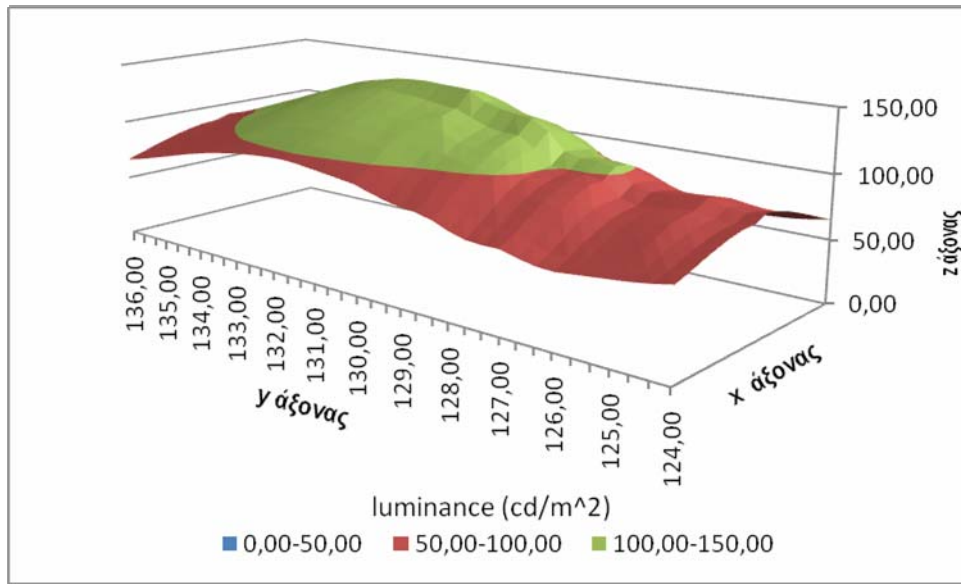
Average=15,51 Min=12,56 Max=17,38

Πίνακας 8.44: Τιμές λαμπρότητας (cd/m^2) για θέση παρατηρητή $x=2$, $y=64$

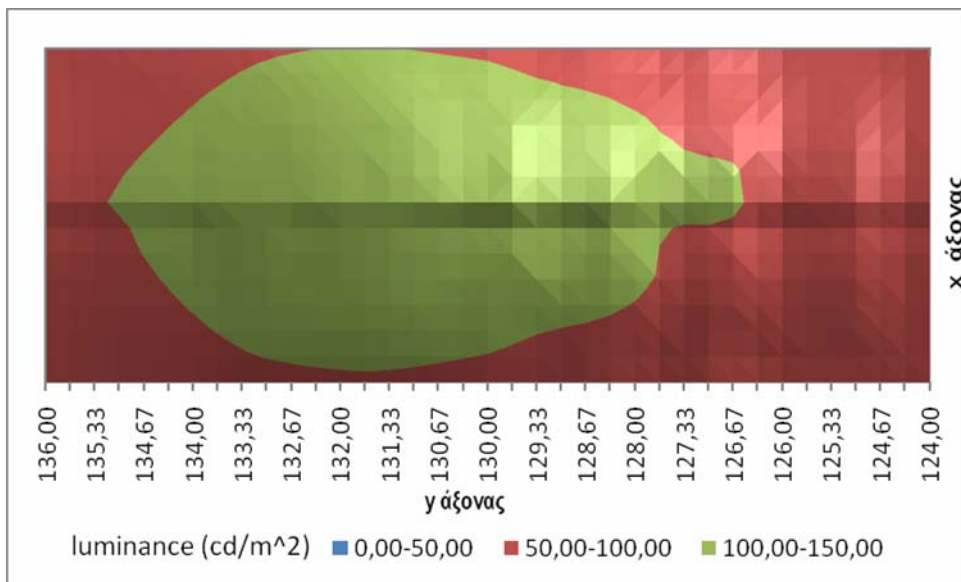
x(m) / y(m)	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5
124,00	68	72	76	80	83	86	86
124,33	65	70	74	78	81	83	83
124,67	63	68	74	78	82	84	84
125,00	62	67	74	79	84	87	88
125,33	60	66	72	78	83	86	87
125,67	59	64	70	76	81	84	85
126,00	57	63	70	76	81	83	84
126,33	58	64	72	80	85	86	87
126,67	61	68	76	85	92	97	97
127,00	64	72	80	88	94	98	99
127,33	64	72	81	89	94	97	99
127,67	65	74	83	91	98	99	101
128,00	69	78	89	99	106	111	112
128,33	74	84	94	104	111	117	120
128,67	77	87	97	107	113	118	120
129,00	78	89	99	108	115	120	123
129,33	81	92	101	112	120	124	128
129,67	84	95	105	115	123	130	133
130,00	88	99	109	118	125	131	134
130,33	90	101	111	119	126	132	136
130,67	91	103	113	121	128	134	138
131,00	93	105	115	123	129	135	139
131,33	95	106	116	123	129	135	140
131,67	95	106	115	123	129	134	139
132,00	95	105	114	121	127	132	136
132,33	94	104	113	119	124	129	133
132,67	93	103	111	117	122	126	130
133,00	92	101	108	114	119	123	127
133,33	90	98	104	110	115	118	122
133,67	87	95	101	106	110	113	116
134,00	85	91	97	102	105	108	111
134,33	82	88	93	98	101	104	106
134,67	78	84	89	94	97	100	102
135,00	75	80	85	90	93	96	98
135,33	72	77	82	86	89	92	94
135,67	69	74	78	82	86	89	90
136,00	66	71	75	79	83	86	87

Πίνακας 8.45: Τιμές λαμπρότητας (cd/m^2) για θέση παρατηρητή $x=6$, $y=64$

x(m) / y(m)	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
124,00	91	89	85	80	76	70	66
124,33	88	86	83	79	73	68	63
124,67	90	88	84	79	74	67	61
125,00	94	91	87	81	74	66	60
125,33	93	90	86	80	73	66	59
125,67	91	89	85	79	72	65	58
126,00	90	89	85	80	72	64	57
126,33	94	93	90	84	75	65	58
126,67	105	103	97	89	79	69	60
127,00	106	103	99	92	82	72	63
127,33	106	104	100	94	84	74	64
127,67	110	108	106	98	88	76	66
128,00	123	121	115	107	95	82	70
128,33	131	127	121	112	101	88	76
128,67	132	129	123	115	104	92	80
129,00	135	131	125	117	107	95	82
129,33	138	135	129	122	111	98	85
129,67	146	142	135	127	116	103	89
130,00	147	142	136	129	119	107	93
130,33	147	142	137	129	120	109	95
130,67	148	144	138	131	121	110	97
131,00	148	144	138	132	123	112	99
131,33	147	143	137	131	123	113	100
131,67	144	140	136	129	122	113	101
132,00	142	138	133	127	120	112	100
132,33	139	135	130	125	118	110	100
132,67	134	131	127	122	115	108	98
133,00	130	126	122	117	111	104	96
133,33	125	122	118	113	107	101	93
133,67	121	117	113	108	103	97	90
134,00	116	113	109	104	99	93	87
134,33	111	108	104	100	95	89	83
134,67	107	104	100	95	90	85	79
135,00	102	99	96	91	86	81	76
135,33	98	95	91	87	82	77	72
135,67	94	91	88	83	78	73	69
136,00	91	88	85	80	75	70	66



Εικ.8.50: Τρισδιάστατη απεικόνιση λαμπρότητας για το τμήμα 124-136m



Εικ.8.51: Δισδιάστατη απεικόνιση λαμπρότητας για το τμήμα 124-136m

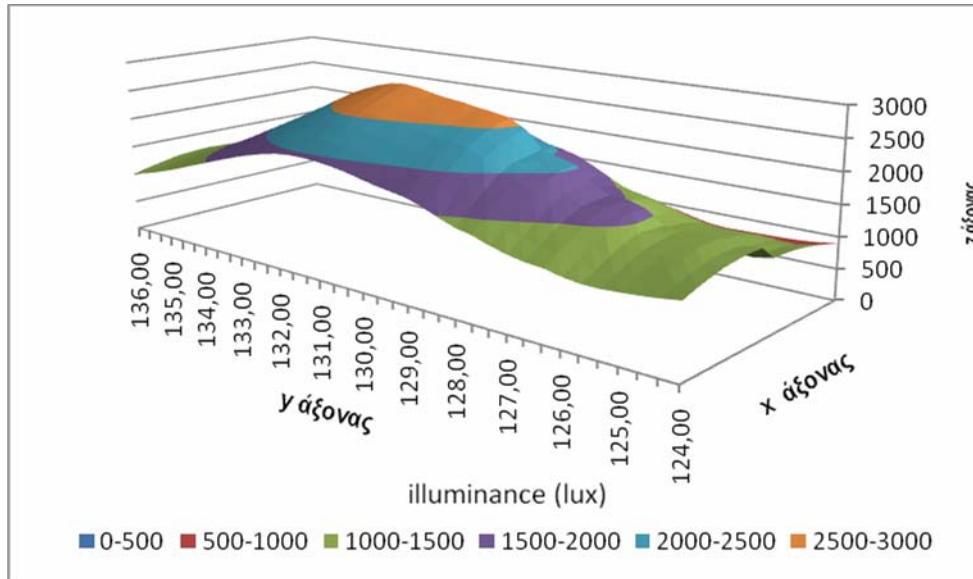
Average=**99** Min=**57** Max=**148** Min/Ave=**0,58** Min/Max =**0,38**

Πίνακας 8.46: Τιμές έντασης φωτισμού (lux) για τμήμα 124-136m 1^{ης} λωρίδας

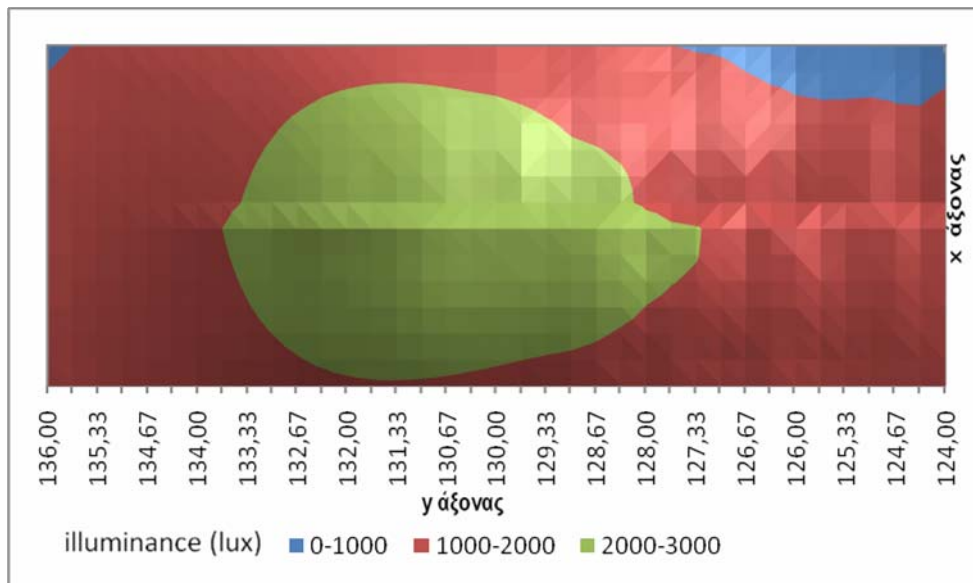
x(m) / y(m)	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5
124,00	1130	1206	1268	1321	1348	1365	1358
124,33	1086	1169	1249	1303	1338	1349	1333
124,67	1055	1146	1244	1321	1379	1395	1391
125,00	1032	1122	1220	1307	1365	1387	1382
125,33	1012	1109	1215	1302	1355	1370	1365
125,67	1014	1114	1242	1347	1414	1403	1389
126,00	1050	1166	1313	1462	1553	1609	1589
126,33	1107	1245	1394	1535	1622	1664	1670
126,67	1128	1274	1439	1565	1654	1673	1675
127,00	1175	1332	1518	1679	1784	1818	1830
127,33	1246	1428	1629	1817	1947	2024	2047
127,67	1333	1537	1738	1916	2019	2089	2117
128,00	1387	1596	1814	1991	2111	2142	2192
128,33	1480	1701	1943	2157	2305	2398	2458
128,67	1584	1837	2073	2288	2433	2535	2599
129,00	1668	1920	2147	2346	2479	2578	2648
129,33	1712	1958	2185	2375	2506	2602	2682
129,67	1752	2004	2234	2415	2553	2641	2729
130,00	1806	2064	2282	2462	2584	2678	2757
130,33	1862	2111	2327	2500	2619	2710	2799
130,67	1903	2154	2369	2538	2660	2755	2855
131,00	1931	2187	2397	2561	2687	2782	2886
131,33	1946	2192	2393	2550	2665	2763	2859
131,67	1944	2168	2357	2500	2606	2699	2789
132,00	1918	2128	2297	2426	2530	2610	2691
132,33	1867	2062	2216	2333	2429	2504	2579
132,67	1802	1973	2115	2220	2304	2370	2432
133,00	1728	1879	2003	2100	2171	2227	2274
133,33	1646	1784	1891	1978	2044	2096	2139
133,67	1557	1682	1778	1854	1915	1962	2000
134,00	1469	1574	1662	1729	1783	1824	1852
134,33	1382	1473	1548	1609	1657	1689	1709
134,67	1293	1375	1442	1499	1541	1568	1580
135,00	1207	1280	1342	1397	1435	1458	1464
135,33	1129	1194	1253	1306	1341	1359	1361
135,67	1061	1120	1180	1229	1262	1276	1272
136,00	1008	1075	1131	1180	1202	1215	1203

Πίνακας 8.47: Τιμές έντασης φωτισμού (lux) για τμήμα 124-136m 2^{ης} λωρίδας

x(m) / y(m)	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
124,00	1139	1130	1109	1073	1023	964	904
124,33	1086	1080	1058	1035	984	926	856
124,67	1105	1100	1082	1043	988	909	828
125,00	1181	1163	1139	1079	1001	903	815
125,33	1178	1169	1139	1082	995	898	810
125,67	1176	1168	1140	1082	993	895	803
126,00	1176	1174	1157	1100	1010	895	792
126,33	1266	1268	1262	1190	1070	927	815
126,67	1477	1479	1413	1308	1152	998	870
127,00	1539	1517	1472	1379	1236	1079	938
127,33	1576	1565	1518	1428	1279	1116	959
127,67	1669	1648	1632	1522	1367	1172	1001
128,00	1920	1902	1825	1700	1503	1284	1092
128,33	2084	2040	1953	1820	1626	1411	1203
128,67	2133	2091	2018	1889	1708	1500	1282
129,00	2195	2146	2065	1938	1771	1553	1327
129,33	2274	2235	2150	2042	1859	1619	1383
129,67	2420	2376	2270	2150	1946	1714	1469
130,00	2462	2393	2306	2188	2013	1797	1555
130,33	2492	2420	2337	2217	2047	1837	1594
130,67	2527	2458	2373	2250	2083	1868	1629
131,00	2531	2471	2378	2269	2102	1902	1663
131,33	2513	2451	2363	2255	2104	1917	1684
131,67	2469	2404	2332	2221	2088	1912	1688
132,00	2427	2366	2286	2183	2055	1887	1678
132,33	2363	2304	2227	2126	2002	1847	1657
132,67	2263	2209	2141	2051	1931	1796	1617
133,00	2149	2099	2035	1954	1849	1728	1569
133,33	2029	1986	1929	1856	1764	1650	1508
133,67	1913	1874	1827	1753	1676	1566	1438
134,00	1793	1756	1712	1647	1575	1480	1363
134,33	1670	1641	1599	1542	1473	1393	1284
134,67	1554	1527	1490	1438	1374	1305	1208
135,00	1447	1423	1388	1341	1282	1217	1135
135,33	1348	1327	1296	1253	1196	1134	1065
135,67	1261	1244	1217	1177	1122	1059	995
136,00	1189	1177	1153	1114	1060	997	934



Εικ.8.52: Τρισδιάστατη απεικόνιση έντασης φωτισμού για το τμήμα 124-136m



Εικ.8.53: Δισδιάστατη απεικόνιση έντασης φωτισμού για το τμήμα 124-136m

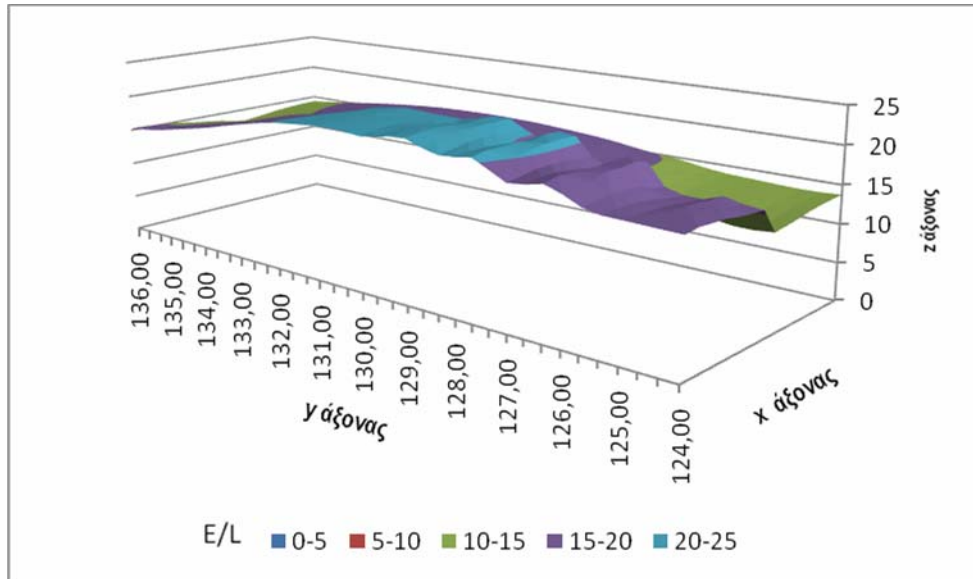
Average=1699 Min=792 Max=2886 Min/Ave=0,46 Min/Max =0,27

Πίνακας 8.48: Τιμές του λόγου έντασης φωτισμού προς λαμπρότητα για το τμήμα 124-136m 1^{ης} λωρίδας

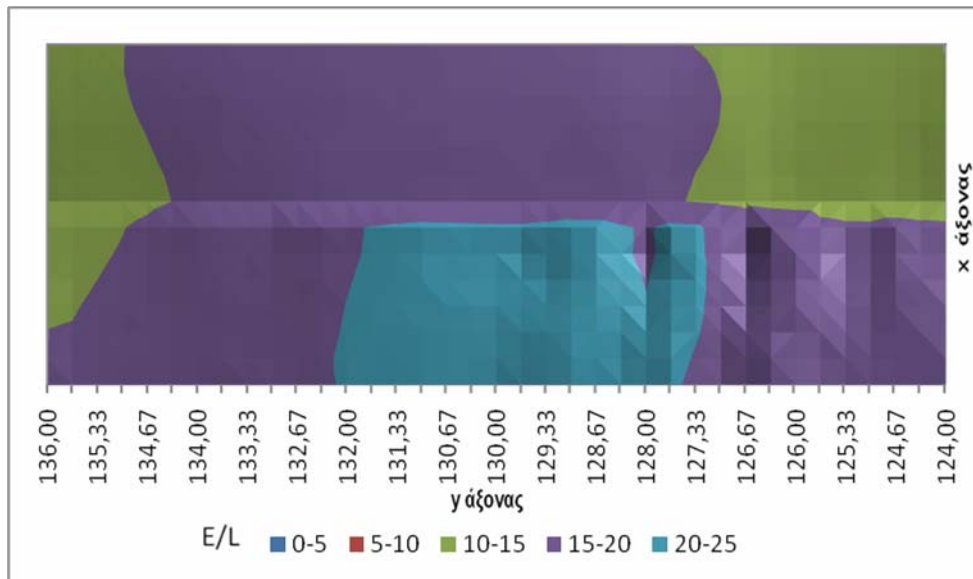
x(m) / y(m)	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5
124,00	16,54	16,78	16,63	16,51	16,14	15,95	15,75
124,33	16,59	16,77	16,92	16,76	16,62	16,24	15,99
124,67	16,66	16,74	16,89	16,95	16,86	16,62	16,51
125,00	16,72	16,71	16,60	16,52	16,25	15,99	15,72
125,33	16,77	16,90	16,90	16,71	16,38	15,99	15,74
125,67	17,21	17,34	17,65	17,62	17,42	16,68	16,33
126,00	18,27	18,46	18,75	19,25	19,24	19,44	19,03
126,33	19,01	19,43	19,32	19,30	19,09	19,27	19,28
126,67	18,53	18,83	18,91	18,37	17,99	17,34	17,33
127,00	18,28	18,57	18,94	18,98	18,94	18,59	18,47
127,33	19,40	19,77	20,20	20,50	20,70	20,79	20,68
127,67	20,48	20,85	20,84	20,94	20,63	21,01	20,93
128,00	20,14	20,38	20,43	20,15	19,89	19,36	19,53
128,33	20,01	20,28	20,66	20,77	20,70	20,50	20,44
128,67	20,54	21,05	21,34	21,49	21,51	21,52	21,57
129,00	21,27	21,65	21,72	21,63	21,47	21,55	21,56
129,33	21,18	21,37	21,55	21,29	20,84	20,92	20,96
129,67	20,77	20,99	21,22	21,01	20,74	20,31	20,49
130,00	20,50	20,86	20,93	20,91	20,64	20,48	20,51
130,33	20,75	20,91	21,00	20,98	20,72	20,55	20,57
130,67	20,81	20,92	20,99	20,96	20,76	20,62	20,68
131,00	20,78	20,87	20,92	20,82	20,83	20,68	20,76
131,33	20,58	20,68	20,71	20,69	20,62	20,50	20,47
131,67	20,37	20,42	20,49	20,41	20,27	20,17	20,12
132,00	20,16	20,22	20,12	20,04	19,91	19,76	19,72
132,33	19,79	19,80	19,69	19,56	19,53	19,36	19,41
132,67	19,34	19,22	19,12	19,00	18,94	18,79	18,76
133,00	18,86	18,64	18,56	18,49	18,32	18,13	17,97
133,33	18,36	18,18	18,11	18,02	17,83	17,70	17,57
133,67	17,81	17,77	17,66	17,57	17,43	17,31	17,19
134,00	17,34	17,27	17,17	17,03	16,92	16,84	16,75
134,33	16,92	16,80	16,65	16,48	16,35	16,18	16,05
134,67	16,49	16,36	16,16	16,00	15,83	15,62	15,43
135,00	16,07	15,93	15,71	15,58	15,39	15,14	14,92
135,33	15,70	15,52	15,33	15,20	15,00	14,76	14,54
135,67	15,43	15,20	15,07	14,91	14,66	14,41	14,16
136,00	15,24	15,18	15,02	14,86	14,46	14,18	13,87

Πίνακας 8.49: Τιμές του λόγου έντασης φωτισμού προς λαμπρότητα για το τμήμα 124-136m 2^{ης} λωρίδας

x(m) / y(m)	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
124,00	12,55	12,76	13,03	13,33	13,53	13,69	13,75
124,33	12,32	12,53	12,82	13,17	13,39	13,55	13,61
124,67	12,34	12,56	12,86	13,19	13,41	13,54	13,57
125,00	12,61	12,80	13,10	13,36	13,53	13,60	13,62
125,33	12,72	12,94	13,22	13,49	13,63	13,71	13,72
125,67	12,86	13,09	13,38	13,62	13,76	13,82	13,83
126,00	13,04	13,26	13,57	13,81	13,96	13,97	13,92
126,33	13,46	13,69	13,99	14,18	14,26	14,21	14,12
126,67	14,13	14,34	14,52	14,61	14,62	14,55	14,44
127,00	14,51	14,68	14,88	14,98	15,01	14,94	14,80
127,33	14,83	14,98	15,14	15,23	15,24	15,16	14,96
127,67	15,23	15,33	15,46	15,52	15,53	15,39	15,20
128,00	15,66	15,76	15,84	15,89	15,85	15,69	15,50
128,33	15,96	16,07	16,16	16,21	16,16	16,01	15,81
128,67	16,13	16,24	16,37	16,44	16,39	16,25	16,04
129,00	16,32	16,39	16,50	16,59	16,57	16,40	16,21
129,33	16,47	16,55	16,66	16,73	16,70	16,55	16,36
129,67	16,60	16,73	16,82	16,88	16,84	16,70	16,50
130,00	16,76	16,88	17,00	17,02	16,97	16,84	16,64
130,33	16,92	17,00	17,12	17,14	17,08	16,92	16,71
130,67	17,06	17,10	17,22	17,20	17,15	16,96	16,76
131,00	17,13	17,17	17,23	17,22	17,14	16,98	16,79
131,33	17,11	17,18	17,23	17,20	17,11	16,98	16,79
131,67	17,11	17,16	17,21	17,17	17,09	16,96	16,76
132,00	17,08	17,14	17,17	17,13	17,06	16,90	16,70
132,33	17,01	17,09	17,09	17,02	16,95	16,80	16,63
132,67	16,84	16,89	16,90	16,87	16,81	16,69	16,50
133,00	16,55	16,62	16,66	16,68	16,66	16,55	16,35
133,33	16,21	16,30	16,38	16,46	16,49	16,37	16,17
133,67	15,86	15,97	16,10	16,21	16,27	16,13	15,96
134,00	15,49	15,61	15,77	15,87	15,93	15,86	15,73
134,33	15,02	15,15	15,34	15,48	15,57	15,58	15,49
134,67	14,56	14,70	14,92	15,11	15,22	15,27	15,23
135,00	14,17	14,31	14,54	14,76	14,91	14,98	14,97
135,33	13,80	13,97	14,19	14,44	14,60	14,69	14,71
135,67	13,45	13,62	13,87	14,14	14,30	14,42	14,47
136,00	13,11	13,31	13,58	13,88	14,06	14,20	14,26



Εικ.8.54: Τρισδιάστατη απεικόνιση του λόγου έντασης φωτισμού προς λαμπρότητα για το τμήμα 124-136m



Εικ.8.55: Δισδιάστατη απεικόνιση του λόγου έντασης φωτισμού προς λαμπρότητα για το τμήμα 124-136m

Average=16,98 Min=12,31 Max=21,71

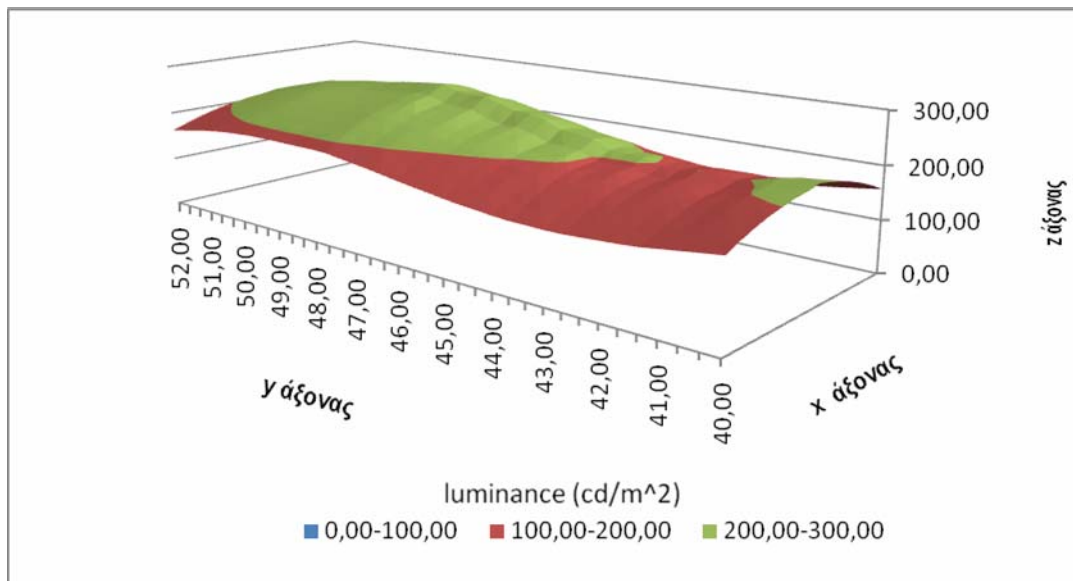
8.2.5. Stage 5

Πίνακας 8.50: Τιμές λαμπρότητας (cd/m^2) για θέση παρατηρητή $x=2$, $y=-20$

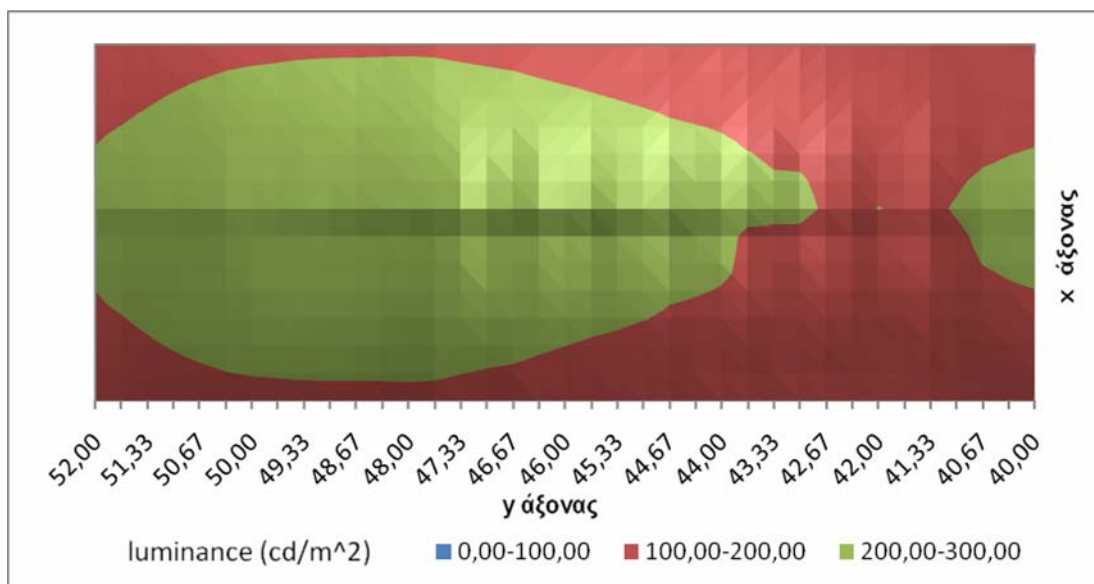
x(m) / y(m)	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5
40,00	161	173	184	193	200	206	209
40,33	157	169	180	190	198	203	206
40,67	152	164	176	186	195	200	204
41,00	148	159	170	180	188	194	196
41,33	143	154	166	176	184	187	189
41,67	140	151	164	176	185	190	191
42,00	138	150	163	175	185	191	193
42,33	136	148	161	173	182	186	187
42,67	135	146	161	173	182	186	187
43,00	134	147	162	177	187	193	195
43,33	135	150	165	179	188	193	195
43,67	136	150	167	181	190	194	195
44,00	138	154	171	187	198	206	208
44,33	142	159	176	192	202	209	212
44,67	144	162	179	195	205	210	213
45,00	148	166	185	202	214	221	225
45,33	153	172	190	207	220	227	233
45,67	157	177	195	211	222	229	233
46,00	162	181	200	217	228	235	240
46,33	167	187	207	224	237	246	252
46,67	172	194	213	229	240	248	254
47,00	176	197	216	232	244	250	256
47,33	180	201	221	238	251	261	267
47,67	184	206	225	241	252	261	268
48,00	186	207	224	239	250	258	264
48,33	186	206	223	237	247	255	262
48,67	186	205	222	235	245	252	259
49,00	187	206	221	233	243	250	256
49,33	187	205	219	231	241	248	255
49,67	186	203	218	230	239	246	253
50,00	185	202	216	227	237	244	250
50,33	183	199	213	224	232	240	246
50,67	180	195	208	218	227	234	240
51,00	176	190	202	212	221	227	233
51,33	171	185	196	206	214	221	226
51,67	166	179	190	199	207	213	217
52,00	162	174	185	194	200	206	209

Πίνακας 8.51: Τιμές λαμπρότητας (cd/m^2) για θέση παρατηρητή $x=2$, $y=-20$

x(m) / y(m)	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
40,00	215	209	202	194	183	171	157
40,33	211	206	199	190	179	166	152
40,67	209	204	196	186	174	161	147
41,00	202	197	190	181	169	156	143
41,33	196	192	187	177	165	151	138
41,67	199	196	189	178	163	149	136
42,00	200	196	188	177	162	147	133
42,33	195	192	186	175	161	146	132
42,67	198	195	189	177	162	145	131
43,00	206	203	195	181	164	146	131
43,33	207	203	196	185	168	150	133
43,67	209	207	201	189	172	152	135
44,00	224	220	211	197	177	157	138
44,33	228	224	215	202	183	163	142
44,67	231	227	220	206	188	167	146
45,00	245	239	230	214	194	172	151
45,33	252	245	235	220	200	178	156
45,67	253	248	239	225	206	184	161
46,00	263	256	247	232	212	189	166
46,33	272	265	254	238	218	195	172
46,67	272	266	256	242	223	201	177
47,00	275	269	261	246	227	205	181
47,33	285	278	267	252	231	209	185
47,67	283	276	266	252	234	213	188
48,00	279	274	264	251	233	213	190
48,33	277	270	261	248	232	212	190
48,67	272	266	257	245	230	211	190
49,00	269	263	254	243	228	211	190
49,33	267	260	251	239	226	209	189
49,67	262	256	247	236	223	206	187
50,00	258	252	243	232	219	204	185
50,33	255	248	239	228	215	201	182
50,67	248	241	232	222	210	196	179
51,00	240	233	225	215	203	190	174
51,33	232	226	218	208	197	184	169
51,67	224	218	210	201	190	177	163
52,00	215	210	203	194	184	172	157



Εικ.8.56: Τρισδιάστατη απεικόνιση λαμπρότητας για το τμήμα 40-52m



Εικ.8.57: Δισδιάστατη απεικόνιση λαμπρότητας για το τμήμα 40-52m

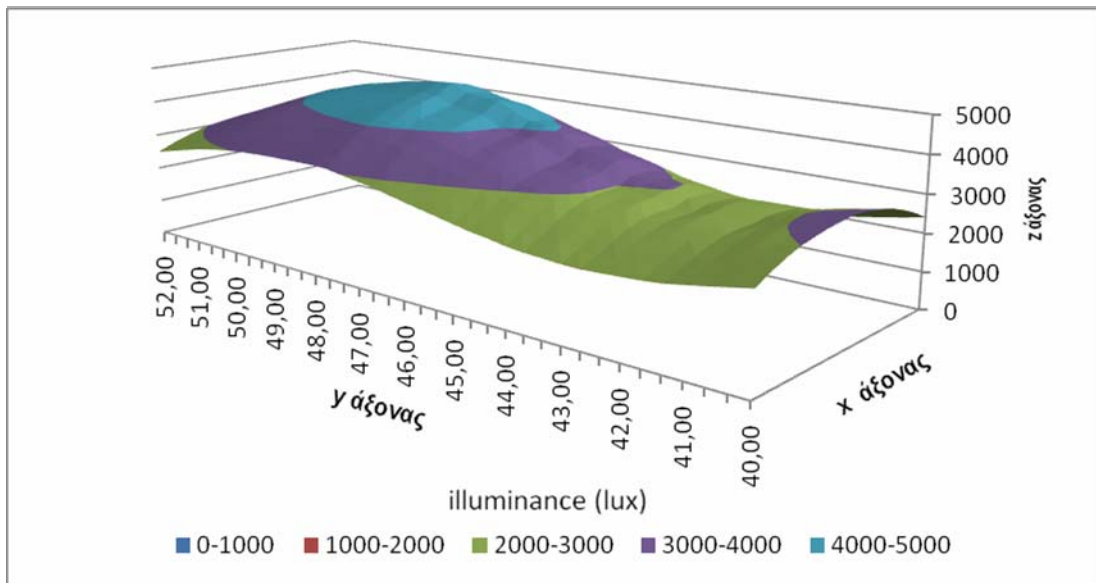
Average=204 Min=131 Max=285 Min/Ave=0,64 Min/Max =0,46

Πίνακας 8.52: Τιμές έντασης φωτισμού (lux) για τμήμα 40-52m 1^{ης} λωρίδας

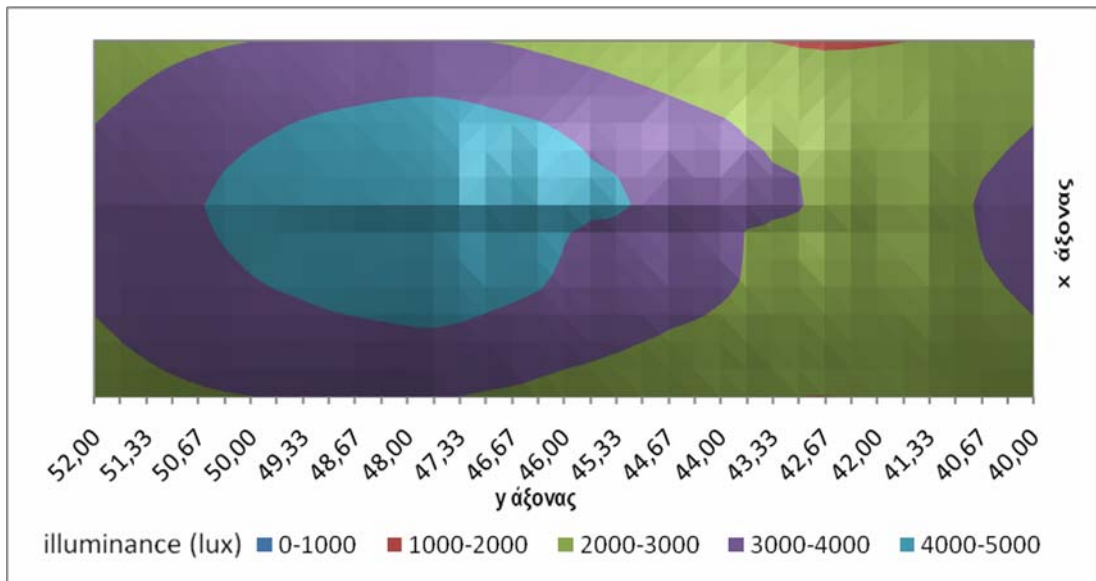
x(m) / y(m)	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5
40,00	2485	2697	2868	3006	3084	3155	3191
40,33	2390	2599	2775	2910	3008	3070	3102
40,67	2295	2491	2673	2822	2925	2988	3020
41,00	2206	2387	2557	2701	2800	2851	2871
41,33	2120	2293	2470	2606	2709	2725	2731
41,67	2071	2243	2432	2604	2718	2765	2765
42,00	2040	2223	2417	2599	2724	2785	2798
42,33	2013	2203	2406	2571	2677	2713	2708
42,67	1992	2182	2401	2587	2705	2735	2731
43,00	1999	2212	2446	2664	2816	2892	2902
43,33	2035	2278	2521	2733	2851	2919	2934
43,67	2060	2304	2567	2787	2928	2962	2980
44,00	2119	2385	2674	2936	3106	3217	3249
44,33	2204	2506	2800	3057	3220	3317	3371
44,67	2272	2584	2890	3144	3309	3372	3422
45,00	2364	2681	3007	3300	3491	3604	3671
45,33	2462	2803	3142	3432	3637	3761	3853
45,67	2553	2912	3255	3530	3716	3815	3883
46,00	2646	3006	3363	3662	3858	3962	4042
46,33	2748	3125	3495	3810	4036	4181	4288
46,67	2847	3255	3618	3918	4115	4246	4347
47,00	2920	3315	3688	3987	4193	4300	4400
47,33	2997	3392	3774	4097	4325	4501	4608
47,67	3076	3487	3851	4152	4362	4513	4637
48,00	3094	3492	3836	4113	4309	4450	4571
48,33	3088	3467	3800	4064	4254	4395	4520
48,67	3077	3447	3768	4018	4203	4334	4458
49,00	3073	3435	3732	3971	4141	4271	4388
49,33	3057	3401	3687	3916	4078	4201	4321
49,67	3033	3357	3641	3856	4018	4138	4260
50,00	2995	3317	3578	3788	3947	4062	4173
50,33	2945	3250	3496	3693	3838	3953	4058
50,67	2879	3155	3390	3571	3705	3809	3904
51,00	2795	3052	3265	3434	3563	3654	3735
51,33	2694	2932	3133	3288	3407	3492	3561
51,67	2589	2805	2994	3135	3242	3317	3373
52,00	2485	2696	2868	3005	3085	3155	3191

Πίνακας 8.53: Τιμές έντασης φωτισμού (lux) για τμήμα 40-52m 2^{ης} λωρίδας

x(m) / y(m)	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
40,00	3223	3169	3087	2990	2834	2642	2407
40,33	3120	3074	3000	2886	2732	2534	2305
40,67	3040	2992	2918	2798	2632	2428	2210
41,00	2906	2868	2800	2685	2521	2328	2122
41,33	2785	2758	2723	2603	2443	2236	2038
41,67	2834	2811	2747	2611	2410	2189	1987
42,00	2865	2827	2750	2601	2388	2165	1955
42,33	2789	2770	2714	2580	2382	2148	1929
42,67	2852	2834	2782	2630	2401	2142	1920
43,00	3034	3006	2914	2725	2458	2183	1936
43,33	3082	3052	2960	2804	2551	2263	1984
43,67	3168	3152	3083	2906	2638	2325	2034
44,00	3456	3416	3288	3077	2762	2425	2115
44,33	3574	3520	3393	3194	2891	2552	2212
44,67	3658	3611	3511	3306	3008	2651	2297
45,00	3931	3854	3724	3483	3144	2767	2402
45,33	4100	4012	3861	3617	3276	2895	2510
45,67	4162	4095	3961	3731	3409	3017	2611
46,00	4363	4273	4143	3889	3540	3129	2716
46,33	4575	4473	4303	4032	3661	3243	2819
46,67	4607	4519	4358	4122	3776	3368	2918
47,00	4683	4598	4464	4210	3861	3440	2994
47,33	4879	4779	4584	4311	3936	3509	3066
47,67	4868	4757	4576	4331	3985	3584	3133
48,00	4807	4706	4532	4296	3975	3592	3153
48,33	4757	4634	4476	4240	3934	3565	3146
48,67	4665	4557	4391	4175	3885	3534	3130
49,00	4577	4474	4313	4112	3838	3511	3117
49,33	4499	4381	4233	4032	3778	3466	3087
49,67	4382	4270	4124	3939	3698	3399	3045
50,00	4256	4155	4016	3840	3613	3336	2990
50,33	4134	4033	3901	3731	3518	3256	2925
50,67	3965	3871	3751	3597	3399	3146	2845
51,00	3782	3696	3589	3445	3258	3030	2748
51,33	3601	3528	3430	3291	3116	2900	2638
51,67	3411	3344	3256	3132	2969	2762	2522
52,00	3223	3168	3086	2990	2834	2641	2407



Εικ.8.58: Τρισδιάστατη απεικόνιση έντασης φωτισμού για το τμήμα 40-52m



Εικ.8.59: Δισδιάστατη απεικόνιση έντασης φωτισμού για το τμήμα 40-52m

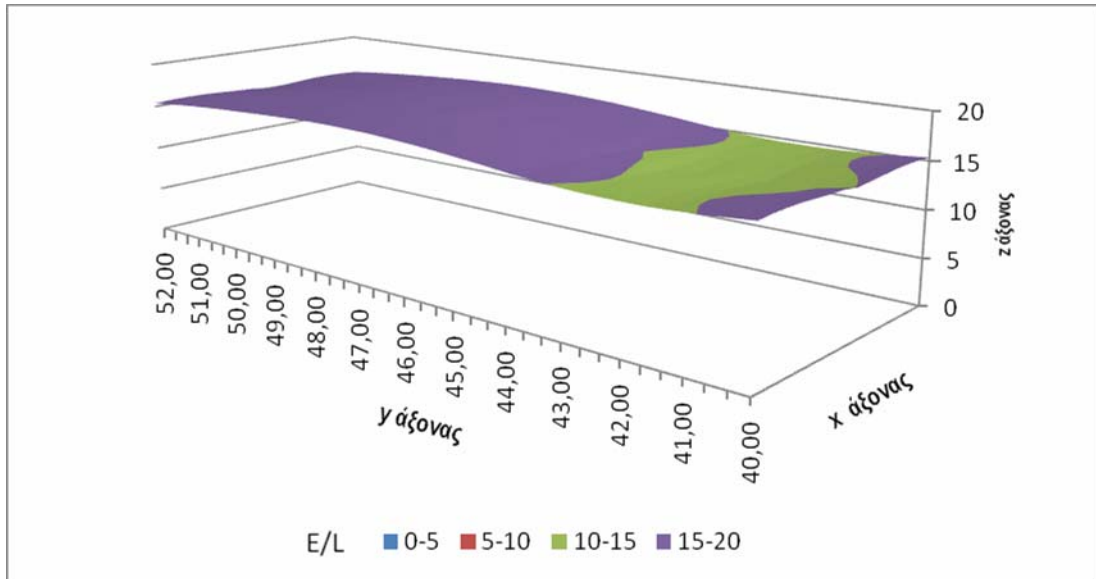
Average=3268 Min=1919 Max=4879 Min/Ave=0,58 Min/Max =0,39

Πίνακας 8.54: Τιμές του λόγου έντασης φωτισμού προς λαμπρότητα για το τμήμα 40-52m 1^{ης} λωρίδας

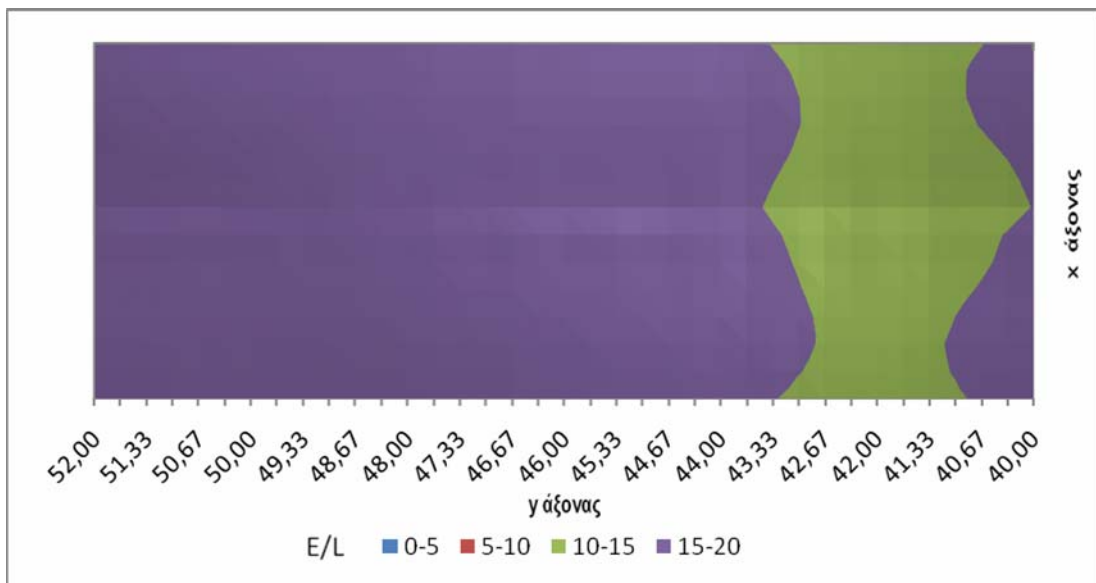
x(m) / y(m)	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5
40,00	15,42	15,55	15,59	15,56	15,45	15,35	15,28
40,33	15,24	15,36	15,39	15,34	15,21	15,10	15,03
40,67	15,07	15,20	15,22	15,18	15,04	14,92	14,83
41,00	14,94	15,03	15,06	15,00	14,88	14,73	14,63
41,33	14,81	14,89	14,91	14,84	14,73	14,56	14,45
41,67	14,74	14,82	14,86	14,81	14,69	14,55	14,44
42,00	14,74	14,83	14,87	14,83	14,72	14,60	14,51
42,33	14,76	14,86	14,91	14,86	14,74	14,60	14,50
42,67	14,79	14,90	14,95	14,92	14,83	14,69	14,60
43,00	14,88	15,02	15,08	15,09	15,03	14,96	14,87
43,33	15,03	15,20	15,28	15,26	15,20	15,13	15,07
43,67	15,16	15,32	15,42	15,42	15,37	15,29	15,26
44,00	15,34	15,51	15,63	15,68	15,65	15,61	15,59
44,33	15,56	15,76	15,89	15,93	15,91	15,87	15,87
44,67	15,74	15,95	16,10	16,13	16,11	16,06	16,07
45,00	15,92	16,13	16,29	16,36	16,35	16,30	16,29
45,33	16,10	16,33	16,49	16,56	16,56	16,54	16,53
45,67	16,25	16,48	16,67	16,73	16,74	16,69	16,70
46,00	16,36	16,59	16,78	16,89	16,89	16,84	16,83
46,33	16,47	16,71	16,90	17,02	17,05	17,02	17,02
46,67	16,57	16,81	17,01	17,12	17,16	17,13	17,14
47,00	16,61	16,85	17,06	17,17	17,21	17,18	17,19
47,33	16,65	16,88	17,07	17,21	17,26	17,26	17,27
47,67	16,68	16,92	17,11	17,24	17,30	17,31	17,33
48,00	16,65	16,89	17,10	17,21	17,27	17,28	17,31
48,33	16,61	16,85	17,04	17,18	17,24	17,25	17,29
48,67	16,54	16,78	16,97	17,11	17,17	17,20	17,23
49,00	16,47	16,71	16,91	17,01	17,07	17,08	17,12
49,33	16,39	16,61	16,80	16,92	16,95	16,96	16,97
49,67	16,30	16,52	16,68	16,79	16,82	16,84	16,85
50,00	16,22	16,41	16,57	16,65	16,68	16,67	16,69
50,33	16,11	16,31	16,45	16,52	16,52	16,48	16,48
50,67	16,00	16,18	16,30	16,37	16,35	16,29	16,27
51,00	15,88	16,05	16,14	16,19	16,15	16,08	16,05
51,33	15,73	15,88	15,98	15,98	15,93	15,83	15,78
51,67	15,55	15,69	15,77	15,76	15,68	15,58	15,51
52,00	15,37	15,50	15,53	15,51	15,42	15,31	15,23

Πίνακας 8.55: Τιμές του λόγου έντασης φωτισμού προς λαμπρότητα για το τμήμα 40-52m 2^{ης} λωρίδας

x(m) / y(m)	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
40,00	15,02	15,13	15,28	15,41	15,46	15,45	15,34
40,33	14,77	14,88	15,04	15,19	15,26	15,26	15,15
40,67	14,58	14,70	14,87	15,02	15,09	15,09	14,98
41,00	14,40	14,53	14,71	14,85	14,93	14,93	14,84
41,33	14,24	14,37	14,58	14,72	14,80	14,79	14,72
41,67	14,24	14,38	14,56	14,69	14,75	14,72	14,66
42,00	14,30	14,43	14,59	14,71	14,75	14,72	14,65
42,33	14,30	14,44	14,61	14,74	14,79	14,76	14,66
42,67	14,44	14,56	14,73	14,83	14,86	14,80	14,71
43,00	14,72	14,83	14,95	15,01	15,01	14,93	14,81
43,33	14,92	15,02	15,12	15,19	15,21	15,12	14,97
43,67	15,13	15,21	15,31	15,38	15,38	15,28	15,13
44,00	15,45	15,52	15,58	15,63	15,59	15,48	15,32
44,33	15,67	15,74	15,81	15,85	15,83	15,71	15,53
44,67	15,83	15,89	15,98	16,04	16,03	15,89	15,71
45,00	16,05	16,11	16,20	16,25	16,21	16,07	15,88
45,33	16,27	16,35	16,42	16,44	16,40	16,26	16,06
45,67	16,46	16,51	16,60	16,62	16,58	16,41	16,21
46,00	16,62	16,68	16,77	16,78	16,70	16,54	16,33
46,33	16,80	16,86	16,92	16,91	16,81	16,64	16,43
46,67	16,95	16,98	17,05	17,01	16,93	16,75	16,52
47,00	17,04	17,07	17,11	17,08	16,99	16,79	16,57
47,33	17,13	17,16	17,18	17,13	17,01	16,83	16,60
47,67	17,21	17,22	17,21	17,16	17,04	16,86	16,63
48,00	17,21	17,20	17,20	17,14	17,04	16,84	16,61
48,33	17,19	17,19	17,18	17,11	16,98	16,80	16,57
48,67	17,15	17,15	17,11	17,05	16,93	16,75	16,51
49,00	17,04	17,03	17,01	16,95	16,86	16,67	16,44
49,33	16,87	16,88	16,88	16,85	16,75	16,57	16,36
49,67	16,70	16,71	16,71	16,70	16,61	16,46	16,26
50,00	16,47	16,50	16,53	16,53	16,49	16,35	16,16
50,33	16,21	16,26	16,35	16,38	16,35	16,23	16,05
50,67	15,99	16,06	16,16	16,21	16,19	16,08	15,92
51,00	15,77	15,85	15,96	16,03	16,02	15,94	15,79
51,33	15,52	15,61	15,75	15,84	15,86	15,78	15,64
51,67	15,26	15,37	15,51	15,62	15,65	15,59	15,47
52,00	14,98	15,10	15,24	15,37	15,42	15,39	15,28



Εικ.8.60: Τρισδιάστατη απεικόνιση του λόγου έντασης φωτισμού προς λαμπρότητα για το τμήμα 40-52m



Εικ.8.61: Δισδιάστατη απεικόνιση του λόγου έντασης φωτισμού προς λαμπρότητα για το τμήμα 40-52m

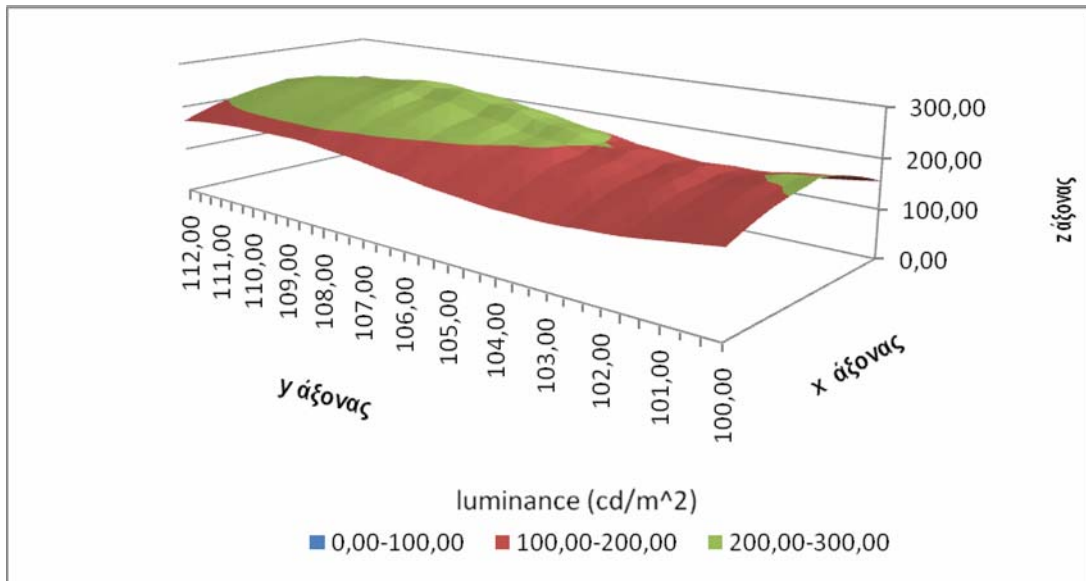
Average=15,94 Min=14,23 Max=17,33

Πίνακας 8.56: Τιμές λαμπρότητας (cd/m^2) για θέση παρατηρητή $x=2$, $y=40$

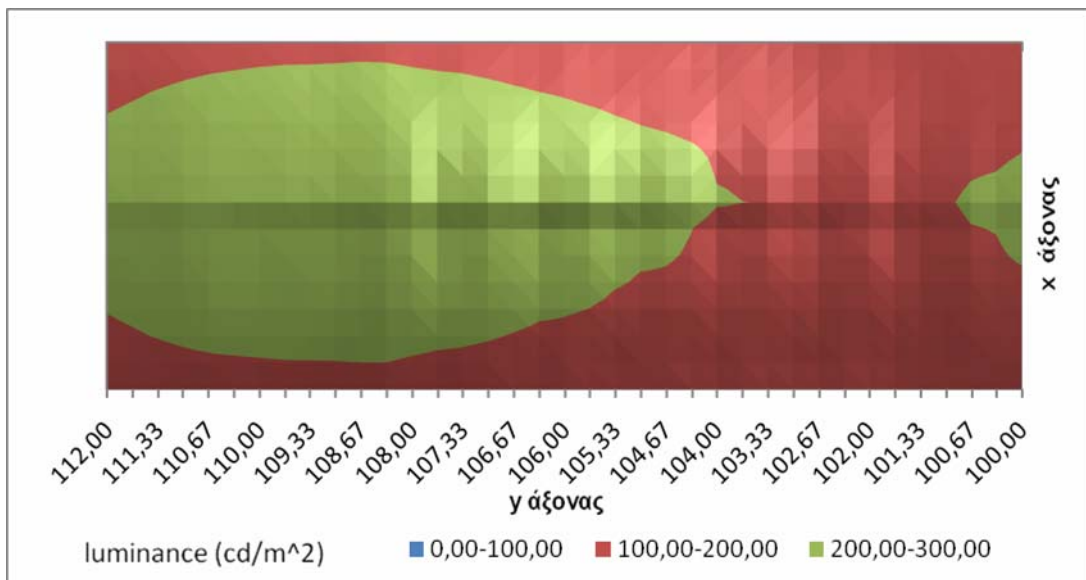
x(m) / y(m)	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5
100,00	159	171	181	190	197	202	205
100,33	155	166	177	186	193	198	201
100,67	150	161	173	182	190	196	199
101,00	145	156	166	176	184	189	192
101,33	140	151	161	171	178	182	184
101,67	136	146	157	168	176	178	179
102,00	134	144	156	169	178	184	184
102,33	133	144	155	167	176	181	182
102,67	130	141	153	164	172	176	176
103,00	128	140	154	166	175	179	180
103,33	129	141	156	170	180	186	188
103,67	130	144	159	172	180	186	188
104,00	130	145	160	173	183	186	188
104,33	133	148	164	180	191	197	201
104,67	136	153	169	185	196	203	206
105,00	139	156	173	187	198	204	207
105,33	142	159	177	192	203	208	212
105,67	147	164	183	199	212	220	224
106,00	152	171	189	205	215	223	227
106,33	155	174	192	207	217	223	228
106,67	160	179	198	214	226	234	239
107,00	164	185	204	221	233	242	248
107,33	169	189	208	223	233	241	247
107,67	172	191	210	225	236	241	247
108,00	175	195	215	231	243	252	258
108,33	179	200	218	234	244	253	260
108,67	180	200	217	231	241	249	255
109,00	180	199	215	229	238	246	252
109,33	180	199	214	227	237	244	250
109,67	180	199	213	226	235	242	248
110,00	180	197	212	224	232	239	246
110,33	180	196	211	222	231	238	244
110,67	178	195	209	220	229	236	242
111,00	176	192	206	217	226	233	239
111,33	174	189	201	212	221	228	233
111,67	171	185	197	207	215	222	227
112,00	167	181	192	202	209	216	221

Πίνακας 8.57: Τιμές λαμπρότητας (cd/m^2) για θέση παρατηρητή $x=6$, $y=40$

x(m) / y(m)	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
100,00	211	206	199	191	180	169	155
100,33	205	201	194	186	176	164	150
100,67	204	199	192	182	171	158	145
101,00	198	193	186	177	165	153	141
101,33	191	187	180	171	160	148	136
101,67	186	183	179	169	157	144	131
102,00	193	190	182	171	156	142	129
102,33	190	186	179	169	155	141	128
102,67	186	183	177	167	154	138	125
103,00	191	188	182	171	155	139	125
103,33	200	196	188	175	158	141	126
103,67	200	197	189	178	162	145	128
104,00	203	199	194	182	166	147	130
104,33	216	212	204	190	171	151	133
104,67	223	218	209	195	176	157	138
105,00	225	220	211	199	181	161	141
105,33	231	226	219	205	186	165	145
105,67	244	239	228	212	192	171	150
106,00	247	241	231	217	198	178	156
106,33	248	243	234	221	203	182	160
106,67	258	252	243	228	209	186	164
107,00	265	259	248	233	214	192	169
107,33	264	258	248	235	217	197	173
107,67	264	258	251	238	220	198	176
108,00	273	268	257	243	223	202	179
108,33	273	267	257	244	225	205	182
108,67	269	263	254	241	225	206	184
109,00	266	259	250	238	223	204	183
109,33	262	257	248	236	221	203	183
109,67	261	255	245	234	220	203	183
110,00	258	251	242	231	218	201	182
110,33	255	248	239	228	215	199	180
110,67	251	245	236	225	212	197	178
111,00	247	241	231	221	208	194	176
111,33	241	234	225	215	203	189	172
111,67	233	227	219	209	197	184	168
112,00	227	221	213	204	192	180	164



Εικ.8.62: Τρισδιάστατη απεικόνιση λαμπρότητας για το τμήμα 100-112m



Εικ.8.63: Δισδιάστατη απεικόνιση λαμπρότητας για το τμήμα 100-112m

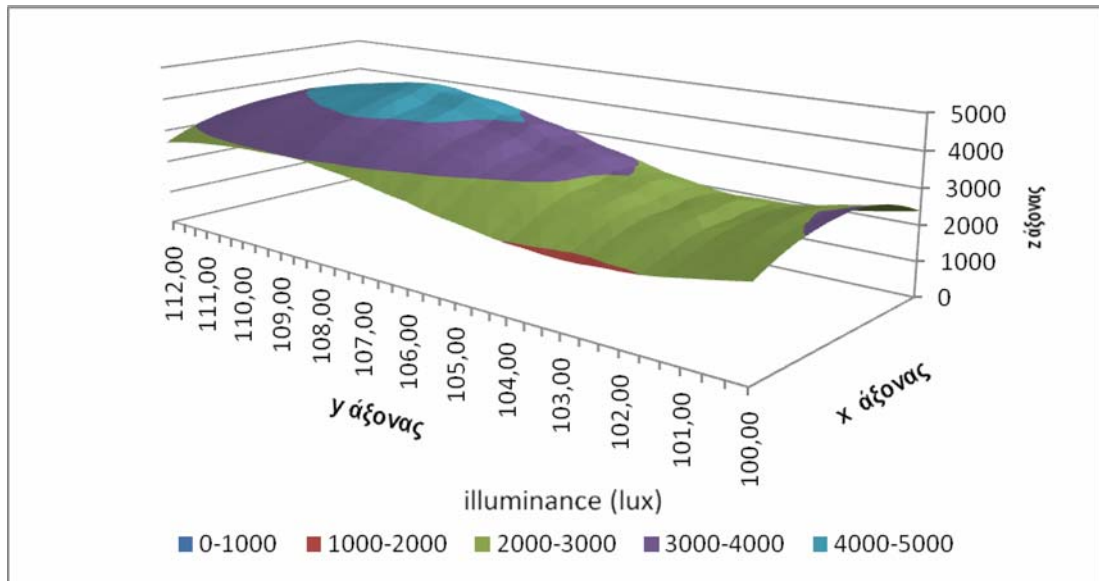
Average=197 Min=125 Max=273 Min/Ave=0,63 Min/Max =0,46

Πίνακας 8.58: Τιμές έντασης φωτισμού (lux) για τμήμα 100-112m 1^{ης} λωρίδας

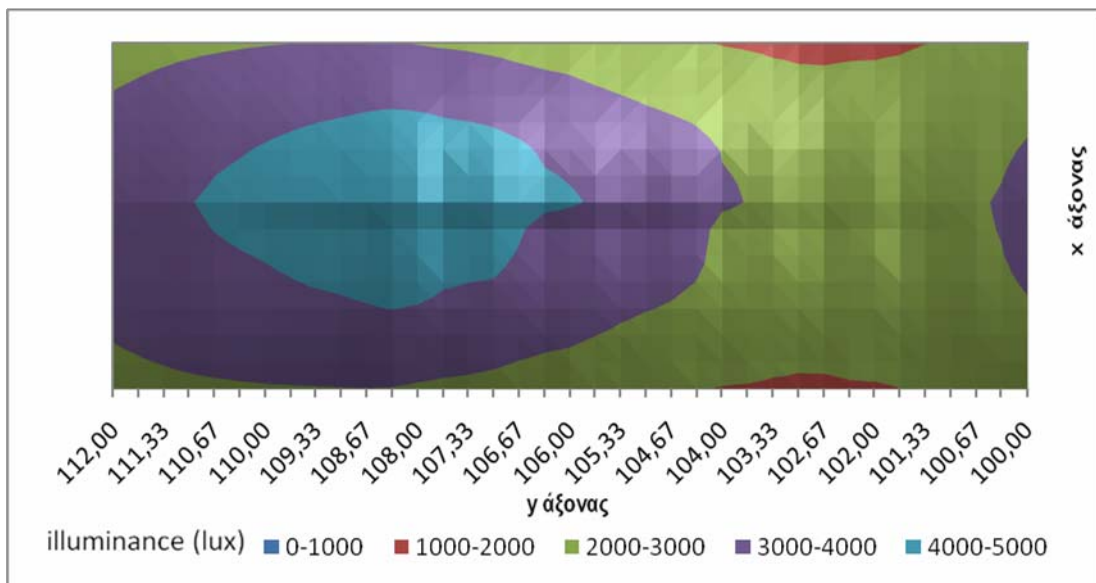
x(m) / y(m)	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5
100,00	2459	2661	2824	2957	3042	3108	3146
100,33	2356	2556	2722	2845	2934	2989	3015
100,67	2258	2450	2625	2758	2863	2919	2951
101,00	2166	2337	2501	2636	2733	2785	2804
101,33	2071	2236	2394	2523	2608	2646	2654
101,67	1996	2154	2323	2464	2557	2565	2560
102,00	1957	2120	2302	2483	2595	2663	2645
102,33	1944	2119	2300	2468	2572	2621	2625
102,67	1901	2078	2274	2423	2526	2548	2544
103,00	1891	2076	2291	2476	2593	2629	2631
103,33	1911	2123	2351	2564	2707	2784	2798
103,67	1956	2190	2422	2624	2742	2812	2830
104,00	1975	2216	2468	2675	2809	2840	2878
104,33	2040	2295	2575	2825	2989	3083	3129
104,67	2123	2416	2696	2951	3115	3217	3267
105,00	2196	2497	2785	3025	3181	3268	3323
105,33	2265	2566	2877	3137	3305	3384	3439
105,67	2356	2680	3009	3297	3502	3630	3693
106,00	2471	2822	3143	3424	3596	3712	3784
106,33	2535	2881	3218	3483	3664	3745	3827
106,67	2625	2981	3336	3633	3839	3960	4055
107,00	2719	3104	3458	3761	3980	4126	4237
107,33	2799	3187	3536	3819	4003	4137	4237
107,67	2851	3222	3578	3862	4055	4152	4249
108,00	2912	3294	3656	3965	4186	4348	4452
108,33	2979	3376	3718	4010	4212	4364	4480
108,67	2996	3366	3696	3961	4148	4282	4395
109,00	2983	3339	3653	3906	4087	4215	4332
109,33	2964	3319	3623	3862	4042	4167	4282
109,67	2954	3300	3584	3814	3977	4104	4211
110,00	2939	3260	3538	3757	3912	4030	4140
110,33	2913	3224	3493	3702	3860	3975	4087
110,67	2872	3184	3440	3642	3796	3907	4013
111,00	2827	3119	3363	3557	3698	3809	3903
111,33	2768	3034	3266	3447	3577	3679	3765
111,67	2698	2948	3158	3326	3455	3543	3618
112,00	2614	2858	3054	3207	3316	3400	3461

Πίνακας 8.59: Τιμές έντασης φωτισμού (lux) για τμήμα 100-112m 2^{ης} λωρίδας

x(m) / y(m)	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
100,00	3174	3124	3045	2943	2791	2609	2383
100,33	3028	2991	2923	2821	2680	2492	2272
100,67	2968	2921	2856	2733	2582	2386	2174
101,00	2837	2799	2731	2617	2464	2278	2083
101,33	2703	2672	2616	2514	2363	2180	1991
101,67	2618	2605	2579	2468	2300	2102	1915
102,00	2723	2716	2625	2491	2280	2067	1876
102,33	2694	2665	2598	2467	2271	2061	1859
102,67	2639	2627	2578	2446	2261	2031	1826
103,00	2751	2730	2681	2528	2302	2044	1826
103,33	2938	2909	2812	2632	2375	2104	1859
103,67	2987	2960	2863	2711	2464	2191	1920
104,00	3065	3025	2973	2798	2548	2248	1965
104,33	3333	3283	3170	2969	2667	2342	2046
104,67	3479	3422	3291	3088	2792	2469	2140
105,00	3541	3489	3374	3180	2900	2568	2224
105,33	3696	3628	3532	3316	3014	2656	2308
105,67	3954	3891	3727	3484	3145	2777	2408
106,00	4050	3971	3824	3609	3284	2920	2528
106,33	4113	4037	3922	3695	3383	2997	2603
106,67	4324	4231	4095	3846	3498	3095	2694
107,00	4473	4379	4208	3955	3604	3209	2784
107,33	4488	4397	4239	4013	3686	3294	2862
107,67	4511	4418	4302	4061	3733	3330	2911
108,00	4679	4589	4405	4149	3788	3387	2967
108,33	4683	4580	4406	4166	3835	3455	3025
108,67	4615	4515	4349	4121	3816	3452	3041
109,00	4542	4424	4277	4054	3765	3418	3026
109,33	4456	4357	4201	3995	3718	3388	3003
109,67	4383	4285	4131	3935	3676	3361	2985
110,00	4297	4189	4047	3857	3615	3313	2957
110,33	4193	4090	3951	3773	3541	3256	2917
110,67	4087	3995	3860	3689	3467	3197	2863
111,00	3977	3882	3753	3589	3380	3120	2804
111,33	3823	3734	3617	3466	3270	3025	2734
111,67	3657	3577	3475	3335	3150	2926	2651
112,00	3502	3437	3342	3215	3040	2827	2558



Εικ.8.64: Τριδιάστατη απεικόνιση έντασης φωτισμού για το τμήμα 100-112m



Εικ.8.65: Δισδιάστατη απεικόνιση έντασης φωτισμού για το τμήμα 100-112m

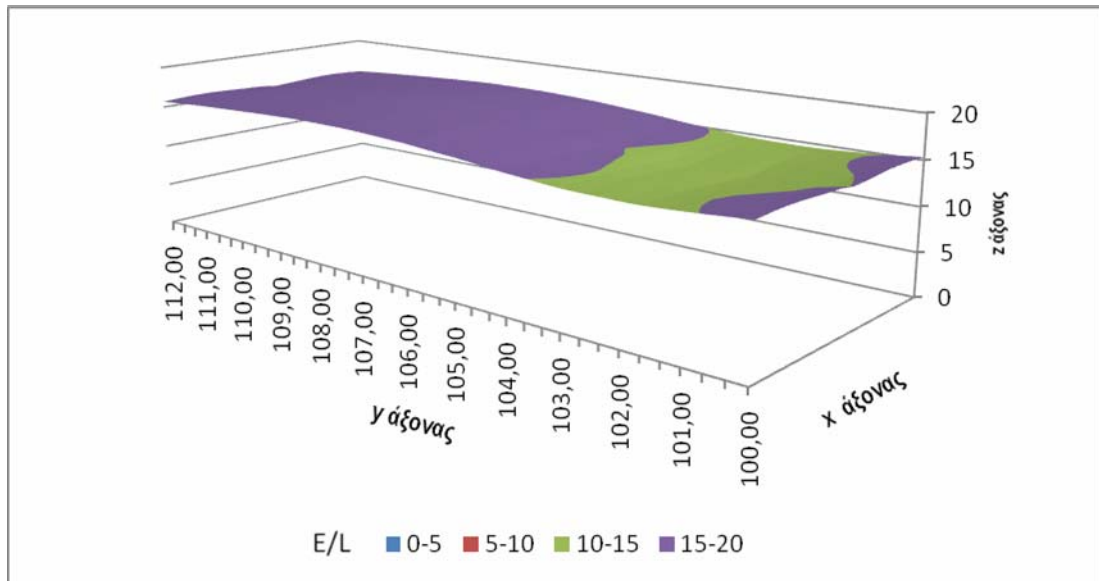
Average=3157 Min=1825 Max=4683 Min/Ave=0,57 Min/Max =0,39

Πίνακας 8.60: Τιμές του λόγου έντασης φωτισμού προς λαμπρότητα για το τμήμα 100-112m 1^{ης} λωρίδας

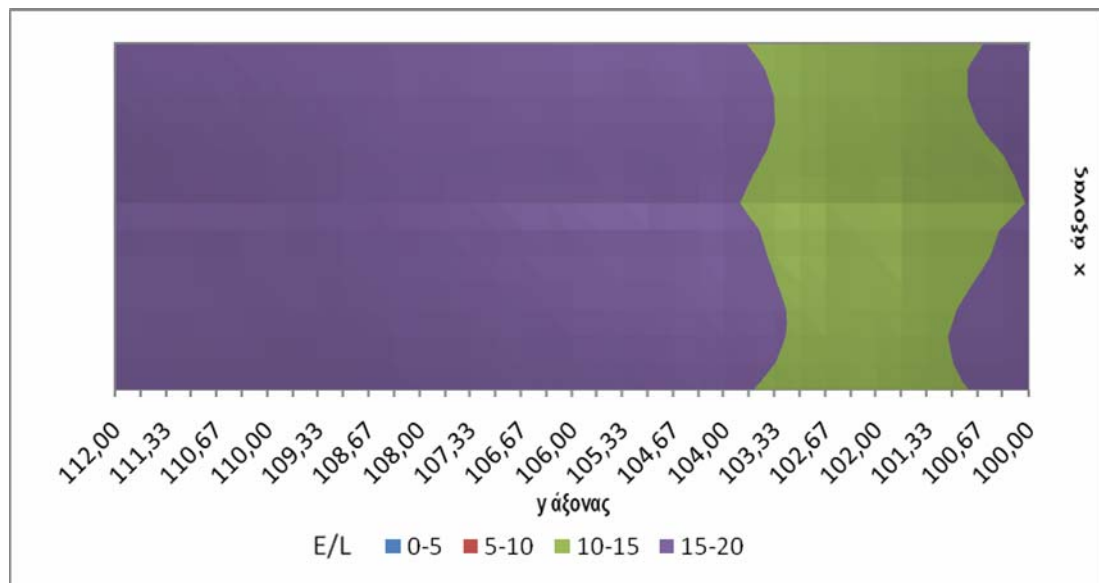
x(m) / y(m)	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5
100,00	15,42	15,55	15,60	15,58	15,48	15,38	15,32
100,33	15,23	15,35	15,38	15,34	15,22	15,10	15,03
100,67	15,06	15,18	15,21	15,15	15,04	14,90	14,82
101,00	14,91	15,00	15,03	14,97	14,85	14,71	14,61
101,33	14,77	14,85	14,86	14,80	14,67	14,52	14,41
101,67	14,66	14,73	14,76	14,69	14,56	14,38	14,28
102,00	14,63	14,70	14,75	14,71	14,60	14,47	14,35
102,33	14,67	14,76	14,79	14,75	14,64	14,51	14,40
102,67	14,68	14,78	14,82	14,77	14,66	14,51	14,42
103,00	14,74	14,85	14,91	14,90	14,80	14,68	14,61
103,33	14,85	15,00	15,07	15,08	15,02	14,95	14,88
103,67	15,03	15,19	15,27	15,26	15,20	15,12	15,07
104,00	15,17	15,33	15,43	15,44	15,39	15,30	15,28
104,33	15,36	15,54	15,66	15,70	15,66	15,61	15,60
104,67	15,58	15,79	15,91	15,94	15,91	15,86	15,85
105,00	15,77	15,97	16,10	16,14	16,11	16,04	16,03
105,33	15,92	16,13	16,27	16,32	16,30	16,24	16,24
105,67	16,08	16,30	16,47	16,53	16,51	16,48	16,47
106,00	16,24	16,48	16,66	16,72	16,72	16,65	16,64
106,33	16,35	16,57	16,75	16,84	16,86	16,79	16,78
106,67	16,44	16,67	16,84	16,95	16,98	16,93	16,94
107,00	16,54	16,76	16,96	17,04	17,09	17,06	17,05
107,33	16,60	16,82	17,02	17,12	17,16	17,14	17,12
107,67	16,62	16,84	17,02	17,15	17,20	17,20	17,20
108,00	16,63	16,86	17,04	17,16	17,22	17,23	17,26
108,33	16,64	16,88	17,07	17,17	17,24	17,24	17,26
108,67	16,60	16,83	17,03	17,15	17,20	17,20	17,22
109,00	16,53	16,77	16,96	17,09	17,15	17,17	17,19
109,33	16,47	16,70	16,89	17,00	17,04	17,07	17,10
109,67	16,39	16,62	16,80	16,90	16,94	16,95	16,97
110,00	16,30	16,52	16,69	16,79	16,83	16,83	16,84
110,33	16,22	16,43	16,59	16,67	16,71	16,71	16,72
110,67	16,13	16,33	16,49	16,53	16,56	16,54	16,55
111,00	16,04	16,22	16,36	16,42	16,39	16,35	16,32
111,33	15,92	16,10	16,21	16,26	16,22	16,17	16,13
111,67	15,81	15,98	16,07	16,10	16,04	15,96	15,91
112,00	15,68	15,83	15,92	15,92	15,84	15,74	15,67

Πίνακας 8.61: Τιμές του λόγου έντασης φωτισμού προς λαμπρότητα για το τμήμα 100-112m 2^{ης} λωρίδας

x(m) / y(m)	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
100,00	15,04	15,16	15,30	15,43	15,47	15,45	15,34
100,33	14,75	14,88	15,03	15,18	15,25	15,24	15,14
100,67	14,55	14,68	14,87	15,00	15,07	15,07	14,96
101,00	14,36	14,50	14,68	14,83	14,90	14,90	14,81
101,33	14,19	14,32	14,51	14,66	14,74	14,75	14,68
101,67	14,06	14,20	14,41	14,57	14,64	14,62	14,57
102,00	14,15	14,31	14,46	14,60	14,63	14,60	14,53
102,33	14,18	14,32	14,49	14,62	14,68	14,65	14,56
102,67	14,22	14,36	14,53	14,65	14,71	14,67	14,58
103,00	14,43	14,54	14,71	14,80	14,82	14,75	14,65
103,33	14,72	14,83	14,94	15,00	14,99	14,92	14,79
103,67	14,92	15,02	15,13	15,19	15,19	15,12	14,98
104,00	15,13	15,21	15,33	15,37	15,37	15,29	15,13
104,33	15,41	15,48	15,57	15,63	15,59	15,48	15,33
104,67	15,61	15,69	15,77	15,83	15,82	15,72	15,55
105,00	15,76	15,84	15,96	16,02	16,01	15,91	15,72
105,33	15,99	16,05	16,16	16,20	16,17	16,06	15,87
105,67	16,22	16,30	16,37	16,40	16,36	16,23	16,04
106,00	16,41	16,48	16,58	16,60	16,56	16,41	16,20
106,33	16,57	16,63	16,72	16,73	16,66	16,51	16,30
106,67	16,75	16,79	16,86	16,85	16,76	16,61	16,40
107,00	16,90	16,94	16,98	16,95	16,88	16,70	16,48
107,33	17,00	17,03	17,06	17,04	16,96	16,76	16,55
107,67	17,09	17,11	17,11	17,07	16,96	16,78	16,56
108,00	17,14	17,15	17,14	17,08	16,97	16,80	16,57
108,33	17,16	17,17	17,16	17,09	17,01	16,82	16,59
108,67	17,14	17,15	17,15	17,08	16,97	16,78	16,56
109,00	17,10	17,10	17,08	17,02	16,91	16,73	16,49
109,33	16,98	16,98	16,96	16,92	16,83	16,65	16,43
109,67	16,82	16,83	16,83	16,81	16,74	16,56	16,34
110,00	16,66	16,68	16,70	16,69	16,61	16,46	16,26
110,33	16,46	16,50	16,53	16,53	16,48	16,36	16,16
110,67	16,27	16,31	16,37	16,39	16,37	16,24	16,07
111,00	16,07	16,13	16,21	16,26	16,24	16,12	15,97
111,33	15,88	15,96	16,06	16,12	16,09	16,01	15,86
111,67	15,67	15,75	15,86	15,96	15,96	15,89	15,75
112,00	15,44	15,55	15,69	15,79	15,82	15,75	15,61



Εικ.8.66: Τρισδιάστατη απεικόνιση του λόγου έντασης φωτισμού προς λαμπρότητα για το τμήμα 100-112m



Εικ.8.67: Δισδιάστατη απεικόνιση του λόγου έντασης φωτισμού προς λαμπρότητα για το τμήμα 100-112m

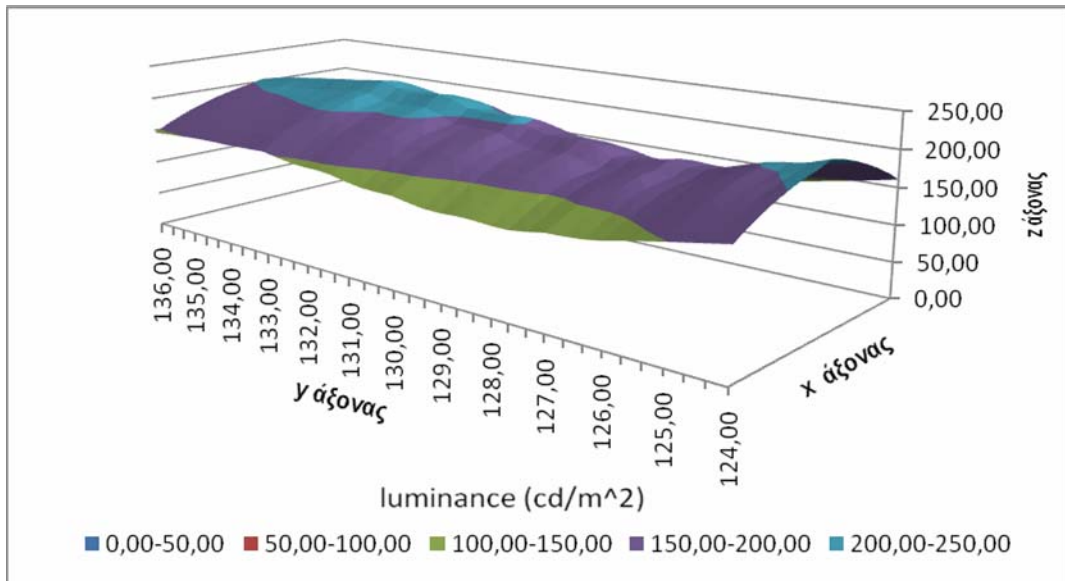
Average=15,91 Min=14,05 Max=17,26

Πίνακας 8.62: Τιμές λαμπρότητας (cd/m^2) για θέση παρατηρητή $x=2$, $y=64$

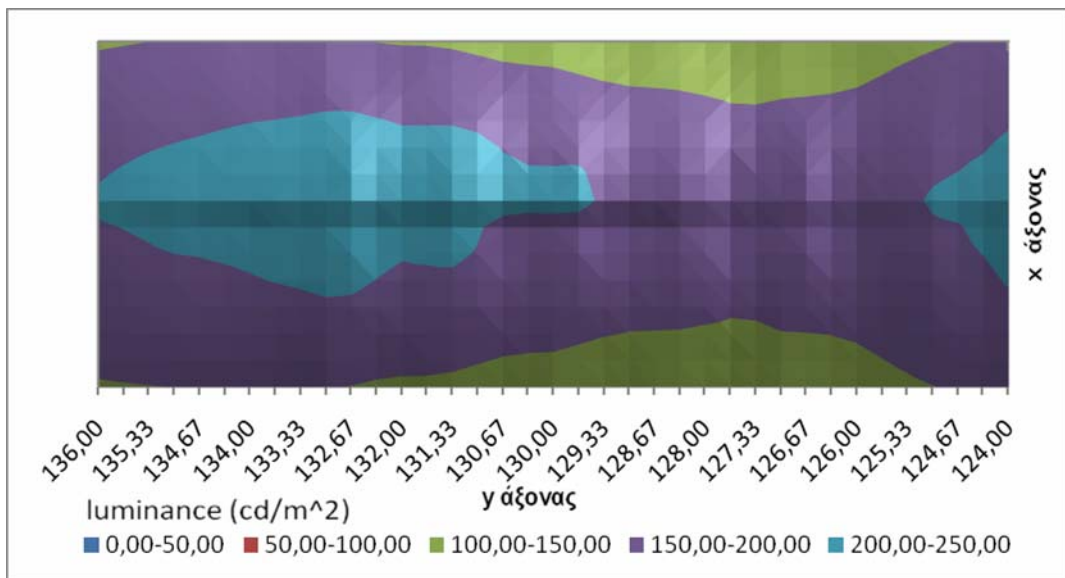
x(m) / y(m)	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5
124,00	163	175	186	194	202	208	213
124,33	158	170	180	188	195	200	204
124,67	154	166	176	184	191	196	199
125,00	149	161	172	181	189	194	197
125,33	145	155	165	174	182	187	190
125,67	140	149	159	168	175	179	182
126,00	134	144	154	162	169	172	174
126,33	131	140	151	160	167	170	171
126,67	129	139	150	161	169	175	175
127,00	128	138	149	159	167	171	172
127,33	124	134	145	155	162	166	167
127,67	121	132	144	154	162	164	165
128,00	121	133	146	158	167	171	173
128,33	123	135	148	160	169	175	178
128,67	123	136	149	160	168	173	176
129,00	122	136	149	160	169	173	176
129,33	123	137	152	165	174	178	180
129,67	127	141	156	170	180	188	190
130,00	131	145	160	173	182	188	191
130,33	131	146	160	173	181	187	191
130,67	132	148	163	175	185	189	193
131,00	136	153	168	183	192	199	202
131,33	141	157	173	187	196	204	209
131,67	143	160	175	187	196	203	207
132,00	144	160	176	187	196	202	207
132,33	146	162	178	191	200	204	208
132,67	149	166	181	196	205	213	217
133,00	153	170	184	197	206	212	218
133,33	153	169	183	194	203	209	214
133,67	152	167	181	192	201	207	212
134,00	151	167	180	191	198	204	209
134,33	152	166	179	189	196	202	207
134,67	151	166	178	187	195	201	206
135,00	150	164	176	186	194	200	206
135,33	149	163	175	185	192	198	203
135,67	148	161	173	182	190	196	200
136,00	146	159	170	179	187	193	198

Πίνακας 8.63: Τιμές λαμπρότητας (cd/m^2) για θέση παρατηρητή $x=6$, $y=64$

x(m) / y(m)	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
124,00	219	214	206	197	187	175	161
124,33	211	206	198	190	180	169	155
124,67	205	201	194	185	176	164	150
125,00	203	198	191	181	171	158	145
125,33	195	191	184	175	164	153	140
125,67	188	183	177	168	158	147	135
126,00	180	177	171	163	153	141	130
126,33	178	175	171	162	150	138	126
126,67	183	180	173	162	149	136	124
127,00	180	176	170	160	148	135	123
127,33	175	173	167	158	145	132	120
127,67	175	172	168	159	146	131	118
128,00	185	182	175	164	149	133	119
128,33	190	186	178	167	152	137	122
128,67	190	186	179	168	154	138	123
129,00	191	187	180	169	155	139	123
129,33	196	192	186	174	159	141	125
129,67	207	203	193	181	163	146	129
130,00	208	202	194	183	167	150	133
130,33	208	203	195	184	169	152	134
130,67	209	205	199	187	172	154	136
131,00	220	215	207	195	178	159	140
131,33	224	219	210	198	182	164	144
131,67	222	217	209	198	183	166	147
132,00	220	216	209	198	184	166	147
132,33	223	219	213	202	186	168	149
132,67	231	227	218	206	189	171	152
133,00	229	224	216	205	191	174	156
133,33	226	221	213	203	189	173	155
133,67	225	219	212	201	187	172	155
134,00	222	217	209	199	186	171	154
134,33	220	215	207	197	185	171	154
134,67	217	212	204	194	183	169	153
135,00	215	209	202	192	180	167	151
135,33	212	207	199	189	178	165	150
135,67	208	203	195	186	175	163	147
136,00	204	198	191	182	171	159	145



Εικ.8.68: Τρισδιάστατη απεικόνιση λαμπρότητας για το τμήμα 124-136m



Εικ.8.69: Δισδιάστατη απεικόνιση λαμπρότητας για το τμήμα 124-136m

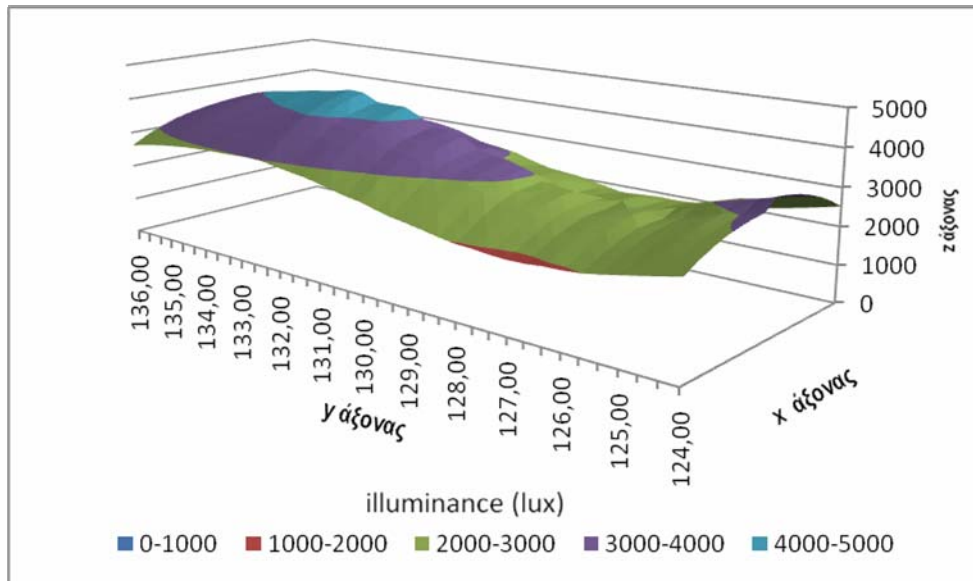
Average=175 Min=117 Max=231 Min/Ave=0,67 Min/Max =0,51

Πίνακας 8.64: Τιμές έντασης φωτισμού (lux) για τμήμα 124-136m 1^{ης} λωρίδας

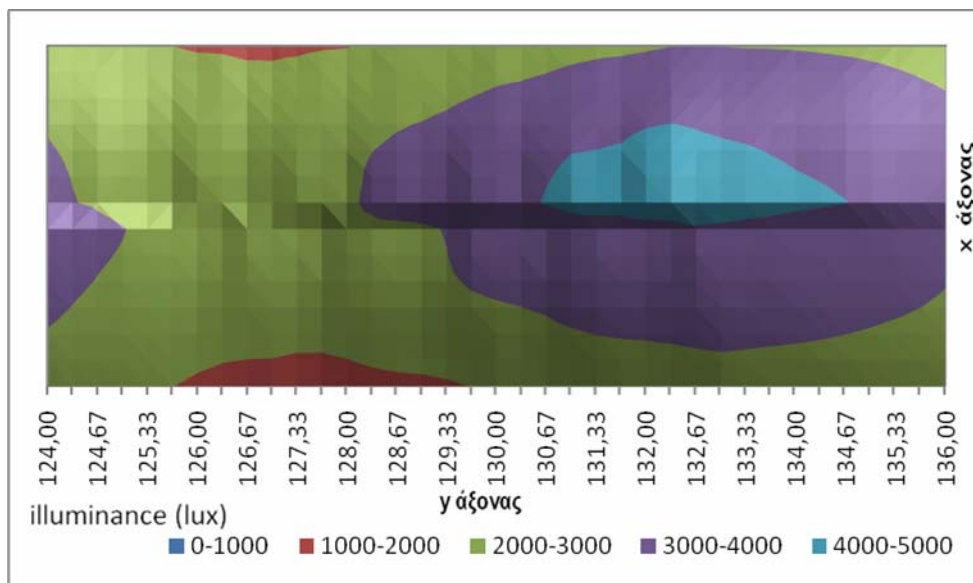
x(m) / y(m)	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5
124,00	2459	2662	2824	2958	3042	3109	3146
124,33	2357	2556	2722	2845	2934	2989	3015
124,67	2259	2450	2625	2758	2863	2919	2951
125,00	2166	2337	2501	2636	2733	2785	2804
125,33	2072	2237	2394	2523	2608	2646	2654
125,67	1996	2154	2323	2464	2557	2565	2560
126,00	1957	2120	2302	2482	2595	2663	2646
126,33	1944	2119	2300	2468	2572	2621	2625
126,67	1901	2078	2274	2423	2526	2548	2544
127,00	1891	2076	2291	2476	2594	2629	2631
127,33	1912	2123	2352	2564	2707	2784	2798
127,67	1957	2190	2422	2624	2742	2812	2830
128,00	1976	2216	2467	2675	2809	2840	2878
128,33	2040	2295	2575	2824	2990	3083	3129
128,67	2124	2417	2697	2950	3116	3217	3267
129,00	2196	2497	2785	3025	3181	3269	3323
129,33	2265	2566	2877	3137	3305	3384	3439
129,67	2356	2680	3009	3296	3503	3630	3693
130,00	2472	2822	3143	3424	3597	3712	3784
130,33	2535	2881	3218	3484	3664	3745	3827
130,67	2626	2982	3336	3633	3839	3961	4055
131,00	2719	3104	3458	3760	3980	4126	4238
131,33	2800	3188	3536	3819	4004	4137	4237
131,67	2851	3222	3578	3863	4055	4152	4250
132,00	2913	3294	3655	3965	4186	4348	4452
132,33	2980	3376	3718	4010	4211	4364	4480
132,67	2996	3367	3696	3962	4148	4283	4395
133,00	2984	3339	3653	3906	4086	4216	4331
133,33	2965	3319	3623	3862	4042	4166	4282
133,67	2954	3300	3585	3814	3977	4104	4211
134,00	2939	3261	3538	3757	3912	4030	4140
134,33	2914	3224	3494	3702	3860	3975	4087
134,67	2873	3184	3440	3642	3796	3908	4013
135,00	2827	3119	3364	3557	3698	3809	3903
135,33	2769	3035	3266	3447	3577	3679	3765
135,67	2698	2948	3159	3325	3455	3542	3619
136,00	2614	2858	3054	3207	3315	3400	3461

Πίνακας 8.65: Τιμές έντασης φωτισμού (lux) για τμήμα 124-136m 2^{ης} λωρίδας

x(m) / y(m)	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
124,00	3419	3353	3262	3131	2968	2765	2515
124,33	3239	3180	3095	2989	2834	2641	2406
124,67	3108	3056	2983	2873	2723	2528	2300
125,00	3024	2969	2897	2776	2618	2422	2204
125,33	2872	2831	2757	2647	2493	2310	2108
125,67	2721	2686	2620	2515	2370	2196	2010
126,00	2580	2555	2506	2408	2269	2092	1910
126,33	2538	2522	2489	2381	2217	2022	1843
126,67	2626	2616	2527	2390	2194	1996	1812
127,00	2581	2549	2485	2364	2184	1988	1800
127,33	2526	2507	2445	2329	2147	1947	1749
127,67	2543	2517	2487	2354	2166	1935	1725
128,00	2733	2714	2624	2474	2243	1989	1761
128,33	2852	2809	2710	2552	2321	2068	1824
128,67	2870	2830	2747	2591	2369	2120	1864
129,00	2914	2869	2786	2630	2409	2143	1879
129,33	3027	2987	2910	2743	2492	2202	1926
129,67	3253	3211	3069	2879	2601	2305	2011
130,00	3308	3240	3127	2951	2699	2409	2104
130,33	3344	3278	3170	2995	2742	2452	2138
130,67	3417	3352	3276	3080	2824	2503	2181
131,00	3627	3563	3434	3234	2934	2598	2262
131,33	3735	3654	3513	3310	3019	2695	2349
131,67	3719	3643	3526	3329	3062	2747	2399
132,00	3725	3649	3536	3343	3084	2757	2411
132,33	3790	3721	3615	3414	3131	2790	2446
132,67	3933	3868	3702	3488	3185	2855	2502
133,00	3898	3807	3672	3480	3214	2907	2558
133,33	3834	3747	3617	3428	3176	2882	2544
133,67	3789	3699	3573	3380	3141	2847	2525
134,00	3720	3639	3506	3337	3102	2825	2506
134,33	3645	3563	3434	3277	3059	2801	2491
134,67	3568	3479	3369	3208	3007	2763	2465
135,00	3502	3418	3300	3149	2954	2712	2428
135,33	3424	3344	3227	3082	2892	2661	2389
135,67	3320	3243	3137	3003	2824	2605	2341
136,00	3201	3131	3036	2908	2745	2541	2289



Εικ.8.70: Τρισδιάστατη απεικόνιση έντασης φωτισμού για το τμήμα 124-136m



Εικ.8.71: Δισδιάστατη απεικόνιση έντασης φωτισμού για το τμήμα 124-136m

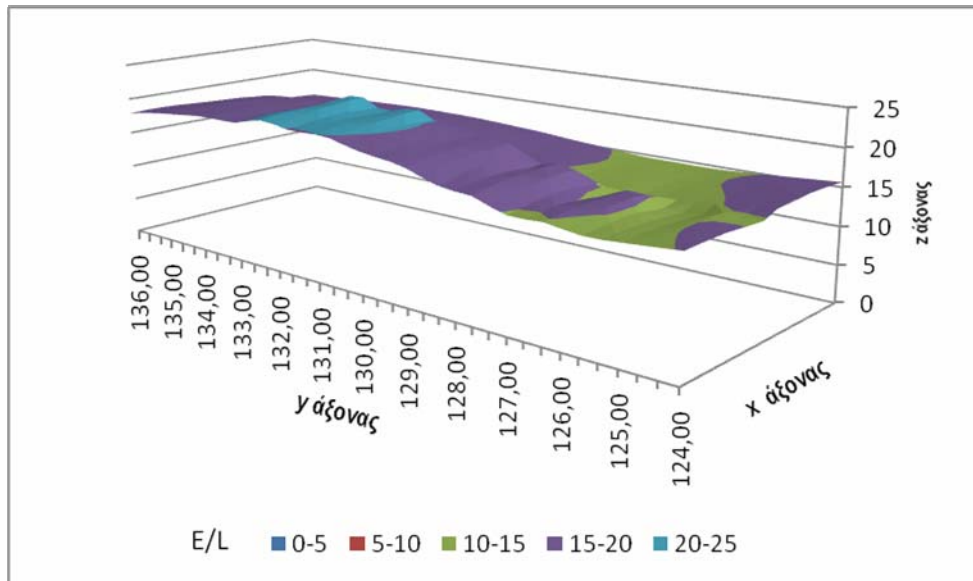
Average=2971 Min=1725 Max=4479 Min/Ave=0,58 Min/Max =0,38

Πίνακας 8.66: Τιμές του λόγου έντασης φωτισμού προς λαμπρότητα για το τμήμα 124-136m 1^{ης} λωρίδας

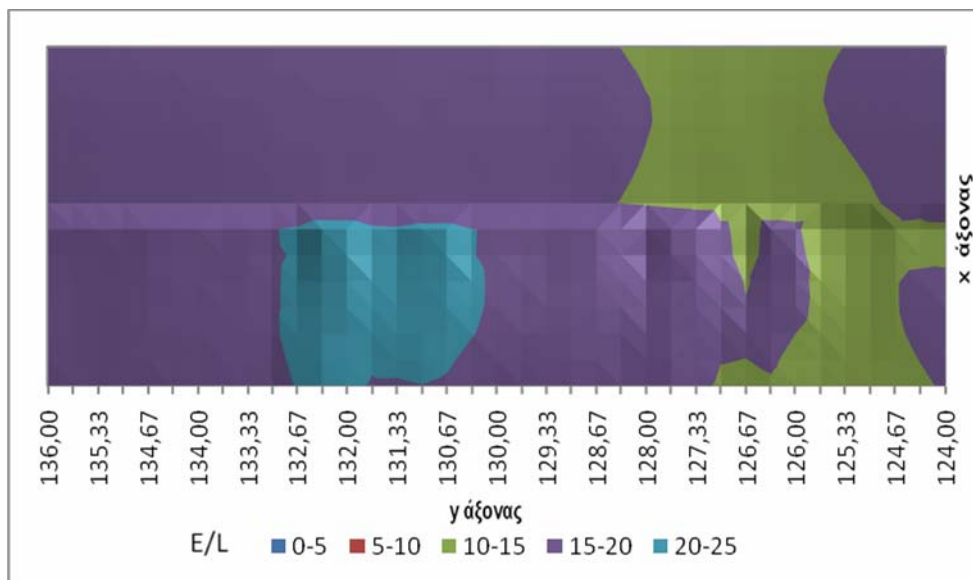
x(m) / y(m)	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5
124,00	15,09	15,18	15,20	15,21	15,06	14,94	14,80
124,33	14,88	15,02	15,12	15,12	15,08	14,92	14,77
124,67	14,68	14,80	14,93	14,98	14,98	14,90	14,84
125,00	14,50	14,53	14,57	14,59	14,49	14,37	14,22
125,33	14,33	14,42	14,48	14,46	14,33	14,13	13,95
125,67	14,30	14,42	14,62	14,70	14,64	14,29	14,08
126,00	14,58	14,74	15,00	15,34	15,40	15,48	15,24
126,33	14,89	15,14	15,27	15,39	15,36	15,41	15,37
126,67	14,76	14,99	15,20	15,06	14,92	14,57	14,52
127,00	14,77	15,05	15,38	15,54	15,58	15,38	15,28
127,33	15,44	15,83	16,21	16,53	16,72	16,80	16,73
127,67	16,20	16,62	16,83	17,02	16,96	17,19	17,13
128,00	16,32	16,68	16,92	16,92	16,87	16,58	16,67
128,33	16,59	16,96	17,38	17,63	17,69	17,63	17,60
128,67	17,22	17,76	18,14	18,39	18,50	18,55	18,61
129,00	17,97	18,43	18,68	18,86	18,84	18,88	18,90
129,33	18,38	18,71	18,96	19,04	19,01	19,01	19,06
129,67	18,59	18,96	19,29	19,35	19,44	19,34	19,42
130,00	18,88	19,40	19,65	19,81	19,81	19,78	19,78
130,33	19,34	19,71	20,07	20,18	20,22	20,05	20,06
130,67	19,85	20,17	20,44	20,73	20,80	21,01	21,06
131,00	19,99	20,35	20,55	20,60	20,73	20,77	20,96
131,33	19,89	20,25	20,45	20,46	20,40	20,31	20,29
131,67	19,91	20,16	20,47	20,61	20,66	20,49	20,49
132,00	20,29	20,59	20,82	21,19	21,35	21,57	21,56
132,33	20,48	20,84	20,91	21,02	21,09	21,37	21,54
132,67	20,07	20,26	20,37	20,25	20,22	20,10	20,27
133,00	19,47	19,67	19,83	19,85	19,88	19,86	19,90
133,33	19,44	19,69	19,85	19,89	19,93	19,94	19,97
133,67	19,46	19,73	19,80	19,85	19,81	19,85	19,85
134,00	19,42	19,53	19,67	19,70	19,73	19,74	19,85
134,33	19,22	19,37	19,54	19,59	19,67	19,65	19,72
134,67	19,00	19,23	19,38	19,44	19,47	19,47	19,47
135,00	18,81	18,99	19,06	19,11	19,07	19,05	18,97
135,33	18,56	18,62	18,68	18,67	18,62	18,58	18,57
135,67	18,24	18,28	18,28	18,23	18,20	18,10	18,06
136,00	17,88	17,98	17,97	17,93	17,77	17,64	17,50

Πίνακας 8.67: Τιμές του λόγου έντασης φωτισμού προς λαμπρότητα για το τμήμα 124-136m 2^{ης} λωρίδας

x(m) / y(m)	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
124,00	15,60	15,70	15,83	15,91	15,90	15,83	15,66
124,33	15,36	15,46	15,61	15,71	15,72	15,64	15,50
124,67	15,13	15,23	15,37	15,50	15,52	15,46	15,34
125,00	14,92	15,03	15,17	15,29	15,34	15,29	15,17
125,33	14,70	14,82	14,97	15,11	15,16	15,12	15,02
125,67	14,51	14,64	14,80	14,93	14,98	14,95	14,85
126,00	14,34	14,46	14,62	14,76	14,82	14,80	14,71
126,33	14,25	14,39	14,56	14,69	14,74	14,71	14,61
126,67	14,35	14,50	14,62	14,71	14,73	14,68	14,60
127,00	14,38	14,50	14,66	14,76	14,78	14,74	14,63
127,33	14,40	14,53	14,67	14,77	14,78	14,73	14,62
127,67	14,55	14,63	14,77	14,85	14,86	14,78	14,65
128,00	14,79	14,90	14,98	15,05	15,03	14,93	14,79
128,33	14,98	15,09	15,19	15,25	15,23	15,12	14,99
128,67	15,09	15,21	15,34	15,41	15,40	15,31	15,15
129,00	15,25	15,34	15,46	15,55	15,55	15,45	15,28
129,33	15,46	15,54	15,65	15,72	15,71	15,60	15,44
129,67	15,70	15,79	15,89	15,94	15,91	15,80	15,63
130,00	15,91	16,00	16,11	16,15	16,12	16,02	15,81
130,33	16,10	16,17	16,29	16,32	16,26	16,13	15,92
130,67	16,32	16,36	16,47	16,46	16,41	16,23	16,03
131,00	16,51	16,56	16,61	16,59	16,52	16,35	16,15
131,33	16,66	16,71	16,74	16,72	16,62	16,48	16,27
131,67	16,79	16,83	16,85	16,81	16,72	16,55	16,34
132,00	16,90	16,91	16,92	16,87	16,79	16,59	16,37
132,33	16,98	16,99	16,98	16,91	16,81	16,61	16,40
132,67	17,00	17,02	17,00	16,94	16,82	16,65	16,41
133,00	17,00	17,02	17,01	16,95	16,85	16,67	16,44
133,33	16,94	16,95	16,95	16,91	16,82	16,63	16,39
133,67	16,87	16,87	16,89	16,85	16,77	16,57	16,34
134,00	16,75	16,76	16,76	16,75	16,67	16,49	16,27
134,33	16,56	16,59	16,62	16,62	16,55	16,41	16,20
134,67	16,41	16,45	16,49	16,50	16,46	16,32	16,12
135,00	16,28	16,32	16,37	16,40	16,37	16,22	16,03
135,33	16,14	16,19	16,25	16,28	16,25	16,12	15,96
135,67	15,93	16,00	16,08	16,14	16,13	16,03	15,87
136,00	15,73	15,82	15,93	16,01	16,01	15,94	15,78



Εικ.8.72: Τριδιάστατη απεικόνιση του λόγου έντασης φωτισμού προς λαμπρότητα για το τμήμα 124-136m



Εικ.8.73: Δισδιάστατη απεικόνιση του λόγου έντασης φωτισμού προς λαμπρότητα για το τμήμα 124-136m

Average=16,89 Min=13,95 Max=21,57

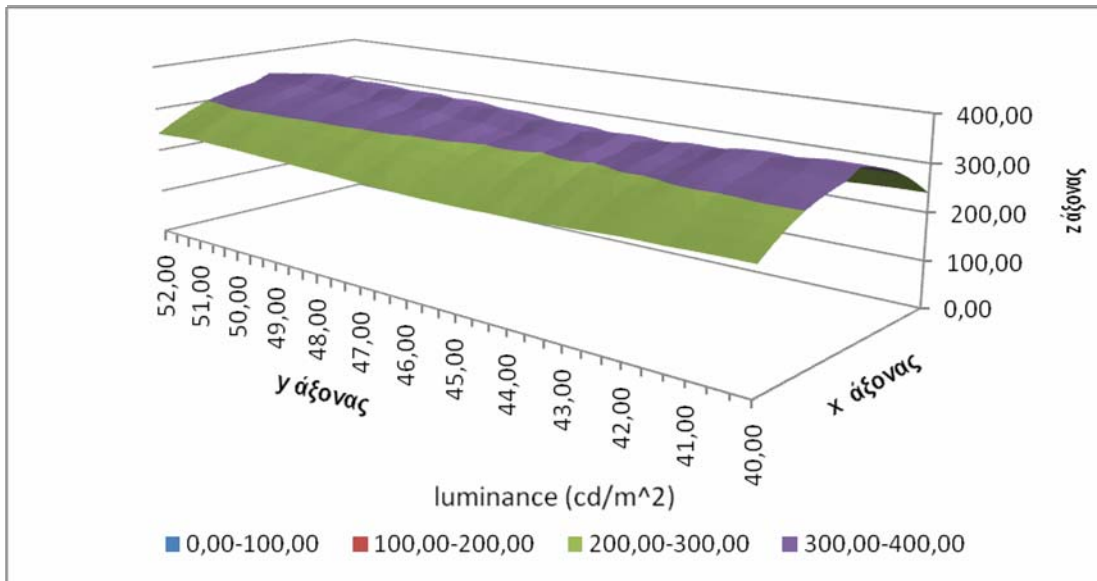
8.2.6. Stage 6

Πίνακας 8.68: Τιμές λαμπρότητας (cd/m^2) για θέση παρατηρητή $x=2$, $y=-20$

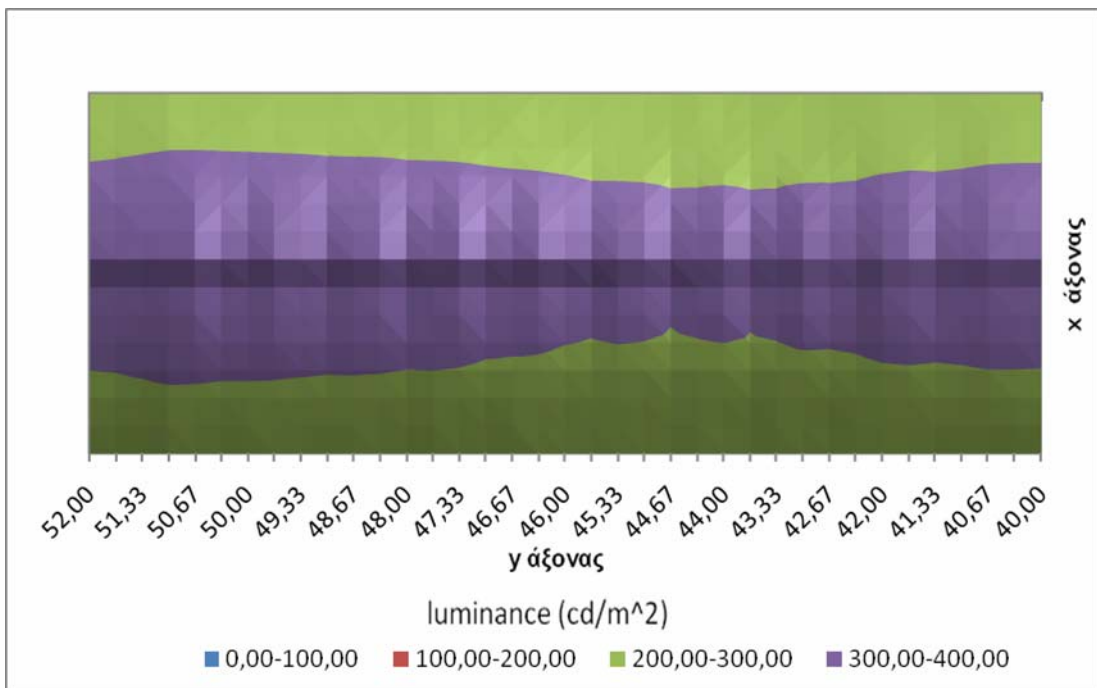
x(m) / y(m)	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5
40,00	239	262	283	299	311	320	326
40,33	239	263	283	300	312	321	328
40,67	238	261	282	300	313	322	329
41,00	237	260	280	298	311	320	327
41,33	236	258	279	296	310	317	323
41,67	235	258	279	297	311	321	328
42,00	235	257	278	296	310	321	328
42,33	233	255	275	292	305	314	319
42,67	231	251	272	290	303	311	316
43,00	229	249	270	289	304	314	319
43,33	227	249	269	287	299	308	313
43,67	225	246	267	285	298	304	308
44,00	224	245	267	286	300	311	315
44,33	224	246	267	286	299	307	312
44,67	223	245	265	283	296	303	307
45,00	223	244	265	285	300	309	314
45,33	223	245	267	286	301	310	316
45,67	223	245	267	286	299	307	311
46,00	224	246	268	288	301	309	314
46,33	225	248	271	291	306	316	322
46,67	227	252	274	294	307	316	321
47,00	228	252	275	295	308	316	321
47,33	230	254	278	299	313	324	330
47,67	232	257	280	300	314	323	329
48,00	232	257	280	300	313	320	326
48,33	234	258	282	302	317	327	333
48,67	236	261	284	304	318	327	334
49,00	237	262	284	303	316	324	329
49,33	239	263	285	305	319	327	333
49,67	240	264	287	307	322	331	339
50,00	242	267	289	307	320	329	335
50,33	242	266	289	307	321	329	335
50,67	243	267	290	310	324	335	342
51,00	245	269	291	310	323	333	340
51,33	243	267	288	305	318	328	334
51,67	241	264	285	301	314	324	331
52,00	240	263	284	300	311	321	327

Πίνακας 8.69: Τιμές λαμπρότητας (cd/m^2) για θέση παρατηρητή $x=2$, $y=-20$

x(m) / y(m)	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
40,00	343	336	324	309	290	267	240
40,33	344	337	325	309	289	266	239
40,67	346	337	325	308	288	265	238
41,00	341	333	321	305	285	262	237
41,33	336	329	319	303	283	260	234
41,67	341	333	321	304	283	259	233
42,00	339	331	319	302	281	257	232
42,33	330	323	313	297	277	254	230
42,67	329	322	312	296	275	251	227
43,00	332	325	313	296	273	249	225
43,33	325	319	308	293	272	248	223
43,67	322	317	308	292	271	246	222
44,00	330	324	312	294	271	246	221
44,33	328	321	309	293	271	247	222
44,67	325	319	309	293	271	247	221
45,00	333	326	314	296	272	247	222
45,33	335	327	315	297	273	248	222
45,67	332	325	314	297	275	250	223
46,00	337	330	319	301	278	251	225
46,33	344	336	323	304	280	253	226
46,67	341	334	322	306	283	257	228
47,00	342	336	326	309	285	258	230
47,33	351	344	331	312	288	260	232
47,67	348	341	329	313	289	263	234
48,00	345	339	330	313	290	264	235
48,33	354	346	334	317	292	265	237
48,67	353	345	333	316	293	267	239
49,00	348	342	332	316	294	268	240
49,33	355	347	336	319	295	269	241
49,67	358	350	338	320	296	270	242
50,00	354	347	336	319	297	272	243
50,33	356	349	338	321	298	272	244
50,67	362	355	341	322	299	272	245
51,00	358	350	337	321	298	274	246
51,33	353	346	333	317	295	272	245
51,67	349	340	329	312	292	269	243
52,00	344	337	325	310	290	267	241



Εικ.8.74: Τρισδιάστατη απεικόνιση λαμπρότητας για το τμήμα 40-52m



Εικ.8.75: Δισδιάστατη απεικόνιση λαμπρότητας για το τμήμα 40-52m

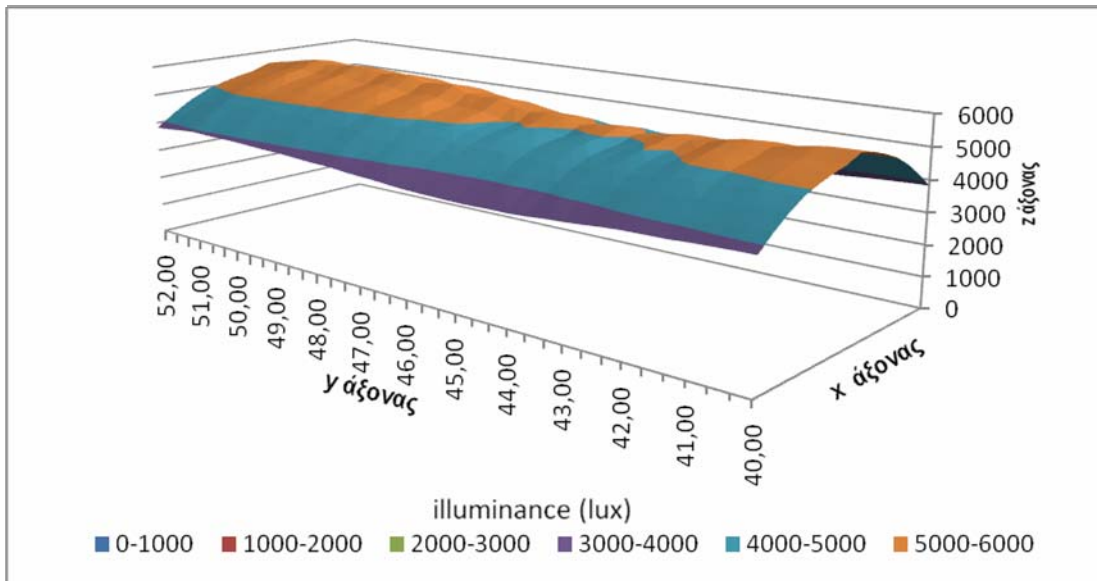
Average=293 Min=221 Max=362 Min/Ave=0,75 Min/Max =0,61

Πίνακας 8.70: Τιμές έντασης φωτισμού (lux) για τμήμα 40-52m 1^{ης} λωρίδας

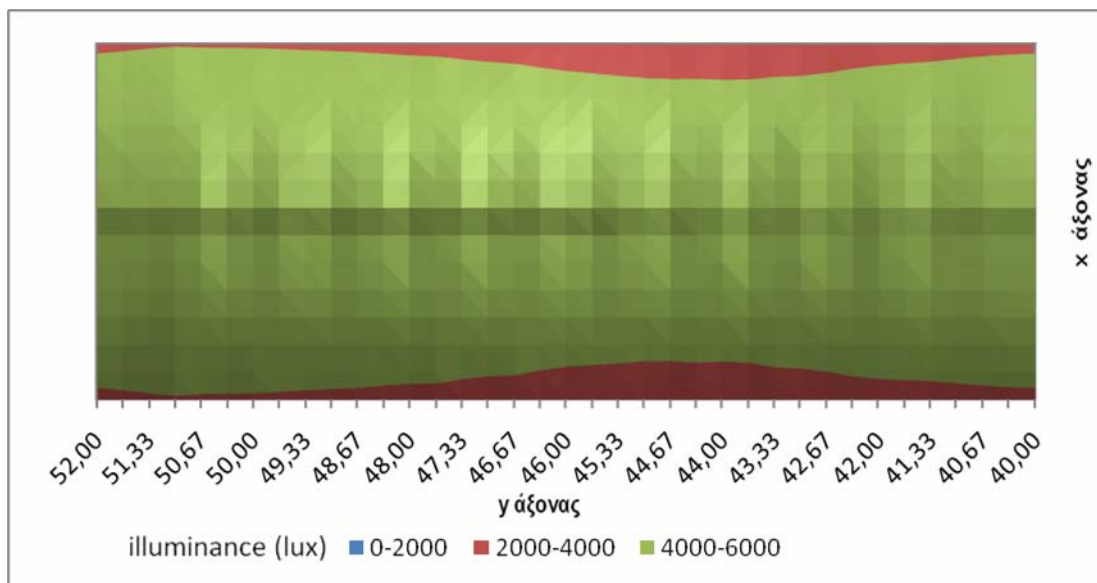
x(m) / y(m)	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5
40,00	3820	4250	4616	4905	5093	5236	5347
40,33	3807	4238	4604	4892	5092	5230	5336
40,67	3787	4204	4575	4879	5084	5224	5338
41,00	3765	4167	4533	4827	5034	5169	5284
41,33	3730	4135	4500	4788	4996	5100	5199
41,67	3721	4115	4487	4799	5016	5151	5242
42,00	3710	4096	4463	4774	4995	5138	5240
42,33	3676	4061	4417	4699	4901	5010	5087
42,67	3625	3994	4354	4644	4851	4950	5019
43,00	3583	3954	4316	4629	4856	4994	5066
43,33	3557	3939	4292	4591	4775	4898	4961
43,67	3508	3876	4235	4528	4727	4812	4871
44,00	3485	3858	4229	4553	4773	4929	4994
44,33	3487	3875	4239	4549	4755	4884	4961
44,67	3468	3853	4215	4515	4717	4802	4866
45,00	3473	3853	4225	4559	4778	4910	4986
45,33	3487	3881	4261	4587	4817	4954	5046
45,67	3501	3904	4284	4592	4798	4905	4970
46,00	3524	3922	4315	4645	4859	4966	5039
46,33	3563	3977	4384	4729	4972	5120	5215
46,67	3609	4054	4454	4786	5001	5133	5222
47,00	3637	4070	4484	4820	5043	5152	5237
47,33	3678	4115	4543	4907	5155	5332	5423
47,67	3729	4190	4608	4956	5184	5333	5443
48,00	3742	4197	4617	4955	5183	5289	5394
48,33	3774	4221	4653	5019	5265	5429	5533
48,67	3811	4269	4694	5050	5297	5457	5574
49,00	3829	4288	4709	5042	5271	5402	5500
49,33	3849	4298	4723	5078	5315	5459	5566
49,67	3877	4326	4756	5114	5372	5540	5669
50,00	3898	4365	4777	5114	5344	5489	5595
50,33	3903	4351	4769	5106	5339	5467	5575
50,67	3915	4358	4781	5141	5398	5579	5690
51,00	3939	4394	4797	5134	5361	5523	5640
51,33	3901	4339	4723	5037	5254	5404	5521
51,67	3856	4276	4655	4952	5164	5313	5433
52,00	3821	4249	4616	4904	5092	5237	5345

Πίνακας 8.71: Τιμές έντασης φωτισμού (lux) για τμήμα 40-52m 2^{ης} λωρίδας

x(m) / y(m)	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
40,00	5560	5452	5270	5043	4707	4300	3826
40,33	5545	5439	5263	5021	4692	4282	3807
40,67	5545	5419	5253	4997	4658	4247	3782
41,00	5447	5333	5165	4926	4596	4196	3749
41,33	5343	5244	5113	4873	4552	4151	3705
41,67	5394	5295	5137	4883	4534	4122	3680
42,00	5367	5257	5098	4838	4491	4084	3653
42,33	5206	5121	4991	4754	4430	4034	3608
42,67	5169	5091	4972	4722	4378	3970	3554
43,00	5217	5136	4980	4709	4337	3924	3507
43,33	5112	5037	4887	4662	4313	3909	3480
43,67	5041	4988	4870	4630	4283	3868	3445
44,00	5179	5106	4932	4667	4286	3861	3435
44,33	5149	5066	4900	4653	4292	3879	3442
44,67	5091	5020	4889	4642	4292	3873	3438
45,00	5235	5140	4982	4704	4318	3889	3452
45,33	5288	5186	5009	4736	4351	3923	3477
45,67	5251	5173	5017	4760	4398	3961	3503
46,00	5369	5271	5123	4845	4457	4002	3540
46,33	5518	5410	5226	4930	4519	4056	3584
46,67	5502	5411	5238	4977	4589	4131	3634
47,00	5547	5463	5318	5036	4642	4167	3670
47,33	5730	5632	5431	5123	4698	4209	3712
47,67	5717	5610	5424	5149	4745	4272	3757
48,00	5686	5592	5447	5165	4771	4290	3778
48,33	5847	5729	5541	5236	4808	4317	3809
48,67	5849	5732	5540	5244	4829	4353	3843
49,00	5776	5684	5520	5237	4849	4373	3861
49,33	5870	5753	5584	5281	4870	4387	3879
49,67	5933	5805	5605	5299	4880	4402	3898
50,00	5842	5739	5554	5282	4893	4431	3915
50,33	5847	5740	5577	5289	4896	4426	3920
50,67	5947	5830	5618	5311	4895	4423	3928
51,00	5863	5743	5544	5273	4887	4442	3941
51,33	5755	5645	5455	5187	4825	4396	3909
51,67	5667	5537	5366	5102	4758	4335	3864
52,00	5560	5452	5273	5041	4707	4299	3825



Εικ.8.76: Τρισδιάστατη απεικόνιση έντασης φωτισμού για το τμήμα 40-52m



Εικ.8.77: Δισδιάστατη απεικόνιση έντασης φωτισμού για το τμήμα 40-52m

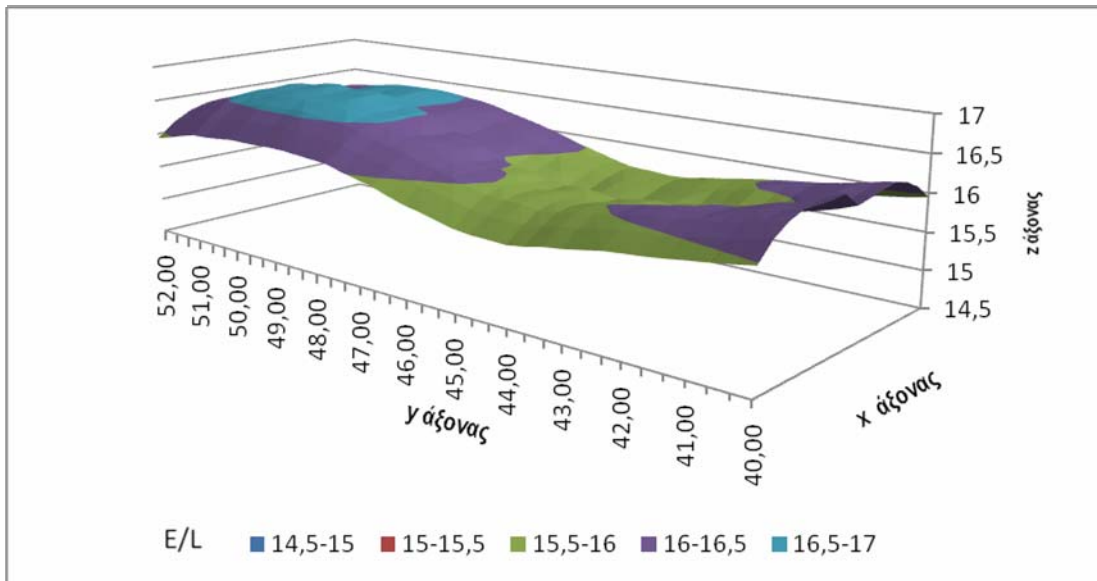
Average=4736 Min=3434 Max=5946 Min/Ave=0,72 Min/Max =0,57

Πίνακας 8.72: Τιμές του λόγου έντασης φωτισμού προς λαμπρότητα για το τμήμα 40-52m 1^{ης} λωρίδας

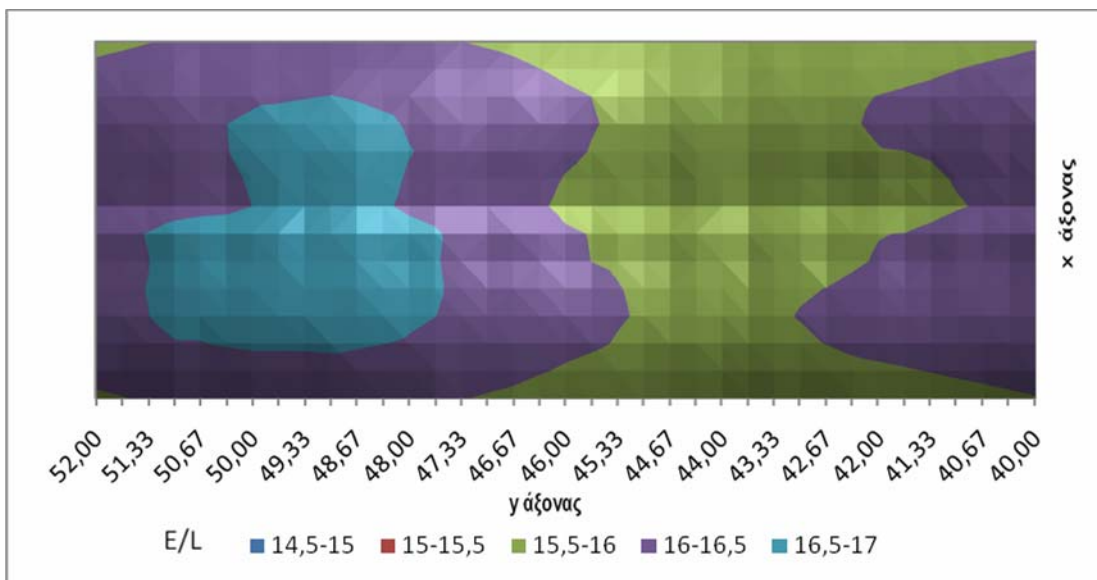
x(m) / y(m)	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5
40,00	15,98	16,19	16,32	16,40	16,39	16,37	16,39
40,33	15,94	16,14	16,28	16,32	16,31	16,27	16,29
40,67	15,90	16,09	16,22	16,28	16,26	16,21	16,20
41,00	15,87	16,05	16,17	16,22	16,20	16,16	16,15
41,33	15,83	16,01	16,14	16,16	16,14	16,08	16,07
41,67	15,80	15,98	16,10	16,14	16,11	16,03	16,01
42,00	15,78	15,96	16,08	16,12	16,09	16,02	15,99
42,33	15,76	15,94	16,05	16,08	16,05	15,97	15,95
42,67	15,71	15,90	16,01	16,03	16,00	15,92	15,89
43,00	15,67	15,85	15,97	16,01	15,98	15,93	15,89
43,33	15,64	15,82	15,93	15,97	15,95	15,90	15,86
43,67	15,59	15,76	15,88	15,91	15,88	15,83	15,82
44,00	15,56	15,74	15,86	15,91	15,90	15,87	15,85
44,33	15,57	15,76	15,89	15,93	15,92	15,88	15,88
44,67	15,57	15,76	15,90	15,93	15,91	15,86	15,86
45,00	15,60	15,79	15,92	15,97	15,95	15,90	15,90
45,33	15,66	15,85	15,98	16,03	16,01	15,97	15,96
45,67	15,72	15,90	16,05	16,08	16,06	16,00	15,99
46,00	15,77	15,96	16,10	16,15	16,13	16,06	16,04
46,33	15,83	16,03	16,17	16,24	16,23	16,19	16,18
46,67	15,91	16,11	16,25	16,30	16,31	16,26	16,26
47,00	15,96	16,16	16,30	16,36	16,36	16,31	16,31
47,33	16,02	16,21	16,36	16,44	16,45	16,43	16,42
47,67	16,08	16,29	16,44	16,50	16,53	16,52	16,53
48,00	16,10	16,31	16,48	16,54	16,56	16,54	16,57
48,33	16,12	16,34	16,51	16,60	16,63	16,62	16,62
48,67	16,14	16,37	16,54	16,64	16,68	16,68	16,69
49,00	16,14	16,38	16,57	16,65	16,68	16,69	16,71
49,33	16,14	16,37	16,55	16,66	16,68	16,69	16,69
49,67	16,14	16,37	16,55	16,66	16,69	16,72	16,73
50,00	16,14	16,37	16,55	16,65	16,69	16,69	16,71
50,33	16,11	16,34	16,53	16,62	16,65	16,64	16,66
50,67	16,10	16,32	16,49	16,60	16,64	16,64	16,65
51,00	16,09	16,31	16,49	16,57	16,60	16,59	16,61
51,33	16,04	16,26	16,42	16,49	16,51	16,49	16,51
51,67	15,98	16,20	16,34	16,43	16,43	16,42	16,43
52,00	15,93	16,14	16,28	16,35	16,35	16,34	16,35

Πίνακας 8.73: Τιμές του λόγου έντασης φωτισμού προς λαμπρότητα για το τμήμα 40-52m 2^{ης} λωρίδας

x(m) / y(m)	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
40,00	16,20	16,23	16,27	16,30	16,25	16,13	15,95
40,33	16,11	16,14	16,20	16,23	16,21	16,08	15,90
40,67	16,03	16,09	16,17	16,20	16,16	16,04	15,87
41,00	15,97	16,03	16,10	16,13	16,11	16,00	15,83
41,33	15,89	15,94	16,03	16,07	16,06	15,96	15,80
41,67	15,83	15,90	16,00	16,05	16,04	15,93	15,76
42,00	15,81	15,89	15,99	16,03	16,01	15,90	15,74
42,33	15,76	15,83	15,95	15,99	15,97	15,87	15,71
42,67	15,72	15,79	15,91	15,95	15,94	15,83	15,66
43,00	15,73	15,81	15,90	15,93	15,90	15,79	15,62
43,33	15,71	15,78	15,86	15,89	15,86	15,76	15,59
43,67	15,68	15,74	15,81	15,84	15,82	15,71	15,54
44,00	15,71	15,77	15,83	15,85	15,81	15,69	15,52
44,33	15,72	15,78	15,83	15,86	15,82	15,71	15,54
44,67	15,68	15,74	15,81	15,86	15,83	15,71	15,55
45,00	15,72	15,78	15,86	15,90	15,85	15,75	15,57
45,33	15,79	15,85	15,92	15,96	15,91	15,81	15,64
45,67	15,84	15,90	15,99	16,02	16,00	15,87	15,70
46,00	15,92	15,98	16,08	16,10	16,06	15,94	15,76
46,33	16,05	16,11	16,18	16,19	16,13	16,01	15,83
46,67	16,14	16,18	16,25	16,26	16,22	16,08	15,91
47,00	16,21	16,25	16,32	16,32	16,28	16,14	15,96
47,33	16,33	16,37	16,41	16,40	16,33	16,19	16,00
47,67	16,42	16,45	16,48	16,45	16,39	16,25	16,05
48,00	16,46	16,48	16,51	16,48	16,43	16,27	16,08
48,33	16,53	16,55	16,57	16,54	16,46	16,30	16,09
48,67	16,59	16,61	16,62	16,57	16,49	16,32	16,11
49,00	16,59	16,60	16,62	16,57	16,51	16,33	16,11
49,33	16,56	16,58	16,60	16,57	16,49	16,31	16,10
49,67	16,55	16,58	16,58	16,57	16,48	16,30	16,09
50,00	16,50	16,52	16,55	16,53	16,47	16,30	16,09
50,33	16,43	16,45	16,49	16,50	16,43	16,27	16,06
50,67	16,41	16,44	16,47	16,48	16,40	16,24	16,04
51,00	16,37	16,40	16,44	16,44	16,38	16,23	16,03
51,33	16,30	16,33	16,37	16,38	16,34	16,18	15,99
51,67	16,23	16,27	16,31	16,33	16,27	16,13	15,93
52,00	16,16	16,20	16,24	16,25	16,21	16,08	15,89



Εικ.8.78: Τριδιάστατη απεικόνιση του λόγου έντασης φωτισμού προς λαμπρότητα για το τμήμα 40-52m



Εικ.8.79: Δισδιάστατη απεικόνιση του λόγου έντασης φωτισμού προς λαμπρότητα για το τμήμα 40-52m

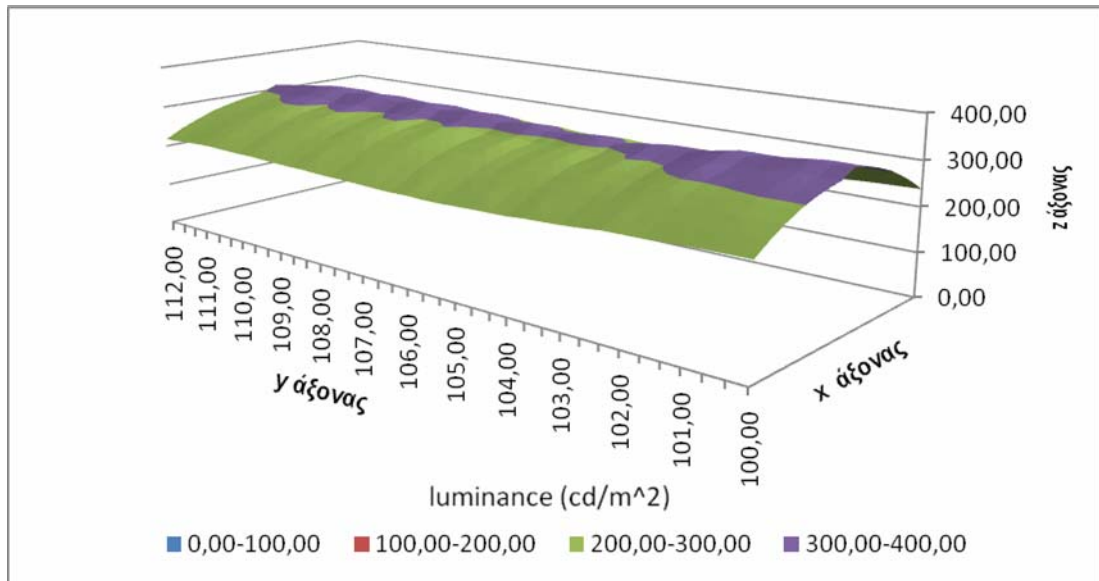
Average=16,14 Min=15,52 Max=16,73

Πίνακας 8.74: Τιμές λαμπρότητας (cd/m^2) για θέση παρατηρητή $x=2$, $y=40$

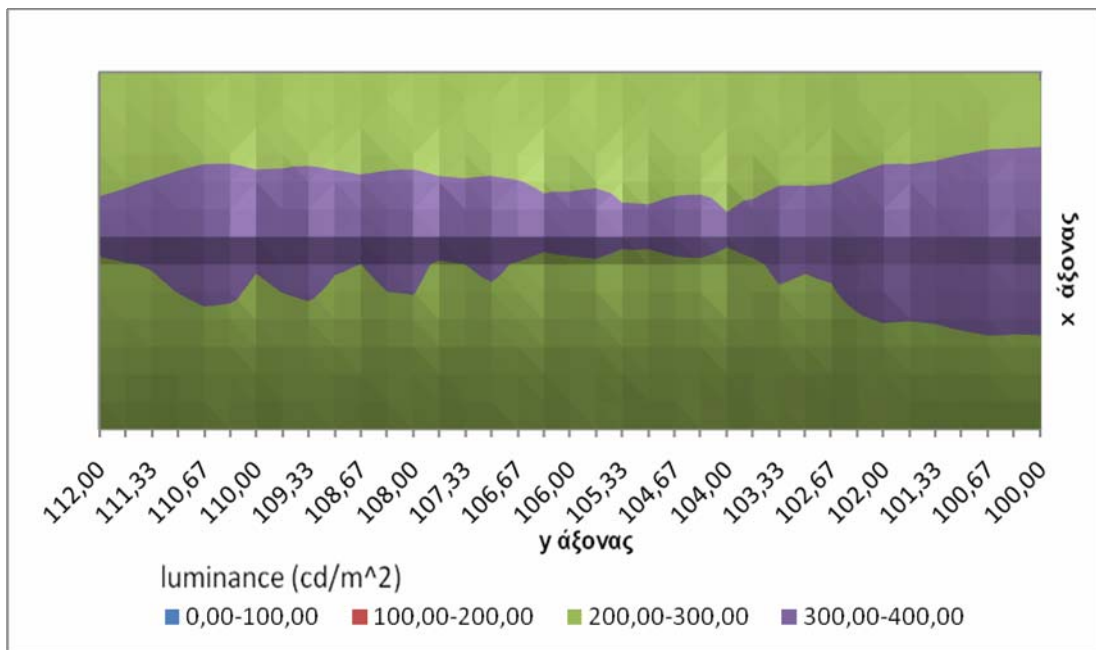
x(m) / y(m)	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5
100,00	237	260	279	295	307	315	321
100,33	236	259	279	295	306	315	321
100,67	235	258	278	295	308	317	324
101,00	234	256	276	293	305	314	322
101,33	232	254	273	290	302	311	317
101,67	230	252	271	288	301	308	314
102,00	230	250	270	288	302	312	317
102,33	229	249	268	285	298	307	313
102,67	225	245	264	279	291	298	303
103,00	222	241	260	277	290	297	302
103,33	220	239	259	277	290	299	303
103,67	218	238	257	274	285	293	297
104,00	215	234	253	270	281	287	291
104,33	214	233	253	270	284	292	296
104,67	213	233	252	270	283	291	295
105,00	211	232	251	267	279	286	290
105,33	210	229	249	267	279	285	289
105,67	210	230	250	269	283	292	296
106,00	211	232	252	270	281	290	294
106,33	210	231	251	268	279	286	290
106,67	211	232	253	272	285	293	298
107,00	212	235	256	275	288	298	304
107,33	213	236	257	274	286	295	300
107,67	214	235	257	274	286	292	297
108,00	215	237	259	278	291	301	306
108,33	217	240	260	279	291	300	306
108,67	217	239	260	276	288	295	300
109,00	218	239	260	278	290	297	302
109,33	219	242	262	280	294	303	309
109,67	221	244	263	281	292	300	306
110,00	220	242	262	279	290	296	302
110,33	222	243	264	282	295	304	310
110,67	223	245	265	283	296	305	311
111,00	223	245	264	280	291	300	306
111,33	221	241	260	276	287	295	301
111,67	219	239	258	273	285	293	299
112,00	218	239	256	271	282	290	295

Πίνακας 8.75: Τιμές λαμπρότητας (cd/m^2) για θέση παρατηρητή $x=6$, $y=40$

x(m) / y(m)	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
100,00	339	332	320	305	286	264	238
100,33	337	330	319	304	285	263	237
100,67	340	331	320	304	284	262	236
101,00	335	327	315	300	281	259	234
101,33	330	322	311	297	278	256	231
101,67	326	320	310	295	275	253	229
102,00	330	323	311	294	273	251	227
102,33	323	316	305	290	270	248	225
102,67	315	309	299	284	266	244	221
103,00	314	308	299	283	263	240	217
103,33	316	310	299	282	261	238	215
103,67	309	304	294	280	260	237	214
104,00	305	299	292	277	258	235	212
104,33	312	306	295	279	257	234	211
104,67	312	306	294	278	257	235	211
105,00	308	302	291	276	256	234	210
105,33	309	302	293	277	256	233	209
105,67	316	310	297	280	257	234	210
106,00	314	308	296	281	259	236	211
106,33	312	306	296	281	260	236	211
106,67	319	312	301	285	263	237	213
107,00	322	316	304	287	265	240	214
107,33	319	313	302	287	266	242	215
107,67	317	311	303	288	267	242	216
108,00	325	319	308	291	268	243	217
108,33	324	317	306	291	269	246	219
108,67	319	314	304	289	269	245	219
109,00	322	315	307	291	270	245	220
109,33	328	321	310	293	271	247	222
109,67	325	318	307	293	272	249	223
110,00	322	315	307	291	272	248	223
110,33	330	322	311	295	273	249	224
110,67	330	322	310	294	273	250	225
111,00	325	318	306	291	272	250	224
111,33	320	312	302	287	268	246	223
111,67	315	308	298	283	265	244	220
112,00	312	305	294	281	263	243	219



Εικ.8.80: Τρισδιάστατη απεικόνιση λαμπρότητας για το τμήμα 100-112m



Εικ.8.81: Δισδιάστατη απεικόνιση λαμπρότητας για το τμήμα 100-112m

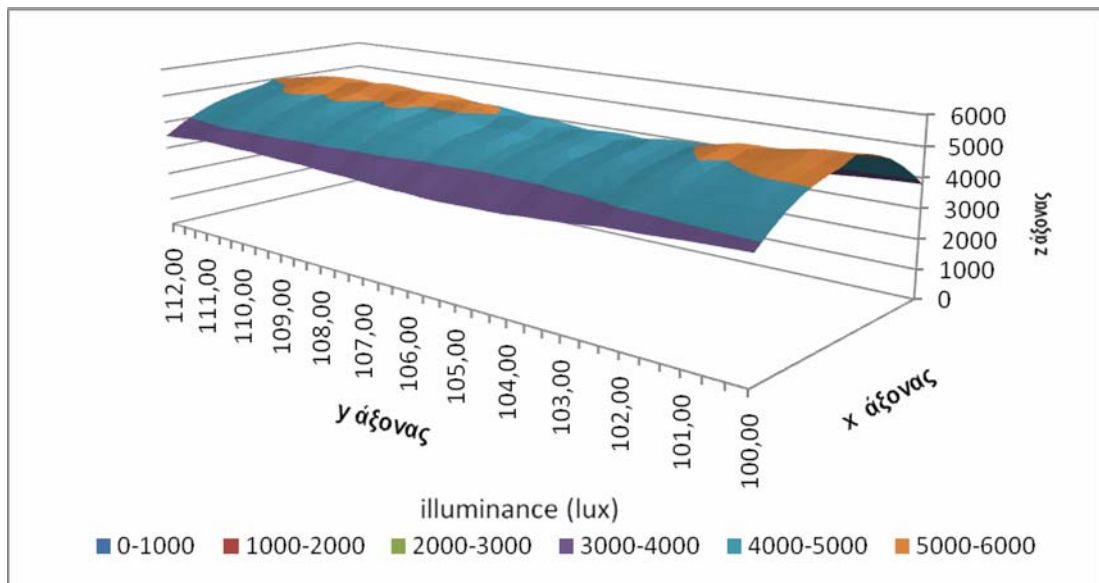
Average=275 Min=209 Max=340 Min/Ave=0,76 Min/Max =0,62

Πίνακας 8.76: Τιμές έντασης φωτισμού (lux) για τμήμα 100-112m 1^{ης} λωρίδας

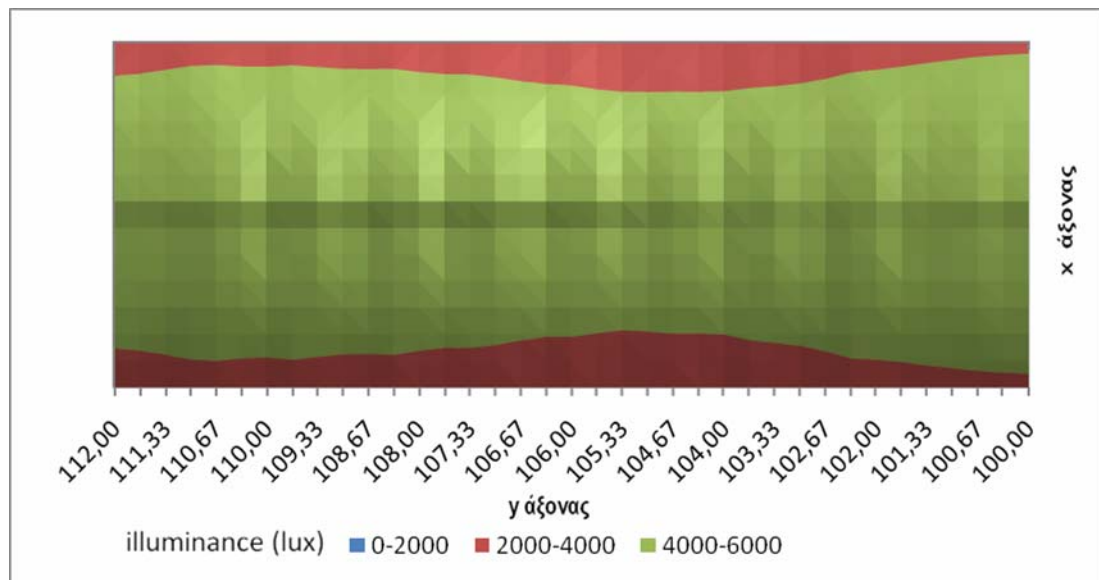
x(m) / y(m)	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5
100,00	3788	4211	4568	4852	5047	5189	5296
100,33	3769	4191	4547	4822	5013	5147	5246
100,67	3746	4158	4523	4813	5016	5152	5265
101,00	3721	4113	4474	4759	4963	5098	5213
101,33	3678	4073	4419	4697	4892	5014	5119
101,67	3642	4021	4373	4653	4848	4944	5032
102,00	3621	3989	4344	4650	4859	5009	5081
102,33	3601	3971	4305	4589	4788	4910	4994
102,67	3527	3882	4219	4472	4662	4755	4822
103,00	3467	3809	4152	4431	4622	4720	4784
103,33	3423	3774	4111	4411	4618	4749	4811
103,67	3393	3751	4074	4351	4527	4645	4704
104,00	3328	3673	4006	4274	4459	4530	4603
104,33	3307	3646	3993	4293	4499	4624	4693
104,67	3299	3663	3996	4293	4492	4615	4678
105,00	3281	3642	3972	4247	4429	4535	4597
105,33	3262	3610	3957	4246	4436	4526	4583
105,67	3271	3631	3991	4303	4525	4659	4718
106,00	3310	3690	4038	4341	4525	4643	4706
106,33	3302	3676	4039	4324	4513	4595	4667
106,67	3331	3712	4091	4408	4624	4742	4827
107,00	3371	3780	4160	4482	4710	4853	4954
107,33	3404	3818	4194	4499	4694	4823	4910
107,67	3416	3814	4199	4509	4710	4806	4889
108,00	3446	3856	4250	4589	4822	4981	5067
108,33	3486	3918	4297	4623	4837	4986	5084
108,67	3488	3901	4288	4584	4791	4906	4997
109,00	3503	3907	4300	4619	4833	4954	5046
109,33	3530	3948	4339	4669	4915	5066	5171
109,67	3560	3987	4362	4674	4875	5018	5115
110,00	3549	3955	4336	4637	4844	4939	5045
110,33	3566	3969	4358	4684	4914	5068	5179
110,67	3584	4006	4381	4696	4919	5078	5191
111,00	3578	3983	4342	4633	4834	4976	5082
111,33	3534	3920	4265	4548	4739	4874	4980
111,67	3490	3873	4209	4476	4675	4801	4912
112,00	3461	3850	4167	4427	4596	4730	4821

Πίνακας 8.77: Τιμές έντασης φωτισμού (lux) για τμήμα 100-112m 2^{ης} λωρίδας

x(m) / y(m)	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
100,00	5505	5403	5224	4991	4660	4263	3799
100,33	5446	5353	5184	4952	4634	4237	3772
100,67	5468	5344	5181	4928	4603	4201	3742
101,00	5372	5258	5089	4854	4534	4142	3705
101,33	5253	5154	4999	4779	4467	4090	3654
101,67	5173	5084	4963	4734	4419	4030	3605
102,00	5219	5139	4963	4723	4376	3981	3569
102,33	5104	5007	4864	4635	4311	3942	3531
102,67	4945	4876	4758	4529	4229	3851	3453
103,00	4923	4850	4737	4502	4171	3777	3389
103,33	4956	4881	4727	4477	4128	3740	3345
103,67	4844	4781	4633	4422	4098	3723	3319
104,00	4767	4695	4598	4372	4056	3669	3272
104,33	4881	4804	4653	4405	4048	3650	3261
104,67	4879	4801	4638	4396	4050	3668	3262
105,00	4805	4737	4593	4366	4044	3663	3253
105,33	4834	4755	4635	4391	4051	3651	3248
105,67	4981	4908	4726	4460	4088	3681	3267
106,00	4982	4897	4735	4499	4146	3745	3314
106,33	4966	4887	4760	4515	4174	3753	3322
106,67	5114	5020	4873	4606	4229	3793	3357
107,00	5213	5118	4939	4669	4288	3859	3399
107,33	5192	5101	4936	4691	4333	3904	3435
107,67	5189	5097	4977	4716	4351	3908	3450
108,00	5343	5258	5065	4791	4388	3942	3480
108,33	5344	5246	5067	4806	4426	3996	3517
108,67	5282	5193	5039	4780	4431	3992	3525
109,00	5337	5230	5086	4817	4442	3996	3539
109,33	5426	5325	5135	4850	4462	4026	3560
109,67	5367	5267	5090	4841	4480	4058	3584
110,00	5308	5202	5072	4813	4462	4032	3573
110,33	5418	5306	5126	4853	4468	4036	3585
110,67	5404	5295	5105	4842	4477	4061	3598
111,00	5308	5206	5025	4779	4441	4041	3591
111,33	5210	5092	4930	4687	4364	3978	3548
111,67	5105	5001	4837	4609	4296	3925	3501
112,00	5019	4929	4762	4554	4255	3899	3470



Εικ.8.82: Τριδιάστατη απεικόνιση έντασης φωτισμού για το τμήμα 100-112m



Εικ.8.83: Δισδιάστατη απεικόνιση έντασης φωτισμού για το τμήμα 100-112m

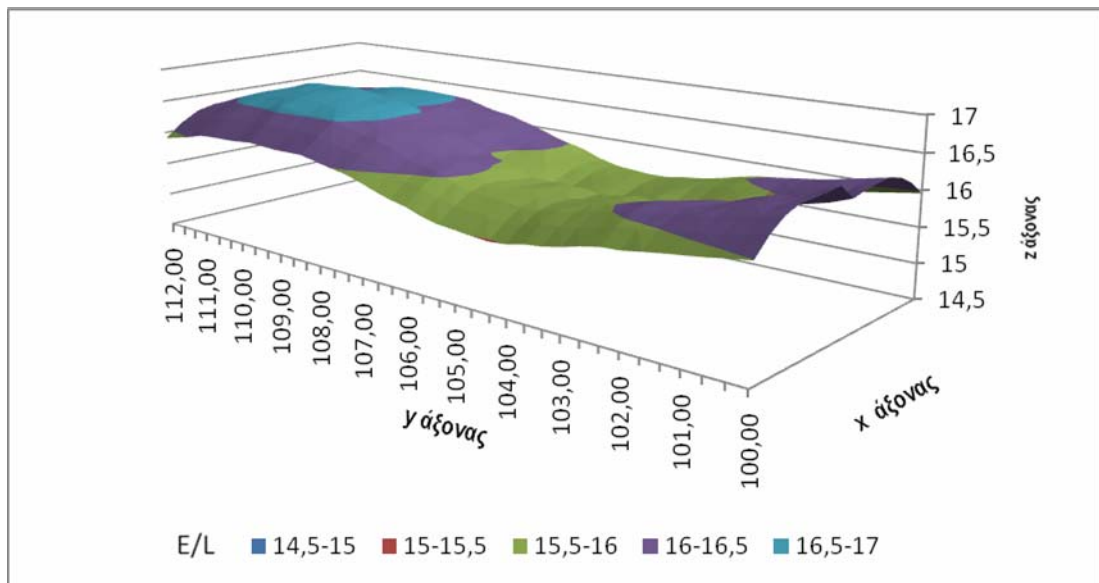
Average=4441 Min=3248 Max=5505 Min/Ave=0,73 Min/Max =0,59

Πίνακας 8.78: Τιμές του λόγου έντασης φωτισμού προς λαμπρότητα για το τμήμα 100-112m 1^{ης} λωρίδας

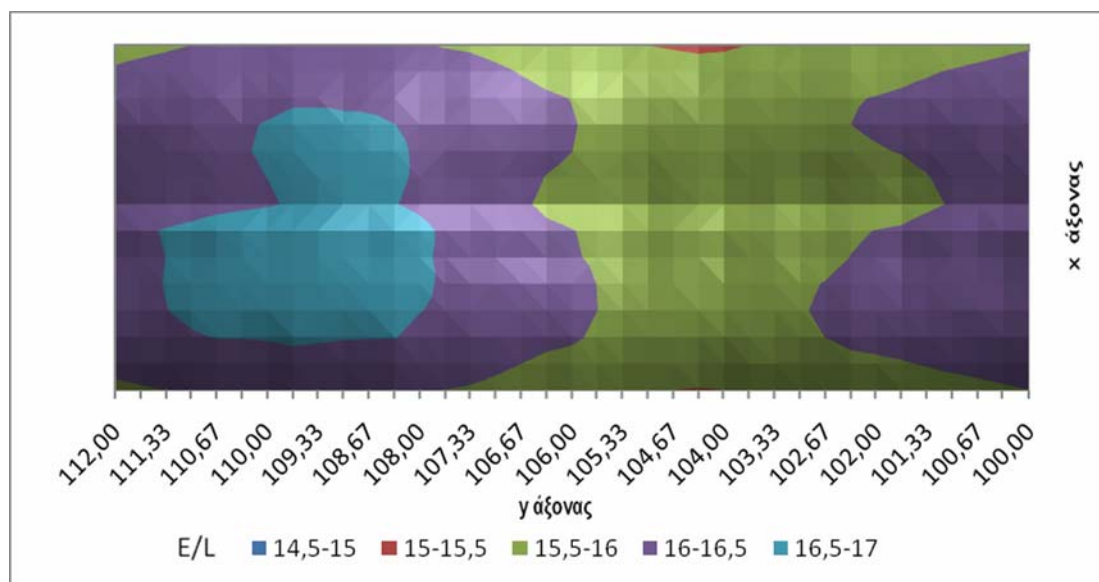
x(m) / y(m)	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5
100,00	15,99	16,22	16,37	16,44	16,45	16,46	16,47
100,33	15,95	16,16	16,31	16,37	16,36	16,34	16,37
100,67	15,91	16,11	16,25	16,33	16,31	16,27	16,27
101,00	15,88	16,07	16,20	16,27	16,25	16,22	16,21
101,33	15,84	16,02	16,17	16,20	16,19	16,13	16,14
101,67	15,80	15,98	16,11	16,15	16,12	16,05	16,04
102,00	15,76	15,96	16,08	16,13	16,10	16,04	16,01
102,33	15,75	15,94	16,06	16,10	16,07	16,00	15,97
102,67	15,70	15,87	16,00	16,03	16,01	15,93	15,90
103,00	15,64	15,82	15,94	15,98	15,96	15,89	15,86
103,33	15,58	15,78	15,88	15,94	15,93	15,89	15,86
103,67	15,56	15,75	15,86	15,89	15,88	15,84	15,82
104,00	15,50	15,68	15,81	15,85	15,84	15,79	15,79
104,33	15,48	15,66	15,81	15,87	15,85	15,83	15,83
104,67	15,50	15,69	15,83	15,88	15,88	15,85	15,85
105,00	15,53	15,71	15,85	15,90	15,88	15,84	15,83
105,33	15,55	15,74	15,87	15,93	15,91	15,86	15,85
105,67	15,60	15,80	15,95	16,00	16,00	15,96	15,94
106,00	15,69	15,89	16,05	16,09	16,09	16,03	16,01
106,33	15,74	15,93	16,09	16,15	16,15	16,08	16,07
106,67	15,81	16,00	16,16	16,23	16,24	16,18	16,19
107,00	15,89	16,09	16,25	16,31	16,33	16,29	16,30
107,33	15,96	16,17	16,33	16,39	16,41	16,37	16,36
107,67	16,00	16,21	16,37	16,45	16,47	16,45	16,46
108,00	16,05	16,27	16,43	16,51	16,55	16,55	16,57
108,33	16,10	16,33	16,51	16,58	16,61	16,62	16,64
108,67	16,10	16,33	16,52	16,62	16,65	16,65	16,66
109,00	16,09	16,33	16,52	16,63	16,68	16,69	16,70
109,33	16,11	16,34	16,55	16,65	16,70	16,72	16,73
109,67	16,12	16,36	16,57	16,66	16,70	16,71	16,72
110,00	16,10	16,33	16,53	16,65	16,68	16,69	16,70
110,33	16,09	16,33	16,51	16,62	16,66	16,69	16,71
110,67	16,08	16,32	16,51	16,60	16,64	16,65	16,67
111,00	16,06	16,29	16,47	16,57	16,59	16,57	16,59
111,33	16,00	16,24	16,39	16,49	16,51	16,50	16,52
111,67	15,96	16,18	16,33	16,40	16,41	16,41	16,44
112,00	15,91	16,12	16,27	16,33	16,33	16,31	16,32

Πίνακας 8.79: Τιμές του λόγου έντασης φωτισμού προς λαμπρότητα για το τμήμα 100-112m 2^{ης} λωρίδας

x(m) / y(m)	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
100,00	16,26	16,30	16,33	16,34	16,28	16,16	15,96
100,33	16,16	16,20	16,25	16,27	16,24	16,10	15,92
100,67	16,09	16,14	16,21	16,23	16,18	16,06	15,88
101,00	16,03	16,07	16,13	16,17	16,12	16,02	15,84
101,33	15,94	15,99	16,07	16,11	16,08	15,98	15,81
101,67	15,85	15,91	16,01	16,06	16,05	15,93	15,76
102,00	15,83	15,90	15,98	16,04	16,01	15,89	15,72
102,33	15,78	15,86	15,95	16,00	15,98	15,87	15,70
102,67	15,71	15,79	15,90	15,94	15,93	15,81	15,64
103,00	15,69	15,76	15,86	15,90	15,86	15,75	15,58
103,33	15,70	15,77	15,83	15,85	15,82	15,71	15,53
103,67	15,66	15,73	15,78	15,82	15,79	15,68	15,50
104,00	15,63	15,68	15,75	15,78	15,74	15,63	15,46
104,33	15,65	15,71	15,77	15,79	15,74	15,61	15,44
104,67	15,64	15,71	15,77	15,79	15,76	15,64	15,47
105,00	15,62	15,69	15,77	15,81	15,78	15,66	15,50
105,33	15,67	15,73	15,82	15,85	15,80	15,70	15,52
105,67	15,77	15,84	15,90	15,93	15,88	15,76	15,59
106,00	15,85	15,92	16,00	16,02	15,99	15,86	15,68
106,33	15,93	15,99	16,08	16,09	16,04	15,90	15,73
106,67	16,06	16,10	16,18	16,18	16,11	15,98	15,79
107,00	16,17	16,22	16,27	16,26	16,20	16,06	15,87
107,33	16,26	16,30	16,34	16,34	16,28	16,13	15,94
107,67	16,35	16,38	16,41	16,39	16,31	16,17	15,97
108,00	16,45	16,48	16,47	16,45	16,36	16,22	16,02
108,33	16,51	16,53	16,54	16,50	16,43	16,27	16,05
108,67	16,55	16,56	16,57	16,54	16,45	16,28	16,06
109,00	16,58	16,59	16,58	16,55	16,45	16,28	16,06
109,33	16,57	16,59	16,58	16,55	16,47	16,29	16,06
109,67	16,53	16,55	16,56	16,55	16,47	16,29	16,07
110,00	16,47	16,50	16,52	16,51	16,42	16,26	16,04
110,33	16,43	16,46	16,49	16,47	16,39	16,24	16,03
110,67	16,39	16,42	16,45	16,44	16,39	16,22	16,02
111,00	16,33	16,37	16,41	16,42	16,35	16,20	16,00
111,33	16,28	16,31	16,35	16,36	16,28	16,15	15,95
111,67	16,20	16,24	16,26	16,28	16,22	16,10	15,90
112,00	16,11	16,15	16,18	16,22	16,18	16,04	15,85



Εικ.8.84: Τριδιάστατη απεικόνιση του λόγου έντασης φωτισμού προς λαμπρότητα για το τμήμα 100-112m



Εικ.8.85: Δισδιάστατη απεικόνιση του λόγου έντασης φωτισμού προς λαμπρότητα για το τμήμα 100-112m

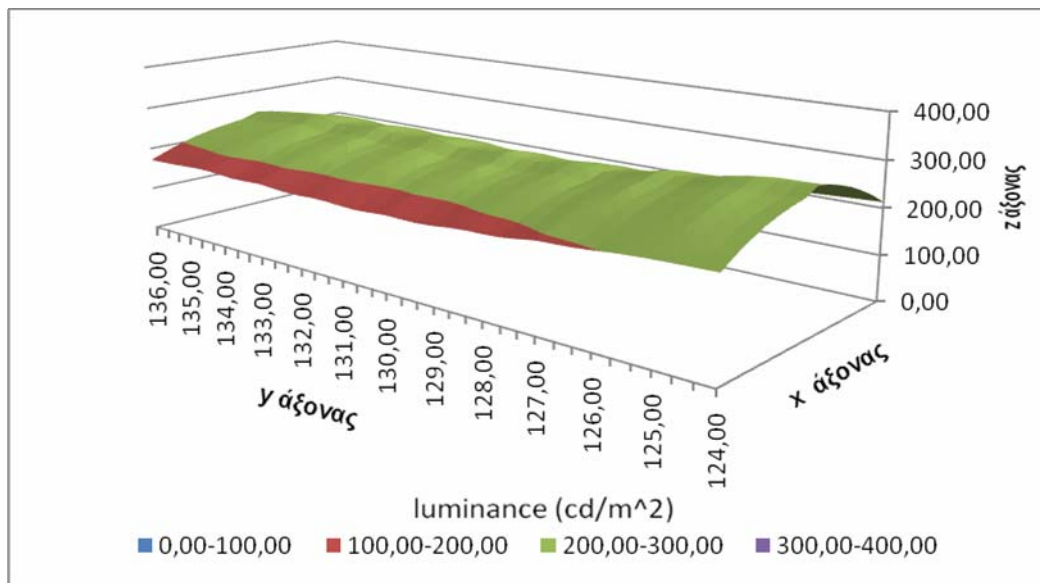
Average=16,11 Min=15,44 Max=16,73

Πίνακας 8.80: Τιμές λαμπρότητας (cd/m^2) για θέση παρατηρητή $x=2, y=64$

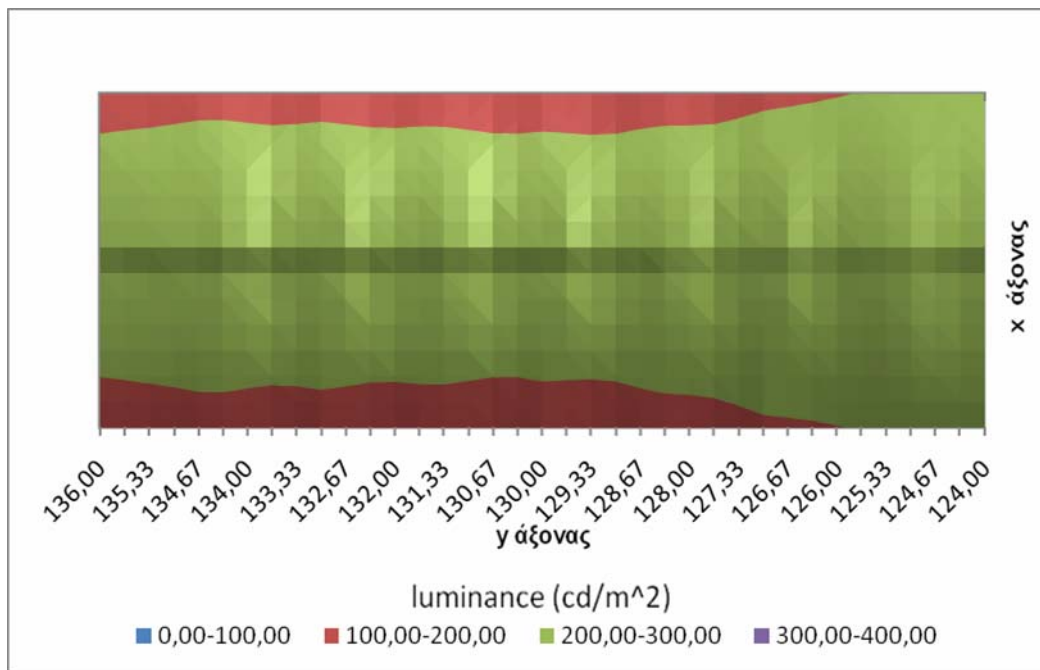
x(m) / y(m)	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5
124,00	211	231	247	261	272	280	285
124,33	210	229	245	259	268	276	281
124,67	209	228	245	258	268	275	281
125,00	207	227	244	258	270	277	284
125,33	205	224	241	255	266	274	280
125,67	203	220	236	249	259	267	273
126,00	199	216	231	243	253	260	265
126,33	196	212	228	241	251	257	261
126,67	194	210	226	240	251	259	263
127,00	192	208	223	237	246	253	257
127,33	187	202	217	230	239	245	249
127,67	182	198	213	226	235	240	243
128,00	180	196	211	226	236	243	245
128,33	180	195	210	224	234	241	245
128,67	177	192	207	220	229	235	238
129,00	173	188	203	216	225	230	233
129,33	170	186	202	216	226	231	233
129,67	171	187	203	218	228	236	239
130,00	172	188	203	217	226	233	236
130,33	169	185	201	214	223	229	233
130,67	167	184	201	214	224	228	232
131,00	169	186	203	219	229	235	239
131,33	171	189	205	220	230	238	243
131,67	171	189	205	219	228	235	239
132,00	170	187	204	217	226	232	236
132,33	170	187	204	219	228	233	236
132,67	172	190	207	222	232	240	243
133,00	175	192	208	222	231	238	243
133,33	173	191	206	219	228	234	239
133,67	172	189	206	218	228	232	237
134,00	174	191	208	222	232	239	242
134,33	177	194	210	224	233	241	246
134,67	177	194	209	222	231	238	243
135,00	175	191	206	219	228	235	240
135,33	173	189	204	216	225	231	236
135,67	172	188	202	214	222	228	233
136,00	171	187	200	211	220	226	231

Πίνακας 8.81: Τιμές λαμπρότητας (cd/m^2) για θέση παρατηρητή $x=6$, $y=64$

x(m) / y(m)	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
124,00	300	294	284	271	254	235	212
124,33	296	290	279	267	252	233	211
124,67	294	288	278	265	250	231	209
125,00	295	288	278	264	248	229	207
125,33	291	284	273	260	244	226	204
125,67	284	276	267	254	239	221	201
126,00	275	269	260	248	234	216	196
126,33	271	266	258	246	230	212	193
126,67	273	268	258	244	227	208	190
127,00	266	259	251	239	223	205	187
127,33	257	252	244	233	217	200	182
127,67	252	247	242	230	214	196	178
128,00	257	253	244	231	214	195	177
128,33	257	252	242	230	213	195	176
128,67	252	247	239	226	210	193	174
129,00	248	243	235	223	207	189	171
129,33	249	244	237	224	207	188	169
129,67	256	252	240	227	208	189	170
130,00	253	247	238	226	209	191	171
130,33	250	245	236	224	207	189	170
130,67	249	244	237	225	208	189	169
131,00	257	252	243	230	211	191	171
131,33	259	254	244	231	213	194	173
131,67	255	250	242	230	213	194	173
132,00	252	247	240	228	212	193	172
132,33	254	249	243	231	213	193	173
132,67	261	257	247	234	215	196	175
133,00	258	253	244	232	216	198	177
133,33	255	250	242	230	214	196	176
133,67	253	248	242	230	214	195	175
134,00	261	256	247	234	216	197	177
134,33	263	257	247	234	217	199	179
134,67	259	253	244	232	216	199	179
135,00	256	250	240	228	213	196	177
135,33	252	246	237	226	211	194	175
135,67	248	243	234	223	209	192	174
136,00	244	239	230	219	206	191	172



Εικ.8.86: Τρισδιάστατη απεικόνιση λαμπρότητας για το τμήμα 124-136m



Εικ.8.87: Δισδιάστατη απεικόνιση λαμπρότητας για το τμήμα 124-136m

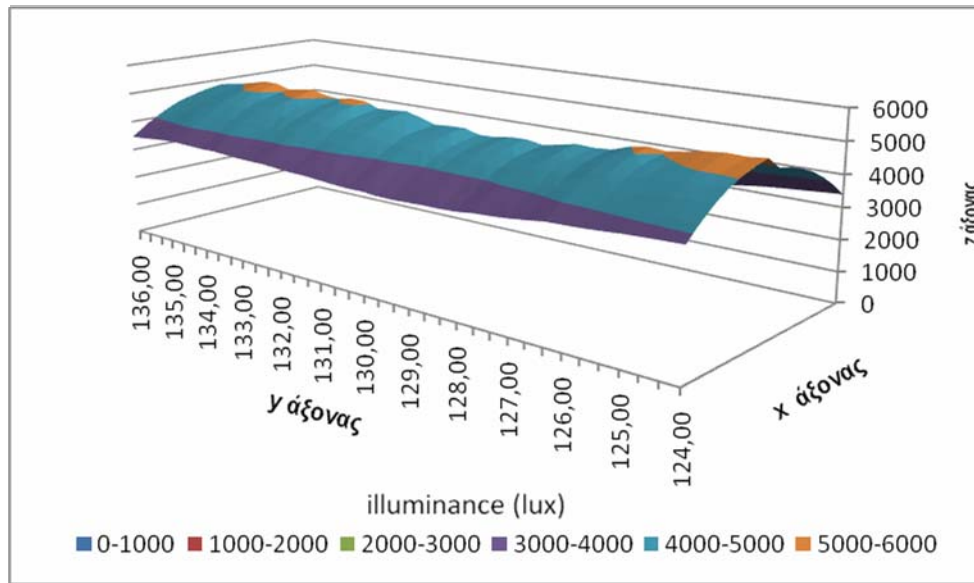
Average=225 Min=167 Max=300 Min/Ave=0,74 Min/Max =0,56

Πίνακας 8.82: Τιμές έντασης φωτισμού (lux) για τμήμα 124-136m 1^{ης} λωρίδας

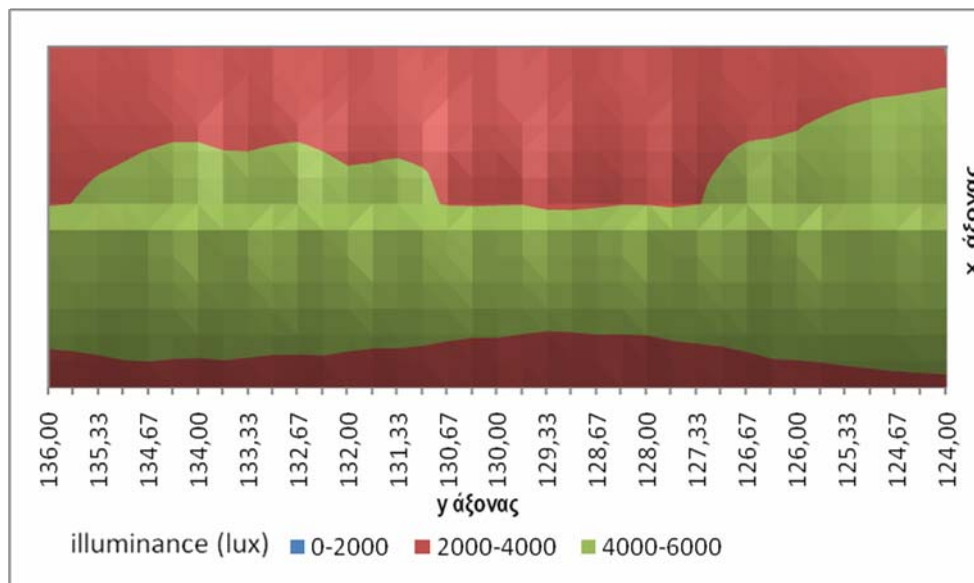
x(m) / y(m)	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5
124,00	3792	4212	4569	4853	5048	5189	5297
124,33	3772	4191	4547	4823	5014	5147	5246
124,67	3748	4159	4523	4813	5016	5152	5265
125,00	3721	4113	4474	4758	4963	5097	5213
125,33	3678	4074	4419	4697	4891	5015	5119
125,67	3641	4021	4373	4653	4850	4945	5032
126,00	3621	3989	4344	4651	4860	5010	5081
126,33	3602	3971	4304	4589	4788	4911	4994
126,67	3527	3883	4219	4472	4662	4755	4822
127,00	3467	3809	4152	4431	4623	4720	4784
127,33	3424	3774	4111	4410	4618	4749	4811
127,67	3394	3751	4075	4351	4527	4645	4704
128,00	3329	3673	4007	4273	4458	4530	4603
128,33	3307	3646	3993	4294	4499	4624	4693
128,67	3300	3664	3997	4293	4492	4615	4678
129,00	3282	3642	3972	4247	4430	4535	4597
129,33	3263	3610	3957	4247	4436	4526	4583
129,67	3271	3632	3991	4303	4525	4659	4718
130,00	3311	3691	4039	4341	4525	4642	4706
130,33	3304	3676	4039	4324	4514	4595	4667
130,67	3333	3713	4092	4408	4624	4743	4827
131,00	3372	3781	4160	4482	4710	4853	4954
131,33	3405	3819	4194	4498	4693	4823	4910
131,67	3417	3815	4199	4509	4710	4806	4889
132,00	3447	3856	4250	4590	4822	4981	5068
132,33	3487	3918	4297	4623	4837	4985	5084
132,67	3490	3902	4289	4584	4792	4906	4997
133,00	3504	3907	4300	4619	4834	4954	5046
133,33	3531	3949	4340	4669	4915	5066	5171
133,67	3561	3987	4362	4674	4875	5019	5115
134,00	3551	3955	4336	4636	4844	4940	5046
134,33	3568	3970	4358	4685	4914	5068	5179
134,67	3586	4007	4381	4696	4919	5078	5192
135,00	3580	3984	4342	4634	4833	4976	5082
135,33	3536	3921	4266	4548	4739	4875	4980
135,67	3491	3873	4210	4477	4674	4802	4912
136,00	3462	3850	4167	4426	4595	4730	4821

Πίνακας 8.83: Τιμές έντασης φωτισμού (lux) για τμήμα 124-136m 2^{ης} λωρίδας

x(m) / y(m)	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
124,00	4907	4814	4652	4442	4153	3808	3398
124,33	4809	4707	4556	4362	4092	3759	3359
124,67	4754	4648	4509	4308	4045	3710	3316
125,00	4735	4632	4487	4275	4004	3666	3274
125,33	4636	4540	4395	4194	3927	3603	3227
125,67	4491	4399	4266	4080	3828	3515	3162
126,00	4321	4243	4138	3961	3722	3419	3077
126,33	4241	4179	4092	3908	3651	3336	3003
126,67	4273	4217	4076	3868	3587	3273	2952
127,00	4135	4063	3953	3773	3514	3215	2902
127,33	3975	3923	3820	3653	3402	3115	2802
127,67	3884	3831	3764	3584	3338	3033	2721
128,00	3961	3917	3794	3605	3327	3007	2695
128,33	3969	3903	3775	3583	3311	3006	2694
128,67	3875	3819	3711	3526	3269	2977	2664
129,00	3814	3756	3652	3472	3221	2921	2609
129,33	3831	3782	3688	3500	3225	2904	2592
129,67	3972	3923	3767	3560	3262	2941	2616
130,00	3953	3880	3757	3568	3297	2984	2654
130,33	3928	3858	3742	3556	3285	2975	2637
130,67	3947	3881	3798	3592	3320	2980	2637
131,00	4115	4051	3916	3706	3391	3036	2680
131,33	4189	4108	3962	3749	3444	3100	2735
131,67	4144	4069	3946	3743	3458	3124	2756
132,00	4129	4053	3936	3735	3458	3110	2744
132,33	4178	4109	4001	3791	3488	3124	2757
132,67	4310	4248	4081	3855	3530	3173	2798
133,00	4272	4187	4050	3843	3553	3215	2840
133,33	4211	4130	4000	3800	3517	3189	2818
133,67	4187	4106	4009	3793	3517	3167	2804
134,00	4302	4227	4077	3862	3550	3194	2829
134,33	4327	4231	4075	3862	3564	3230	2862
134,67	4236	4145	4012	3809	3538	3223	2860
135,00	4169	4081	3944	3745	3484	3171	2824
135,33	4100	4014	3877	3685	3428	3124	2786
135,67	4009	3931	3795	3623	3379	3091	2756
136,00	3919	3841	3719	3549	3327	3053	2730



Εικ.8.88: Τρισδιάστατη απεικόνιση έντασης φωτισμού για το τμήμα 124-136m



Εικ.8.89: Δισδιάστατη απεικόνιση έντασης φωτισμού για το τμήμα 124-136m

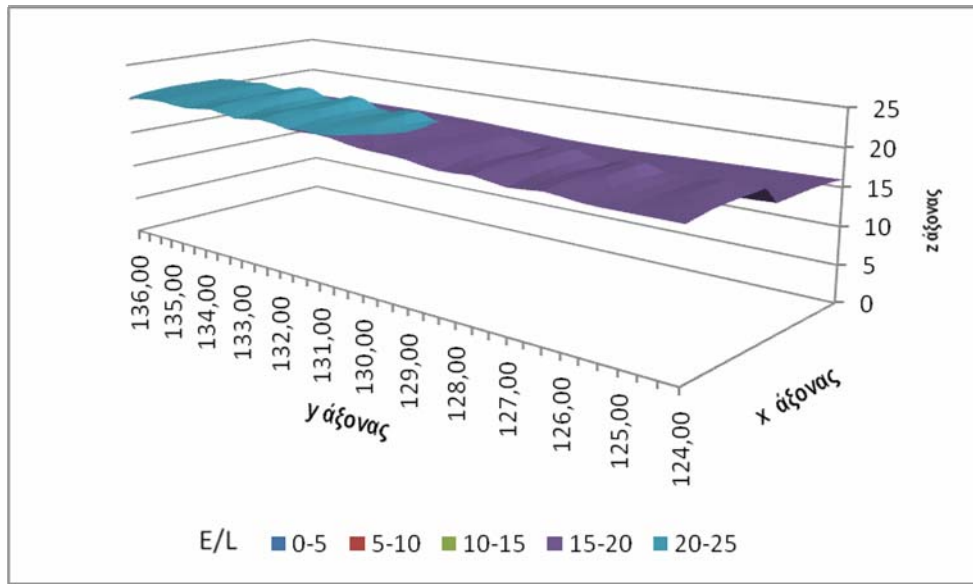
Average=4024 Min=2591 Max=5296 Min/Ave=0,64 Min/Max =0,49

Πίνακας 8.84: Τιμές του λόγου έντασης φωτισμού προς λαμπρότητα για το τμήμα 124-136m 1^{ης} λωρίδας

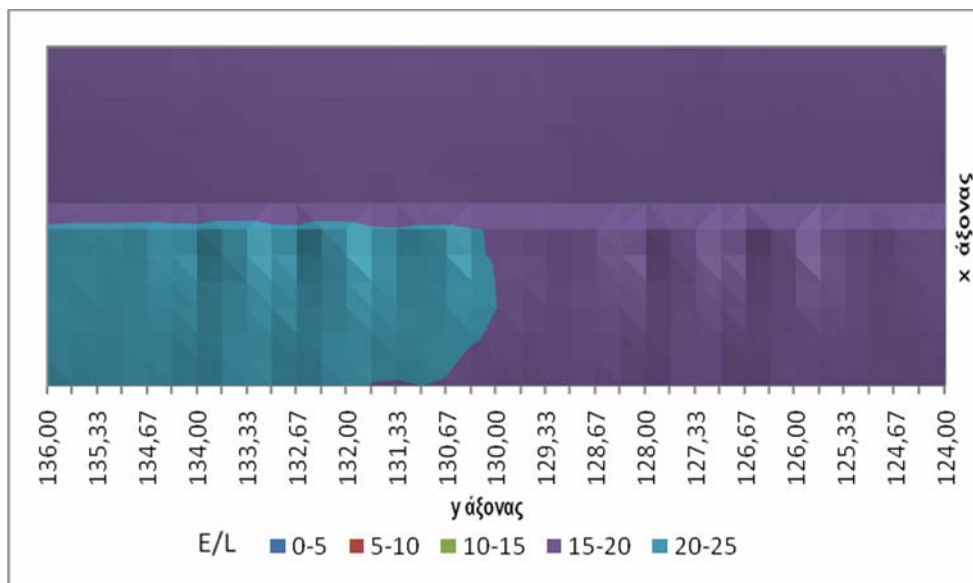
x(m) / y(m)	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5
124,00	17,95	18,23	18,48	18,56	18,58	18,56	18,59
124,33	17,95	18,28	18,53	18,65	18,72	18,68	18,65
124,67	17,94	18,22	18,46	18,65	18,70	18,71	18,74
125,00	17,94	18,11	18,31	18,41	18,40	18,38	18,38
125,33	17,91	18,17	18,37	18,44	18,42	18,32	18,30
125,67	17,97	18,27	18,54	18,68	18,71	18,52	18,44
126,00	18,23	18,51	18,81	19,11	19,17	19,28	19,18
126,33	18,42	18,75	18,91	19,04	19,05	19,11	19,12
126,67	18,21	18,52	18,71	18,64	18,57	18,33	18,34
127,00	18,03	18,33	18,62	18,73	18,79	18,68	18,65
127,33	18,34	18,66	18,95	19,18	19,33	19,38	19,34
127,67	18,65	18,98	19,14	19,27	19,23	19,39	19,36
128,00	18,47	18,77	18,95	18,93	18,90	18,68	18,76
128,33	18,41	18,70	19,02	19,19	19,24	19,19	19,17
128,67	18,65	19,05	19,35	19,53	19,61	19,64	19,67
129,00	19,01	19,36	19,56	19,69	19,67	19,70	19,71
129,33	19,14	19,40	19,60	19,65	19,63	19,61	19,63
129,67	19,16	19,45	19,70	19,75	19,81	19,71	19,77
130,00	19,27	19,68	19,87	20,00	19,98	19,94	19,92
130,33	19,55	19,84	20,13	20,23	20,25	20,08	20,07
130,67	19,91	20,15	20,39	20,62	20,68	20,82	20,85
131,00	20,00	20,30	20,48	20,51	20,61	20,62	20,76
131,33	19,93	20,25	20,42	20,42	20,37	20,25	20,22
131,67	19,96	20,20	20,49	20,62	20,63	20,47	20,43
132,00	20,33	20,62	20,87	21,19	21,33	21,50	21,44
132,33	20,54	20,92	21,04	21,16	21,22	21,44	21,54
132,67	20,28	20,54	20,76	20,66	20,65	20,45	20,57
133,00	20,06	20,31	20,64	20,81	20,89	20,82	20,79
133,33	20,41	20,73	21,07	21,32	21,56	21,67	21,66
133,67	20,68	21,06	21,21	21,42	21,38	21,65	21,63
134,00	20,42	20,66	20,87	20,86	20,88	20,71	20,83
134,33	20,21	20,46	20,78	20,95	21,05	21,02	21,02
134,67	20,28	20,66	20,96	21,16	21,29	21,34	21,37
135,00	20,47	20,81	21,03	21,19	21,19	21,19	21,14
135,33	20,45	20,69	20,91	21,04	21,05	21,07	21,10
135,67	20,31	20,58	20,84	20,94	21,04	21,02	21,11
136,00	20,22	20,62	20,79	20,94	20,90	20,91	20,85

Πίνακας 8.85: Τιμές του λόγου έντασης φωτισμού προς λαμπρότητα για το τμήμα 124-136m 2^{ης} λωρίδας

x(m) / y(m)	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
124,00	16,34	16,35	16,39	16,41	16,35	16,20	15,99
124,33	16,23	16,26	16,31	16,32	16,27	16,13	15,93
124,67	16,14	16,17	16,21	16,24	16,18	16,07	15,88
125,00	16,05	16,09	16,14	16,17	16,15	16,02	15,83
125,33	15,94	16,00	16,07	16,12	16,09	15,97	15,80
125,67	15,84	15,91	16,00	16,05	16,01	15,90	15,73
126,00	15,74	15,80	15,91	15,95	15,94	15,84	15,67
126,33	15,65	15,74	15,85	15,89	15,89	15,77	15,60
126,67	15,63	15,73	15,82	15,86	15,82	15,71	15,55
127,00	15,57	15,66	15,76	15,79	15,76	15,66	15,49
127,33	15,47	15,55	15,64	15,68	15,65	15,57	15,40
127,67	15,43	15,49	15,56	15,60	15,58	15,48	15,31
128,00	15,43	15,51	15,56	15,59	15,55	15,43	15,27
128,33	15,44	15,51	15,57	15,60	15,55	15,43	15,27
128,67	15,38	15,46	15,55	15,58	15,55	15,43	15,27
129,00	15,36	15,43	15,52	15,57	15,55	15,43	15,27
129,33	15,40	15,48	15,56	15,61	15,58	15,46	15,29
129,67	15,51	15,60	15,67	15,70	15,66	15,54	15,37
130,00	15,61	15,69	15,78	15,81	15,77	15,66	15,48
130,33	15,71	15,78	15,87	15,90	15,85	15,72	15,54
130,67	15,85	15,89	15,99	15,99	15,94	15,80	15,62
131,00	16,01	16,06	16,11	16,10	16,04	15,89	15,71
131,33	16,14	16,19	16,22	16,21	16,14	16,02	15,82
131,67	16,25	16,29	16,32	16,30	16,23	16,09	15,89
132,00	16,37	16,38	16,39	16,37	16,31	16,13	15,93
132,33	16,46	16,48	16,48	16,43	16,35	16,17	15,97
132,67	16,53	16,55	16,54	16,49	16,40	16,23	16,00
133,00	16,56	16,58	16,57	16,54	16,44	16,27	16,05
133,33	16,54	16,55	16,56	16,53	16,45	16,26	16,03
133,67	16,52	16,54	16,55	16,52	16,44	16,24	16,02
134,00	16,49	16,52	16,52	16,51	16,42	16,23	16,02
134,33	16,43	16,46	16,49	16,48	16,40	16,24	16,02
134,67	16,36	16,40	16,45	16,44	16,38	16,22	16,00
135,00	16,31	16,36	16,40	16,40	16,34	16,17	15,95
135,33	16,27	16,30	16,33	16,34	16,27	16,12	15,92
135,67	16,15	16,20	16,23	16,26	16,20	16,06	15,87
136,00	16,04	16,10	16,16	16,17	16,12	16,02	15,83



Εικ.8.90: Τριδιάστατη απεικόνιση του λόγου έντασης φωτισμού προς λαμπρότητα για το τμήμα 124-136m



Εικ.8.91: Δισδιάστατη απεικόνιση του λόγου έντασης φωτισμού προς λαμπρότητα για το τμήμα 124-136m

Average=17,88 Min=15,26 Max=21,67

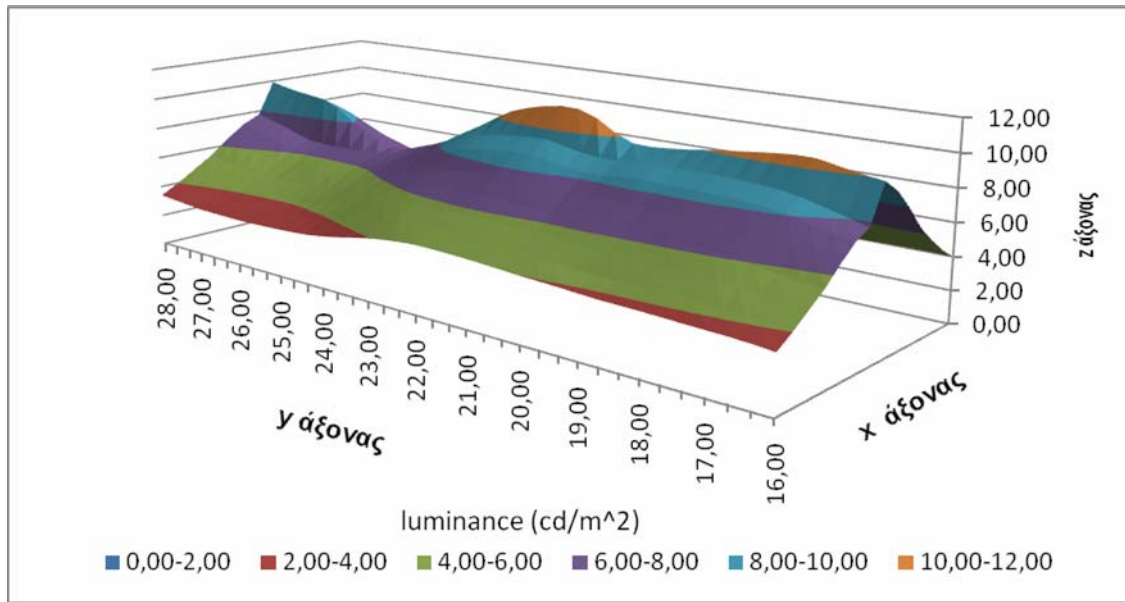
8.2.7. Stage Night

Πίνακας 8.86: Τιμές λαμπρότητας (cd/m^2) για θέση παρατηρητή $x=2, y=-44$

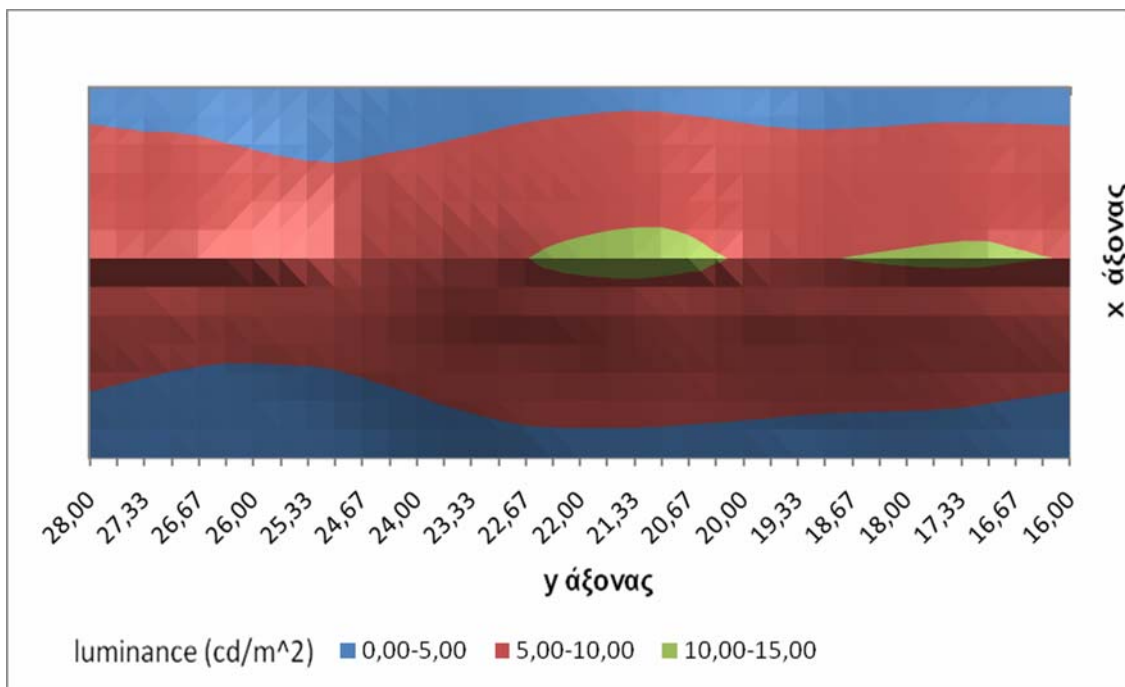
x(m) / y(m)	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5
16,00	3,4	4,0	4,8	5,5	6,4	7,3	7,8
16,33	3,5	4,1	4,9	5,6	6,6	7,5	8,1
16,67	3,5	4,2	5,0	5,7	6,8	7,8	8,4
17,00	3,6	4,3	5,1	5,9	7,0	8,1	8,7
17,33	3,6	4,4	5,2	6,1	7,2	8,2	8,9
17,67	3,7	4,4	5,3	6,2	7,2	8,3	9,0
18,00	3,7	4,4	5,3	6,2	7,3	8,4	9,1
18,33	3,7	4,5	5,3	6,3	7,4	8,4	9,1
18,67	3,8	4,5	5,4	6,3	7,4	8,4	9,1
19,00	3,8	4,5	5,4	6,4	7,4	8,4	9,1
19,33	3,9	4,6	5,5	6,4	7,4	8,5	9,1
19,67	3,9	4,7	5,5	6,4	7,4	8,4	9,0
20,00	4,0	4,8	5,6	6,4	7,3	8,3	8,9
20,33	4,1	4,8	5,6	6,4	7,3	8,3	8,9
20,67	4,1	4,9	5,6	6,5	7,5	8,4	9,0
21,00	4,2	4,9	5,7	6,6	7,6	8,6	9,3
21,33	4,2	5,0	5,7	6,6	7,7	8,8	9,5
21,67	4,3	5,0	5,8	6,7	7,7	8,8	9,5
22,00	4,3	5,0	5,7	6,6	7,6	8,7	9,4
22,33	4,2	5,0	5,7	6,5	7,4	8,6	9,2
22,67	4,1	4,9	5,6	6,4	7,3	8,4	9,1
23,00	3,9	4,8	5,5	6,3	7,1	8,1	8,8
23,33	3,7	4,5	5,3	6,1	6,8	7,7	8,3
23,67	3,5	4,3	5,1	5,8	6,5	7,3	7,8
24,00	3,4	4,1	4,9	5,6	6,2	6,9	7,3
24,33	3,2	3,9	4,6	5,4	5,9	6,5	6,9
24,67	3,1	3,7	4,4	5,1	5,7	6,3	6,7
25,00	3,1	3,6	4,3	4,9	5,6	6,1	6,6
25,33	3,1	3,6	4,2	4,9	5,5	6,1	6,6
25,67	3,0	3,6	4,1	4,8	5,5	6,1	6,5
26,00	3,0	3,6	4,2	4,8	5,5	6,1	6,5
26,33	3,0	3,6	4,2	4,8	5,4	6,1	6,5
26,67	3,1	3,6	4,3	4,9	5,5	6,2	6,6
27,00	3,1	3,7	4,3	5,0	5,7	6,5	6,9
27,33	3,2	3,8	4,5	5,1	5,9	6,7	7,2
27,67	3,3	3,9	4,6	5,3	6,2	7,0	7,5
28,00	3,4	4,0	4,8	5,5	6,4	7,2	7,8

Πίνακας 8.87: Τιμές λαμπρότητας (cd/m^2) για θέση παρατηρητή $x=6$, $y=-44$

x(m) / y(m)	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
16,00	13,6	12,5	10,9	9,0	7,7	6,5	5,5
16,33	13,8	12,7	11,0	9,1	7,7	6,5	5,5
16,67	14,1	13,0	11,1	9,2	7,8	6,5	5,6
17,00	14,5	13,2	11,3	9,3	7,9	6,6	5,5
17,33	14,5	13,2	11,3	9,4	7,9	6,6	5,5
17,67	14,4	13,1	11,2	9,4	7,8	6,6	5,5
18,00	14,2	12,9	11,1	9,3	7,7	6,5	5,4
18,33	14,0	12,7	11,0	9,2	7,6	6,4	5,4
18,67	13,8	12,6	10,8	9,1	7,6	6,3	5,3
19,00	13,6	12,3	10,6	9,0	7,6	6,2	5,3
19,33	13,4	12,2	10,5	8,9	7,6	6,3	5,3
19,67	13,3	12,2	10,5	9,0	7,6	6,4	5,4
20,00	13,4	12,2	10,5	9,1	7,8	6,6	5,5
20,33	14,0	12,7	10,8	9,2	7,9	6,8	5,7
20,67	15,0	13,5	11,5	9,6	8,1	6,9	5,9
21,00	15,5	13,9	11,8	9,8	8,3	7,0	6,0
21,33	15,5	13,9	11,8	9,9	8,4	7,1	6,0
21,67	15,3	13,7	11,6	9,7	8,3	7,0	6,0
22,00	14,9	13,3	11,2	9,5	8,1	6,9	5,9
22,33	14,4	12,9	10,8	9,2	7,9	6,8	5,8
22,67	13,6	12,3	10,3	8,9	7,7	6,6	5,6
23,00	12,7	11,5	9,9	8,6	7,5	6,4	5,4
23,33	11,9	10,8	9,4	8,3	7,2	6,1	5,2
23,67	11,0	10,1	9,1	8,0	7,0	5,9	5,0
24,00	10,4	9,6	8,7	7,8	6,7	5,7	4,8
24,33	9,9	9,1	8,4	7,7	6,6	5,5	4,6
24,67	9,4	8,8	8,1	7,4	6,3	5,4	4,6
25,00	9,4	8,8	8,1	7,2	6,2	5,3	4,6
25,33	9,9	9,3	8,4	7,4	6,2	5,4	4,6
25,67	10,5	9,8	8,9	7,6	6,4	5,5	4,7
26,00	11,2	10,4	9,3	7,9	6,7	5,7	4,8
26,33	12,2	11,3	9,8	8,3	6,9	5,9	5,0
26,67	12,7	11,7	10,2	8,6	7,2	6,1	5,2
27,00	12,9	12,0	10,4	8,7	7,4	6,2	5,3
27,33	13,1	12,0	10,4	8,7	7,4	6,3	5,4
27,67	13,3	12,2	10,6	8,9	7,5	6,4	5,5
28,00	13,6	12,5	10,9	9,1	7,7	6,5	5,6



Εικ.8.92: Τρισδιάστατη απεικόνιση λαμπρότητας για το τμήμα 16-28m



Εικ.8.93: Δισδιάστατη απεικόνιση λαμπρότητας για το τμήμα 16-28m

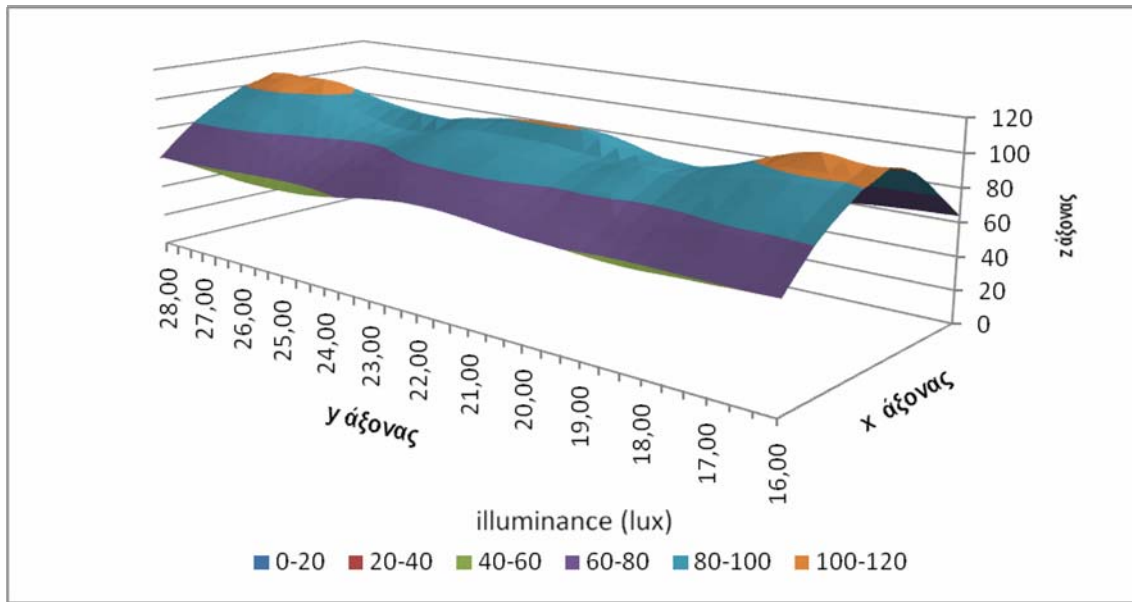
Average=6,2 Min=3,0 Max=11,3 Min/Ave=0,48 Min/Max =0,27

Πίνακας 8.88: Τιμές έντασης φωτισμού (lux) για τμήμα 16-28m 1^{ης} λωρίδας

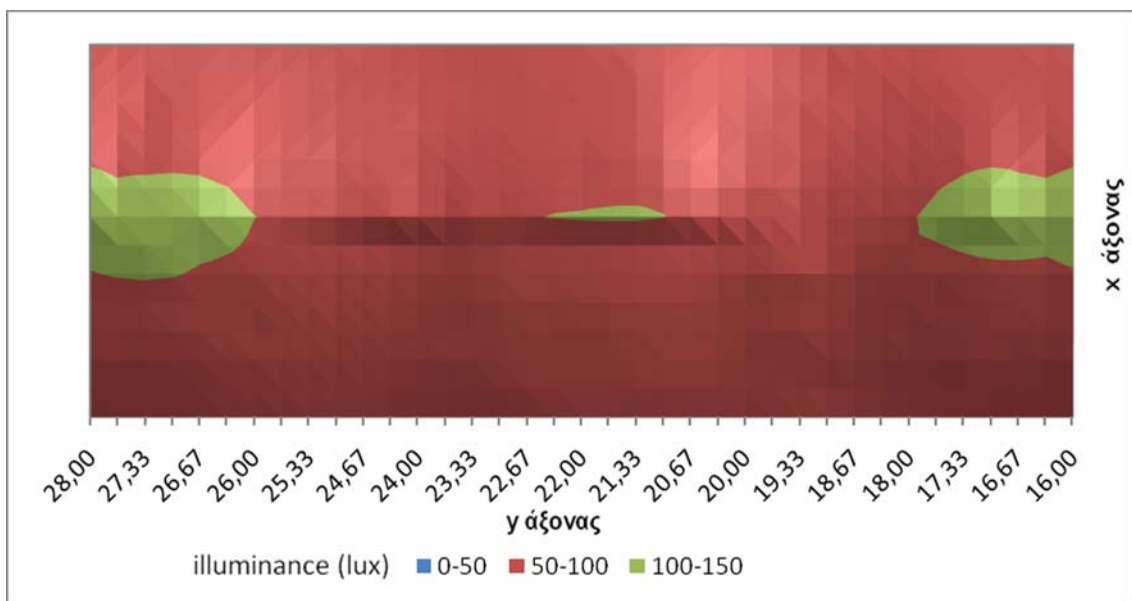
x(m) / y(m)	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5
16,00	60	71	80	87	93	99	102
16,33	60	70	79	86	92	98	101
16,67	60	69	78	86	92	98	102
17,00	59	69	78	85	92	98	102
17,33	59	68	78	85	91	97	101
17,67	59	67	76	83	89	96	100
18,00	58	66	75	81	88	94	98
18,33	58	66	74	80	87	92	95
18,67	58	65	73	80	85	90	92
19,00	59	66	74	80	85	90	90
19,33	60	67	74	82	86	92	91
19,67	61	68	75	82	87	91	91
20,00	61	69	75	81	86	89	89
20,33	62	70	76	81	85	89	89
20,67	63	71	77	82	87	89	90
21,00	65	72	78	83	88	90	91
21,33	66	73	79	84	89	91	92
21,67	66	73	79	85	89	91	93
22,00	67	73	79	84	89	91	93
22,33	66	73	78	83	88	91	93
22,67	65	72	78	83	88	91	93
23,00	63	71	77	82	87	90	92
23,33	62	69	75	80	85	89	91
23,67	60	67	74	78	83	86	88
24,00	58	66	72	77	81	84	86
24,33	57	64	70	76	80	84	85
24,67	56	63	70	75	80	84	86
25,00	56	63	70	76	81	85	88
25,33	56	63	71	77	83	88	91
25,67	56	64	72	79	86	91	95
26,00	57	65	74	81	88	94	98
26,33	58	67	76	83	90	97	102
26,67	58	68	78	86	92	99	103
27,00	59	69	79	87	94	101	105
27,33	60	70	80	88	94	102	106
27,67	60	70	80	88	94	101	105
28,00	60	71	80	88	94	100	102

Πίνακας 8.89: Τιμές έντασης φωτισμού (lux) για τμήμα 16-28m 2^{ης} λωρίδας

x(m) / y(m)	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
16,00	106	104	99	91	82	73	64
16,33	105	102	96	89	81	72	63
16,67	107	103	97	89	81	71	63
17,00	109	105	98	90	80	71	62
17,33	107	103	97	88	79	70	61
17,67	103	99	93	85	77	69	60
18,00	99	95	89	82	74	67	59
18,33	95	91	86	79	72	66	58
18,67	91	88	84	78	71	64	57
19,00	89	86	82	77	70	63	57
19,33	88	86	82	76	70	63	57
19,67	89	87	82	77	71	64	57
20,00	90	88	83	78	72	66	59
20,33	93	91	86	80	74	68	61
20,67	97	95	90	83	77	70	63
21,00	100	97	92	86	79	72	64
21,33	101	98	93	86	80	73	65
21,67	101	97	92	86	79	73	66
22,00	101	96	91	85	78	72	65
22,33	101	96	90	84	77	71	65
22,67	99	94	89	83	77	70	64
23,00	97	93	88	82	75	69	63
23,33	96	92	86	81	74	68	62
23,67	93	90	85	80	73	67	60
24,00	93	89	85	79	73	66	60
24,33	94	90	85	80	73	66	59
24,67	94	91	86	80	73	66	59
25,00	95	91	87	80	73	65	59
25,33	96	93	88	81	73	66	59
25,67	98	94	89	82	74	67	59
26,00	100	96	91	84	76	68	60
26,33	104	100	94	86	77	69	61
26,67	107	103	96	88	79	70	61
27,00	107	103	97	89	79	70	62
27,33	106	103	96	88	79	71	62
27,67	106	102	96	89	80	72	63
28,00	106	104	99	91	82	73	64



Εικ.8.94: Τρισδιάστατη απεικόνιση έντασης φωτισμού για το τμήμα 16-28m



Εικ.8.95: Δισδιάστατη απεικόνιση έντασης φωτισμού για το τμήμα 16-28m

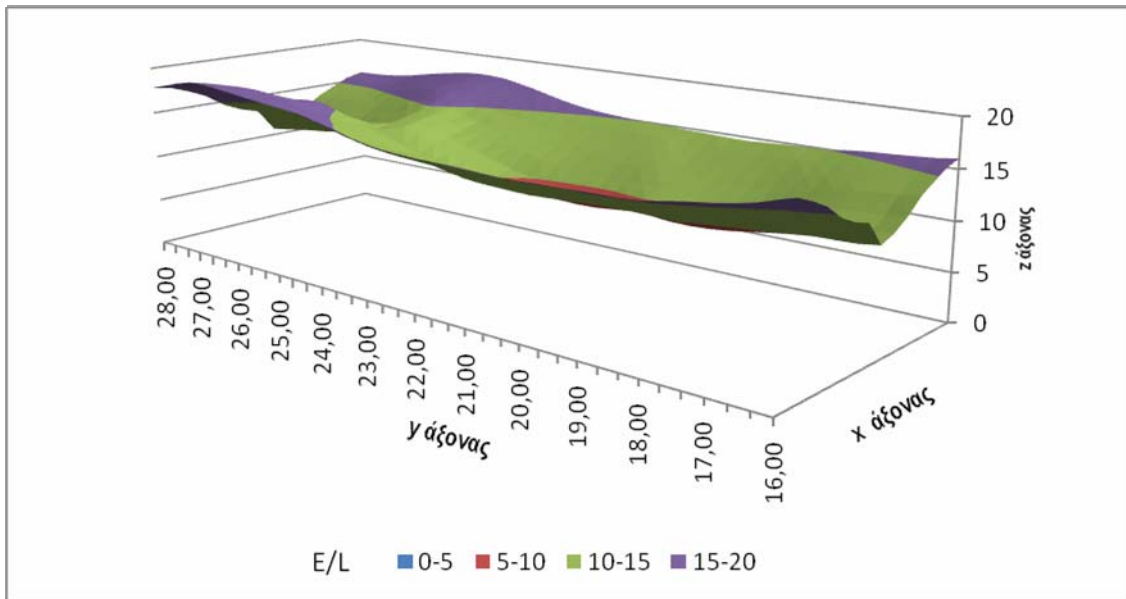
Average=82 Min=56 Max=109 Min/Ave=0,68 Min/Max =0,51

Πίνακας 8.90: Τιμές του λόγου έντασης φωτισμού προς λαμπρότητα για το τμήμα 16-28m 1^{ης} λωρίδας

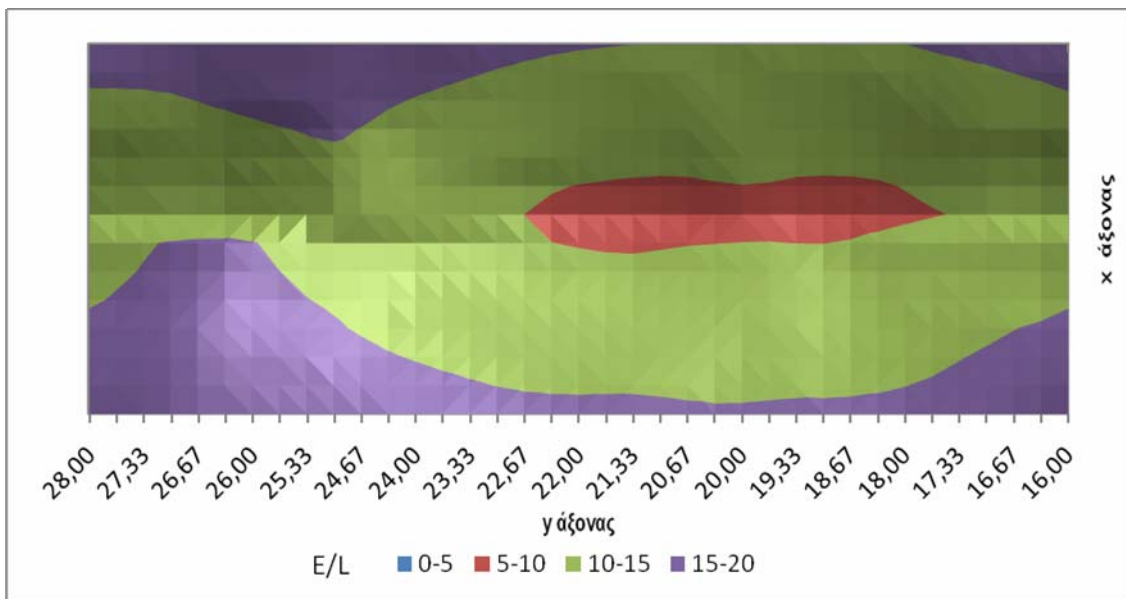
x(m) / y(m)	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5
16,00	17,97	17,63	16,88	15,96	14,58	13,71	13,20
16,33	17,30	16,93	16,23	15,35	13,93	13,05	12,56
16,67	16,88	16,48	15,77	14,93	13,57	12,61	12,15
17,00	16,59	16,06	15,34	14,47	13,17	12,19	11,71
17,33	16,35	15,66	14,89	13,94	12,75	11,80	11,37
17,67	16,02	15,26	14,48	13,47	12,36	11,51	11,08
18,00	15,69	14,97	14,14	13,05	12,07	11,23	10,83
18,33	15,55	14,79	13,84	12,75	11,75	10,93	10,48
18,67	15,55	14,65	13,62	12,57	11,57	10,70	10,13
19,00	15,48	14,59	13,60	12,57	11,59	10,70	9,98
19,33	15,42	14,65	13,60	12,72	11,69	10,84	9,99
19,67	15,41	14,55	13,58	12,74	11,76	10,86	10,04
20,00	15,34	14,44	13,57	12,67	11,71	10,78	10,02
20,33	15,32	14,45	13,64	12,69	11,64	10,66	9,98
20,67	15,33	14,61	13,73	12,69	11,58	10,56	9,93
21,00	15,41	14,70	13,78	12,70	11,54	10,47	9,85
21,33	15,50	14,77	13,73	12,69	11,51	10,39	9,76
21,67	15,56	14,74	13,73	12,71	11,58	10,42	9,80
22,00	15,58	14,69	13,72	12,76	11,71	10,51	9,89
22,33	15,66	14,70	13,78	12,85	11,88	10,58	10,01
22,67	15,82	14,75	13,85	12,97	12,07	10,75	10,23
23,00	16,11	14,95	13,97	13,12	12,27	11,11	10,53
23,33	16,50	15,23	14,13	13,27	12,46	11,49	10,90
23,67	16,97	15,62	14,40	13,48	12,67	11,85	11,31
24,00	17,41	16,07	14,79	13,73	12,97	12,25	11,80
24,33	17,80	16,54	15,25	14,10	13,45	12,83	12,37
24,67	17,97	16,98	15,79	14,72	14,04	13,41	12,93
25,00	18,15	17,38	16,44	15,34	14,58	13,96	13,45
25,33	18,35	17,67	17,05	15,91	15,08	14,47	13,94
25,67	18,57	17,99	17,45	16,42	15,51	15,04	14,53
26,00	18,78	18,34	17,77	16,90	16,08	15,57	15,14
26,33	18,95	18,64	18,09	17,36	16,64	15,98	15,60
26,67	19,16	18,79	18,30	17,65	16,78	15,97	15,57
27,00	19,15	18,72	18,20	17,55	16,51	15,64	15,24
27,33	18,78	18,41	17,85	17,09	15,94	15,15	14,67
27,67	18,29	17,94	17,33	16,51	15,26	14,46	13,96
28,00	17,84	17,48	16,79	15,92	14,59	13,74	13,17

Πίνακας 8.91: Τιμές του λόγου έντασης φωτισμού προς λαμπρότητα για το τμήμα 16-28m 2^{ης} λωρίδας

x(m) / y(m)	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
16,00	7,80	8,27	9,03	10,05	10,69	11,32	11,61
16,33	7,60	8,03	8,79	9,86	10,49	11,09	11,42
16,67	7,56	7,96	8,74	9,75	10,35	10,92	11,32
17,00	7,53	7,94	8,68	9,62	10,21	10,77	11,24
17,33	7,38	7,78	8,53	9,39	10,02	10,62	11,17
17,67	7,19	7,58	8,29	9,09	9,81	10,46	11,05
18,00	6,96	7,34	8,04	8,83	9,63	10,31	10,89
18,33	6,75	7,13	7,83	8,63	9,45	10,23	10,80
18,67	6,61	7,03	7,75	8,52	9,34	10,15	10,77
19,00	6,55	7,01	7,74	8,50	9,30	10,06	10,70
19,33	6,59	7,05	7,78	8,51	9,29	10,05	10,62
19,67	6,72	7,19	7,86	8,57	9,28	10,00	10,61
20,00	6,77	7,25	7,93	8,62	9,30	9,97	10,67
20,33	6,64	7,16	7,91	8,70	9,40	10,04	10,72
20,67	6,51	7,02	7,83	8,71	9,48	10,18	10,77
21,00	6,48	6,99	7,81	8,71	9,49	10,25	10,83
21,33	6,53	7,03	7,88	8,75	9,51	10,30	10,90
21,67	6,63	7,12	7,98	8,82	9,58	10,34	10,96
22,00	6,77	7,23	8,14	8,94	9,67	10,40	11,03
22,33	6,97	7,41	8,37	9,10	9,79	10,49	11,15
22,67	7,28	7,67	8,64	9,29	9,93	10,62	11,32
23,00	7,68	8,07	8,89	9,49	10,10	10,81	11,56
23,33	8,09	8,48	9,14	9,70	10,29	11,04	11,87
23,67	8,53	8,89	9,40	9,92	10,52	11,31	12,20
24,00	9,01	9,33	9,69	10,14	10,79	11,61	12,48
24,33	9,55	9,90	10,14	10,43	11,12	11,95	12,73
24,67	10,06	10,31	10,55	10,88	11,51	12,26	12,84
25,00	10,11	10,37	10,67	11,11	11,79	12,36	12,86
25,33	9,75	10,02	10,44	11,02	11,84	12,27	12,77
25,67	9,36	9,66	10,11	10,83	11,66	12,10	12,57
26,00	8,94	9,28	9,84	10,59	11,41	11,91	12,37
26,33	8,56	8,91	9,58	10,37	11,15	11,68	12,13
26,67	8,39	8,76	9,46	10,26	10,92	11,40	11,88
27,00	8,28	8,65	9,36	10,19	10,77	11,27	11,70
27,33	8,12	8,57	9,23	10,09	10,69	11,22	11,59
27,67	7,96	8,38	9,07	10,02	10,66	11,21	11,54
28,00	7,79	8,29	9,04	10,02	10,64	11,23	11,51



Εικ.8.96: Τρισδιάστατη απεικόνιση του λόγου έντασης φωτισμού προς λαμπρότητα για το τμήμα 16-28m



Εικ.8.97: Δισδιάστατη απεικόνιση του λόγου έντασης φωτισμού προς λαμπρότητα για το τμήμα 16-28m

Average=16,14 Min=15,52 Max=16,73

Οι πίνακες 8.90 και 8.91 συγκεντρώνουν όλα τα παραπάνω αποτελέσματα :

Πίνακας 8.90: Τιμές λαμπρότητας (cd/m^2) από όλα τα στάδια φωτισμού.

Stage	Average	Min	Max	Min/Ave	Min/Max
1	12	6	22	0,50	0,27
2	40	20	69	0,50	0,29
3a	70	37	114	0,53	0,33
3b	69	36	113	0,52	0,32
3c	56	29	92	0,52	0,32
4a	129	74	195	0,57	0,38
4b	117	69	175	0,59	0,40
4c	99	57	148	0,58	0,38
5a	204	131	285	0,64	0,46
5b	197	125	273	0,63	0,46
5c	175	118	231	0,67	0,51
6a	293	221	362	0,75	0,61
6b	275	209	340	0,76	0,62
6c	225	167	300	0,74	0,56
Night	6,2	3,0	11,3	0,48	0,27

Πίνακας 8.91: Τιμές έντασης φωτισμού (lux) από όλα τα στάδια φωτισμού.

Stage	Average	Min	Max	Min/Ave	Min/Max
1	223	110	385	0,49	0,28
2	607	279	1086	0,46	0,26
3a	1081	497	1894	0,46	0,26
3b	1075	484	1872	0,45	0,26
3c	959	386	1781	0,40	0,22
4a	2045	1034	3352	0,51	0,31
4b	1836	953	2999	0,52	0,32
4c	1699	792	2886	0,46	0,27
5a	3268	1919	4879	0,58	0,39
5b	3157	1825	4683	0,57	0,39
5c	2971	1725	4479	0,58	0,38
6a	4736	3434	5946	0,72	0,57
6b	4441	3248	5505	0,73	0,59
6c	4024	2591	5296	0,64	0,49
Night	82	56	109	0,68	0,52

Για λόγους σύγκρισης πραγματοποιήθηκαν οι αντίστοιχες προσομοιώσεις στο Calculux με φωτιστικά 150W και 16500lm, 250W και 32000lm και 400W και 55000lm. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν παρουσιάζονται στον πίνακα 8.92 :

Πίνακας 8.92: Τιμές λαμπρότητας (cd/m^2) από όλα τα στάδια φωτισμού όπως προκύπτουν από το Calculux.

Stage	Average	Min	Max	Min/Ave	Min/Max
1	12,4	5,0	23,7	0,40	0,21
2	37,1	14,7	73,5	0,40	0,20
3a	68,8	27,2	134,1	0,40	0,20
3b	67,6	27,5	131,1	0,41	0,21
3c	50,6	21,6	99,1	0,43	0,22
4a	133	55	245	0,42	0,23
4b	115	50	212	0,43	0,23
4c	96,8	41,7	175,5	0,43	0,24
5a	213	97	363	0,45	0,27
5b	180	82	304	0,45	0,27
5c	144	66	241	0,46	0,28
6a	308	156	483	0,51	0,32
6b	274	140	433	0,51	0,32
6c	206	104	335	0,50	0,31
Night	3,21	1,58	5,57	0,49	0,28

Από τους πίνακες 8.90 και 8.92 προκύπτει ότι η μέση τιμή λαμπρότητας στις προσομοιώσεις με το Radiance για το κάθε στάδιο φωτισμού πλησιάζει αρκετά την αντίστοιχη που έδωσε το Calculux. Στις προσομοιώσεις βέβαια του Radiance υπάρχει μικρότερη διακύμανση μεταξύ ελάχιστης και μέγιστης τιμής λαμπρότητας από ότι σε αυτές του Calculux.

Η μετατροπή των αρχείων .ies σε αρχεία αναγνώσιμα στο Radiance εισάγει ένα συντελεστή απόσβεσης 10% που δικαιολογεί τις οποιεσδήποτε διαφορές. Επίσης στις προσομοιώσεις στο Calculux χρησιμοποιήθηκαν τυποποιημένα φωτιστικά της Philips με διαφορετικά χαρακτηριστικά από αυτά που χρησιμοποιήθηκαν στο Radiance τα οποία είναι πραγματικά φωτιστικά που χρησιμοποιούνται για φωτισμό σηράγγων των οποίων τα φωτομετρικά δεδομένα έχουν προκύψει μετά από μετρήσεις στο εργαστήριο.

Τέλος, τα δεδομένα των πινάκων με τους λόγους της έντασης φωτισμού προς τη λαμπρότητα δίνουν τη δυνατότητα να γίνει μία εκτίμηση του ενός από τα δύο αυτά μεγέθη όταν γνωρίζουμε το άλλο για τον συγκεκριμένο πάντα τύπο οδοστρώματος που χρησιμοποιήθηκε και για το αντίστοιχο στάδιο φωτισμού. Πληρέστερη ανάλυση σχετικά με το θέμα αυτό μπορεί να αποτελέσει αντικείμενο περαιτέρω έρευνας.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

Π1) dashed_white.rad

```
white_paint polygon lane_dash
0
0
12
  -.1 0 0
   .1 0 0
   .1 2 0
  -.1 2 0
```

Π2) solid_white.rad

```
white_paint polygon lea
0
0
12
  -.1 0 0
   .1 0 0
   .1 250 0
  -.1 250 0
```

Π3) tunnel.rad

```
road polygon pave_surf
0
0
12
  0 -50 0
  8 -50 0
  8 200 0
  0 200 0

#tunnel
concrete tube eswteriko
0
0
7 4 0 2
  4 150 2
  5.25

#tunnel
concrete tube exwteriko
0
0
7 4 0 2
  4 150 2
  6.25
```

```

concrete ring prosopsi
0
0
8 4 0 2
0 1 0
5.25 6.25

concrete ring piswopsi
0
0
8 4 150 2
0 1 0
5.25 6.25

#lwrida apo tsimento aristera tou dromou
concrete polygon aristera
0
0
12
-0.25 -50 0
0 -50 0
0 200 0
-0.25 200 0

#lwrida tsimento dexia tou dromou
concrete polygon dexia
0
0
12
8 -50 0
8.25 -50 0
8.25 200 0
8 200 0

#pezodromio mhkous y=250, platous x=2, upsous z=0.2

!genbox concrete curb1 2 250 .2 | xform -e -t -2.25 -50 0
!genbox concrete curb2 2 250 .2 | xform -e -t 8.25 -50 0

#eniaia asprh lwrida aristera

!xform -e -t 0.25 -50 .001 solid_white.rad

#eniaia asprh lwrida dexia

!xform -e -t 7.75 -50 .001 solid_white.rad

#diakekomenh grammh lwridwn

!xform -e -t 4 -50 .001 -a 50 -t 0 5 0 dashed_white.rad

#grasidi me mhkos x=20 kai platos y=250

grass polygon lawn1
0
0
12
-2.25 -50 0.2
-2.25 200 0.2
-22.25 200 0.2
-22.25 -50 0.2

```

```
grass polygon lawn2
0
0
12
    10.25  -50  0.2
    10.25  200  0.2
    30.25  200  0.2
    30.25  -50  0.2
```

Π4) materials.rad

```
#uliko dromou kata CIE
void plasdata road
6 refl test2.data r-Table.cal alfa gamma beta
0
4 .07 .07 .07 1
```

```
#xrwma dromou
void plastic pavement
0
0
5 .07 .07 .07 0 0
```

```
#xrwma pezdromiou
void plastic concrete
0
0
5 .14 .14 .14 0 0
```

```
#leukh lwrida
void plastic white_paint
0
0
5 .7 .7 .7 0 0
```

```
#prasino grasidi
void plastic grass
0
0
5 0 .1 .02 0 0
```

Π5) lumA.rad

```
!xform -e -rz 90 150W.rad
```

Π6) lumB.rad

```
!xform -e -rz 90 400W.rad
```

Π7) lumC.rad

```
!xform -e -rz 90 250W.rad
```

Π8) 150W.rad

```
# ies2rad -dm
# Dimensions in meters
#<IESNA:LM-63-1995
#<[LAMP] HIGH PRESSURE SODIUM
# CIE(x,y) = (0.519000,0.418000)
# Depreciation = 90.0%
# 150 watt luminaire, lamp*ballast factor = 1

void brightdata 150a_dist
5 boxcorr 150W.dat source.cal src_phi src_theta
0
4 17.5 0.38 0.71 0.19

150W_dist light 150W_light
0
0
3 1.76264 0.644225 0.0164348

150W_light polygon 150W.d
0
0
12
    -0.19  -0.355  -0.095
    -0.19   0.355  -0.095
     0.19   0.355  -0.095
     0.19  -0.355  -0.095

150W_light polygon 150W.u
0
0
12
    -0.19  -0.355   0.095
     0.19  -0.355   0.095
     0.19   0.355   0.095
    -0.19   0.355   0.095

150W_light polygon 150W.1
0
0
12
    -0.19  -0.355  -0.095
     0.19  -0.355  -0.095
     0.19  -0.355   0.095
    -0.19  -0.355   0.095

150W_light polygon 150W.2
0
0
12
     0.19  -0.355  -0.095
     0.19   0.355  -0.095
     0.19   0.355   0.095
     0.19  -0.355   0.095

150W_light polygon 150W.3
0
0
```


12
 0.19 0.355 -0.095
 -0.19 0.355 -0.095
 -0.19 0.355 0.095
 0.19 0.355 0.095

150W_light polygon 150W.4
 0
 0
 12
 -0.19 0.355 -0.095
 -0.19 -0.355 -0.095
 -0.19 -0.355 0.095
 -0.19 0.355 0.095

Π9) 150W.dat

2
 0 345 24
 0 180 73

 0.949721 0.985475 1.00894 1.0324 1.05028 1.05531 1.06704 1.07933 1.07933 1.0905
 1.07933 1.0905 1.10223 1.12626 1.19553 1.29832 1.44972 1.53799 1.56648 1.57821
 1.57821 1.41453 1.39162 1.41397 1.36927 1.26592 0.915642 0.336313 0.164246
 0.0743017 0.0391061 0.0212291 0.0128492 0.00670391 0.00167598 0 0.000558659 0 0 0
 0
 0.949721 0.985475 1.00838 1.03184 1.05475 1.05531 1.05531 1.08268 1.07877 1.07877
 1.07877 1.07877 1.0905 1.1257 1.17207 1.26592 1.37877 1.46034 1.52737 1.53073
 1.54302 1.47263 1.37933 1.3905 1.37933 1.26592 1.00782 0.388827 0.193855
 0.0882682 0.0413408 0.0217877 0.0134078 0.00726257 0.00167598 0.000558659
 0.000558659 0
 0
 0.949721 0.983799 1.00838 1.0324 1.04302 1.04358 1.04358 1.05531 1.05475 1.05531
 1.04358 1.04358 1.03184 1.04358 1.07877 1.1257 1.20726 1.30112 1.37095 1.42626
 1.41341 1.37989 1.35642 1.25419 1.2419 1.21899 1.06704 0.809497 0.259218 0.12067
 0.0530726 0.026257 0.0156425 0.00837989 0.0027933 0.000558659 0.000558659 0 0 0 0
 0
 0.949721 0.984916 1.00782 1.02011 1.03184 1.04358 1.03184 1.02011 1.02011 1.00838
 0.996648 0.984916 0.984916 0.973184 0.961453 0.961453 0.961453 0.961453 0.949721
 0.949721 0.915642 0.89162 0.868156 0.856425 0.845251 0.821788 0.798324 0.728492
 0.552514 0.205587 0.0703911 0.0351955 0.0173184 0.00782123 0.0027933 0.000558659
 0.000558659 0
 0
 0.949721 0.973184 0.984916 1.00838 1.00838 1.00838 0.996648 0.996648 0.992179
 1.00838 0.996089 0.973184 0.949721 0.903352 0.856425 0.810056 0.768156 0.728492
 0.698883 0.681564 0.658101 0.64581 0.622346 0.634078 0.621788 0.634078 0.621788
 0.587151 0.505028 0.353631 0.159777 0.0659218 0.0240223 0.00949721 0.00335196
 0.000558659 0.000558659 0
 0 0 0 0 0 0 0
 0.949721 0.961453 0.981006 0.973184 0.984916 0.984916 0.973184 0.973184 0.973184
 0.973184 0.961453 0.934078 0.896089 0.856425 0.798324 0.755307 0.704469 0.668715
 0.63352 0.610615 0.57486 0.540223 0.51676 0.470391 0.434637 0.407821 0.364804
 0.295531 0.23352 0.171508 0.108939 0.0726257 0.0385475 0.0128492 0.00335196
 0.000558659 0.000558659 0
 0 0 0 0 0 0 0
 0.949721 0.949721 0.949162 0.949721 0.951397 0.949721 0.938547 0.938547 0.938547
 0.938547 0.928492 0.903352 0.868156 0.821229 0.774302 0.727933 0.692179 0.657542
 0.63352 0.598324 0.563687 0.540223 0.505028 0.470391 0.422905 0.376536 0.295531
 0.232402 0.165922 0.108939 0.0575419 0.0296089 0.0195531 0.00949721 0.00335196
 0.000558659 0.000558659 0
 0 0 0 0 0 0 0
 0.949721 0.949721 0.950279 0.950279 0.950279 0.950279 0.93743 0.93743 0.93743
 0.937989 0.92514 0.913408 0.876536 0.839106 0.802235 0.752514 0.708939 0.672626
 0.641341 0.604469 0.580447 0.555307 0.530726 0.506145 0.469274 0.444134 0.38324

0.33352 0.253073 0.17095 0.0960894 0.0653631 0.0357542 0.0117318 0.00167598
 0.000558659 0.000558659 0
 0 0 0 0 0 0
 0.949721 0.949721 0.949721 0.962011 0.962011 0.962011 0.962011 0.962011 0.962011
 0.962011 0.962011 0.958659 0.93743 0.903911 0.875978 0.850838 0.809497 0.765363
 0.740223 0.727374 0.716201 0.702793 0.690503 0.691061 0.690503 0.690503 0.678212
 0.640782 0.555307 0.456425 0.240782 0.102235 0.0346369 0.00949721 0.00167598
 0.000558659 0.000558659 0
 0 0 0 0 0 0 0
 0.949721 0.949721 0.949721 0.96257 0.97486 0.986592 0.986034 0.986034 0.986592
 0.97486 0.986034 0.986034 0.998883 0.998324 0.999441 1.01061 1.06034 1.07263
 1.03575 1.01117 0.986592 0.949721 0.912849 0.901117 0.875978 0.875419 0.851397
 0.863687 0.739665 0.431844 0.12067 0.0530726 0.0212291 0.00726257 0.00167598
 0.000558659 0.000558659 0
 0 0 0 0 0 0 0
 0.949721 0.943575 0.950279 0.97486 0.986034 0.986034 1.00503 1.01117 1.02402
 1.03575 1.04804 1.05419 1.0676 1.12235 1.22067 1.27039 1.30112 1.36872 1.47542
 1.51955 1.52458 1.47598 1.42737 1.30615 1.26983 1.25698 1.24525 1.07318 0.555307
 0.174302 0.0743017 0.0307263 0.0139665 0.00558659 0.00167598 0.000558659
 0.000558659 0
 0
 0.949721 0.958659 0.971508 0.984358 0.996089 1.00838 1.02123 1.03296 1.0581
 1.08324 1.08771 1.12011 1.19441 1.29385 1.3324 1.36872 1.44413 1.55084 1.60168
 1.64972 1.60112 1.57654 1.42291 1.42793 1.41508 1.3905 1.28212 0.847486 0.283799
 0.153631 0.0698324 0.0290503 0.0145251 0.00558659 0.00223464 0.000558659
 0.000558659 0
 0
 0.949721 0.962011 0.978212 1.00838 1.03911 1.04358 1.0324 1.0324 1.02067 1.02067
 1.02737 1.03743 1.06704 1.17933 1.25419 1.33296 1.44972 1.53128 1.58994 1.61285
 1.62123 1.60112 1.47318 1.47318 1.46089 1.40335 1.28994 1.02067 0.448045 0.22905
 0.12067 0.0631285 0.0351955 0.0167598 0.00837989 0.0027933 0.000558659 0 0 0 0
 0
 0.949721 0.949721 0.973743 0.996648 1.0324 1.04358 1.0324 1.0324 1.02067 1.00838
 1.00894 1.0324 1.05531 1.11397 1.21955 1.28939 1.40279 1.51955 1.55419 1.54246
 1.54246 1.53128 1.48492 1.42626 1.40391 1.35642 1.26592 1.03855 0.587709 0.23352
 0.126816 0.0670391 0.00391061 0.00167598 0.000558659 0.0027933 0.000558659 0 0 0
 0
 0.949721 0.950279 0.973743 0.985475 1.02067 1.04358 1.04358 1.02067 1.02067
 0.996648 0.984916 0.985475 0.996648 1.02067 1.04358 1.11453 1.17263 1.26592
 1.36927 1.39106 1.36872 1.35698 1.35642 1.32067 1.26648 1.23073 1.16034 1.04358
 0.786592 0.289944 0.139106 0.0715084 0.0391061 0.0184358 0.00893855 0.00335196
 0.000558659 0
 0
 0.949721 0.962011 0.961453 0.973184 0.985475 1.02011 1.03184 1.03184 1.01844
 0.984916 0.961453 0.948045 0.926816 0.915642 0.926816 0.903911 0.903352 0.926816
 0.961453 0.996648 1.04358 1.05531 1.05531 1.07877 1.06704 1.04302 0.974302
 0.926816 0.798883 0.598883 0.260335 0.0893855 0.0446927 0.0195531 0.00893855
 0.0027933 0.000558659 0
 0 0 0 0 0 0
 0.949721 0.949721 0.949721 0.961453 0.973184 0.973184 0.984916 0.996089 0.985475
 0.984916 0.954749 0.926816 0.903352 0.880447 0.845251 0.809497 0.786592 0.751955
 0.728492 0.716201 0.704469 0.705028 0.728492 0.728492 0.740223 0.740223 0.740223
 0.704469 0.634078 0.528492 0.377095 0.176536 0.075419 0.0256983 0.00893855
 0.0027933 0
 0
 0.949721 0.950279 0.949721 0.949721 0.949721 0.961453 0.949721 0.949721 0.939106
 0.926816 0.915642 0.892179 0.856425 0.83352 0.798324 0.77486 0.740223 0.704469
 0.669274 0.622346 0.57486 0.528492 0.493855 0.458659 0.423464 0.388268 0.341341
 0.276536 0.230168 0.190503 0.142458 0.110056 0.0726257 0.0329609 0.00837989
 0.00167598 0
 0 0
 0.949721 0.949721 0.949721 0.949721 0.959218 0.961453 0.961453 0.949721 0.938547
 0.926816 0.903352 0.89162 0.856425 0.821788 0.786592 0.76257 0.728492 0.692179
 0.657542 0.610056 0.563687 0.527933 0.481564 0.434637 0.387709 0.317318 0.23743
 0.179888 0.135754 0.0949721 0.0692737 0.0519553 0.0340782 0.0162011 0.00502793
 0.00111732 0.000558659 0
 0 0 0 0 0 0 0

```

0.949721 0.950279 0.950279 0.950279 0.962011 0.954749 0.950279 0.942458 0.92514
0.912291 0.888268 0.875978 0.851397 0.827374 0.802235 0.777654 0.753073 0.727933
0.703352 0.665922 0.62905 0.59162 0.543017 0.505587 0.469274 0.432402 0.370391
0.32067 0.277095 0.237989 0.184358 0.134637 0.0877095 0.0407821 0.00837989
0.00111732 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0
0.949721 0.949721 0.96257 0.97486 0.97486 0.986034 0.977654 0.986034 0.986034
0.983799 0.962011 0.936872 0.92514 0.900559 0.87933 0.863687 0.850838 0.838547
0.826257 0.814525 0.789385 0.791061 0.788827 0.789385 0.789385 0.803352 0.813966
0.777654 0.678212 0.567598 0.38324 0.175978 0.0603352 0.0162011 0.00391061
0.00111732 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0
0.949721 0.949721 0.97486 0.97486 0.998324 1.01117 1.02346 1.03575 1.03575
1.02346 1.02402 0.998324 0.998883 0.998883 0.998883 0.998883 1.01117 0.998883
0.998883 1.01117 1.04804 1.09777 1.15754 1.17151 1.17151 1.11006 1.03575 0.986034
0.912849 0.641341 0.168156 0.0653631 0.0240223 0.00893855 0.0027933 0.000558659
0.000558659 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0
0.949721 0.950279 0.97486 0.986034 1.01117 1.02402 1.0486 1.06034 1.06034 1.0486
1.07318 1.09777 1.12291 1.14693 1.18324 1.20838 1.20782 1.25698 1.30056 1.37709
1.42682 1.46425 1.44022 1.3067 1.27654 1.28212 1.3067 1.18324 0.826816 0.207263
0.0776536 0.0290503 0.0150838 0.00726257 0.0027933 0.000558659 0.000558659 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0
0.949721 0.959218 0.983799 1.00838 1.02067 1.0581 1.07039 1.07039 1.07039 1.09497
1.12067 1.1581 1.19441 1.25754 1.30726 1.3324 1.42793 1.50168 1.61341 1.68547
1.73743 1.71229 1.50168 1.47709 1.48939 1.47765 1.38994 1.13352 0.336872 0.150279
0.0586592 0.0268156 0.0150838 0.00782123 0.00335196 0.000558659 0.000558659 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0

```

Π10) 250W.rad

```

# ies2rad -dm
# Dimensions in meters
#<IESNA:LM-63-1995
#<[LAMP] HIGH PRESSURE SODIUM
# CIE(x,y) = (0.519000,0.418000)
# Depreciation = 90.0%
# 250 watt luminaire, lamp*ballast factor = 1

void brightdata 250W_dist
5 boxcorr 250W.dat source.cal src_phi src_theta
0
4 33.2 0.63 0.545 0.19

250W_dist light 250W_light
0
0
3 1.76264 0.644225 0.0164348

250W_light polygon 250W.d
0
0
12
    -0.315      -0.2725     -0.095
    -0.315       0.2725     -0.095
     0.315       0.2725     -0.095
     0.315      -0.2725     -0.095

```

```

250W_light polygon 250W.u
0
0
12
  -0.315    -0.2725    0.095
   0.315    -0.2725    0.095
   0.315     0.2725    0.095
  -0.315     0.2725    0.095

```

```

250W_light polygon 250W.1
0
0
12
  -0.315    -0.2725   -0.095
   0.315    -0.2725   -0.095
   0.315    -0.2725    0.095
  -0.315    -0.2725    0.095

```

```

250W_light polygon 250W.2
0
0
12
   0.315   -0.2725   -0.095
   0.315    0.2725   -0.095
   0.315    0.2725    0.095
   0.315   -0.2725    0.095

```

```

250W_light polygon 250W.3
0
0
12
   0.315    0.2725   -0.095
  -0.315    0.2725   -0.095
  -0.315    0.2725    0.095
   0.315    0.2725    0.095

```

```

250W_light polygon 250W.4
0
0
12
  -0.315    0.2725   -0.095
  -0.315   -0.2725   -0.095
  -0.315   -0.2725    0.095
  -0.315    0.2725    0.095

```

Π11) 250W.dat

```

2
0 345 24
0 180 73

0.959218 0.984358 1.00894 1.05196 1.10782 1.18939 1.31788 1.46201 1.65363 1.9067
2.15419 2.40279 2.5257 2.71061 2.77542 2.83575 2.83575 2.9 2.95922 2.90168
2.58771 2.27709 1.9648 1.78101 1.65419 1.49777 1.25698 1.03352 0.82905 0.606704
0.171508 0.0865922 0.0458101 0.0189944 0.00726257 0.00167598 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

0.959218 0.983799 1.00838 1.04525 1.10056 1.1743 1.27877 1.40782 1.58994 1.84078
2.08659 2.27207 2.45531 2.57989 2.70279 2.76536 2.76536 2.82682 2.94804 2.94804
2.76536 2.45531 2.08603 1.90335 1.77989 1.65307 1.45754 1.20559 0.971508 0.731844

```

0.24581 0.121788 0.0553073 0.022905 0.00837989 0.00167598 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0

0.959218 0.983799 1.00223 1.03911 1.08212 1.15196 1.22402 1.33408 1.46369 1.65307
1.84022 2.08603 2.27207 2.45531 2.57933 2.64246 2.70223 2.7648 2.82682 2.94749
2.94749 2.7648 2.45475 2.20782 2.02402 1.8648 1.65251 1.42067 1.11285 0.731844
0.356983 0.150279 0.0536313 0.022905 0.00726257 0.00111732 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0

0.959218 0.978771 0.996648 1.02737 1.0581 1.11341 1.16313 1.22458 1.30782 1.40279
1.52011 1.65307 1.83966 1.98436 2.20838 2.33352 2.45587 2.45531 2.39665 2.27207
2.20838 2.20894 2.14916 1.96089 1.71564 1.42737 1.13799 0.92905 0.706704 0.529609
0.344693 0.183799 0.0659218 0.022905 0.00558659 0.00111732 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0

0.959218 0.970391 0.978212 0.995531 1.0257 1.05028 1.0933 1.13631 1.17263 1.19777
1.21564 1.24581 1.28827 1.33128 1.3676 1.36201 1.33743 1.31341 1.29441 1.27654
1.24581 1.18492 1.11676 1.01397 0.842458 0.636313 0.446369 0.35419 0.287151
0.237989 0.188827 0.130168 0.0581006 0.0156425 0.00446927 0.000558659 0 0 0 0 0 0
0 0

0.959218 0.96648 0.972067 0.984358 0.996648 1.01508 1.03352 1.05251 1.0581
1.04581 1.02123 0.984358 0.953631 0.922905 0.885475 0.859218 0.836313 0.817877
0.795531 0.77486 0.750279 0.713408 0.653073 0.560894 0.449721 0.325698 0.22067
0.156425 0.113408 0.0899441 0.0692737 0.0480447 0.0234637 0.00893855 0.00223464
0.000558659 0
0 0

0.959218 0.953073 0.959218 0.963128 0.965922 0.974302 0.983799 0.983799 0.971508
0.940782 0.894972 0.842458 0.799441 0.755866 0.72514 0.687709 0.655307 0.615642
0.572626 0.525698 0.474302 0.393855 0.307263 0.22067 0.141899 0.0849162 0.0659218
0.0519553 0.0424581 0.0346369 0.0240223 0.0122905 0.00614525 0.00335196
0.00111732 0
0 0 0

0.959218 0.952514 0.946369 0.940223 0.934637 0.934078 0.927933 0.909497 0.896648
0.841899 0.761453 0.639106 0.478212 0.341341 0.260894 0.223464 0.205028 0.186592
0.167598 0.149162 0.128492 0.10838 0.0882682 0.0692737 0.0536313 0.0424581
0.0324022 0.024581 0.0184358 0.0134078 0.00949721 0.00614525 0.00335196
0.00167598 0.000558659 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

0.959218 0.942458 0.928492 0.915642 0.897207 0.85419 0.730168 0.496089 0.385475
0.35419 0.322905 0.292179 0.254749 0.223464 0.193296 0.174302 0.161453 0.146369
0.13352 0.121788 0.108939 0.0938547 0.0787709 0.0625698 0.0480447 0.0351955
0.026257 0.0201117 0.0145251 0.0100559 0.00670391 0.00446927 0.0027933 0.00167598
0.000558659 0.000558659 0
0 0 0 0 0 0 0 0

0.959218 0.940223 0.922346 0.884916 0.779888 0.484358 0.348045 0.341899 0.322905
0.307263 0.286034 0.260894 0.236313 0.211173 0.180447 0.151955 0.127933 0.10838
0.0932961 0.0810056 0.0698324 0.0597765 0.050838 0.0424581 0.0340782 0.026257
0.0195531 0.0139665 0.0100559 0.00726257 0.00502793 0.00335196 0.00223464
0.00167598 0.000558659 0.000558659 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

0.959218 0.934637 0.897207 0.82905 0.502793 0.335196 0.31676 0.304469 0.285475
0.267039 0.248603 0.230168 0.211173 0.192737 0.167598 0.145251 0.122905 0.101676
0.0821229 0.0659218 0.0519553 0.0424581 0.0340782 0.0273743 0.0223464 0.0178771
0.0145251 0.0117318 0.00893855 0.00670391 0.00446927 0.00335196 0.00223464
0.00167598 0.00111732 0.000558659 0.000558659 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

0.959218 0.934078 0.902793 0.741341 0.388268 0.324581 0.306145 0.287709 0.26257
0.244134 0.22514 0.212849 0.187709 0.168715 0.14581 0.12514 0.107821 0.0910615
0.075419 0.0625698 0.0513966 0.0413408 0.0329609 0.026257 0.0212291 0.0173184
0.0139665 0.0111732 0.00837989 0.00614525 0.00446927 0.0027933 0.00223464

0.00167598 0.00111732 0.000558659 0.000558659 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

0.959218 0.934078 0.890503 0.687709 0.364804 0.327374 0.30838 0.289944 0.265363
0.246369 0.227933 0.208939 0.184358 0.159218 0.144134 0.124022 0.104469 0.0871508
0.0731844 0.0603352 0.049162 0.0396648 0.0312849 0.0251397 0.0201117 0.0167598
0.0139665 0.0111732 0.00837989 0.00614525 0.00446927 0.00335196 0.00223464
0.00167598 0.00111732 0.000558659 0.000558659 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

0.959218 0.934637 0.897765 0.700559 0.375419 0.338547 0.313408 0.294972 0.270391
0.251955 0.23352 0.215084 0.196089 0.171508 0.150838 0.129609 0.111173 0.0932961
0.0776536 0.0648045 0.0530726 0.0424581 0.0340782 0.0273743 0.0223464 0.0178771
0.0145251 0.0117318 0.00893855 0.00670391 0.00446927 0.00335196 0.0027933
0.00167598 0.00111732 0.000558659 0.000558659 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

0.959218 0.940782 0.903911 0.824022 0.486592 0.350838 0.331844 0.313408 0.294972
0.276536 0.264246 0.245251 0.227374 0.202235 0.173743 0.147486 0.122905 0.0994413
0.0804469 0.0659218 0.0541899 0.0446927 0.0368715 0.0301676 0.024581 0.0201117
0.0156425 0.0128492 0.0100559 0.00782123 0.00558659 0.00391061 0.0027933
0.00167598 0.00111732 0.000558659 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

0.959218 0.947486 0.922905 0.898324 0.787151 0.492737 0.363128 0.356983 0.344693
0.325698 0.301117 0.264246 0.23352 0.202235 0.177654 0.152514 0.132961 0.115084
0.0988827 0.0854749 0.073743 0.0631285 0.0536313 0.0441341 0.0357542 0.027933
0.0206704 0.0156425 0.0117318 0.00893855 0.00670391 0.00446927 0.00335196
0.00223464 0.00111732 0.000558659 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

0.959218 0.941899 0.934078 0.922346 0.903352 0.860894 0.750838 0.530726 0.403352
0.35419 0.317318 0.280447 0.255866 0.225698 0.201117 0.182682 0.164246 0.151397
0.136872 0.123464 0.110056 0.0944134 0.0782123 0.0631285 0.0497207 0.0396648
0.0307263 0.0240223 0.0178771 0.0128492 0.00893855 0.00558659 0.00391061
0.00223464 0.00111732 0.000558659 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

0.959218 0.953631 0.953631 0.947486 0.947486 0.946927 0.947486 0.92905 0.904469
0.855307 0.77486 0.678212 0.536313 0.393855 0.294972 0.238547 0.20838 0.183799
0.165363 0.143017 0.123464 0.103352 0.0837989 0.0681564 0.0553073 0.0446927
0.0368715 0.0301676 0.0234637 0.0173184 0.0122905 0.00837989 0.00502793 0.0027933
0.00167598 0.000558659 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

0.959218 0.959218 0.965922 0.965922 0.971508 0.983799 0.996089 0.996089 0.97486
0.934078 0.89162 0.848045 0.817318 0.78324 0.743575 0.707263 0.665363 0.615642
0.560335 0.511173 0.461453 0.4 0.313408 0.226816 0.149721 0.0882682 0.0709497
0.0592179 0.0530726 0.0458101 0.0346369 0.0217877 0.0117318 0.00614525 0.00335196
0.000558659 0
0 0

0.959218 0.965922 0.977654 0.983799 0.996648 1.01453 1.03296 1.05196 1.0581
1.03911 1.02067 1.00168 0.983799 0.959218 0.934637 0.903352 0.884916 0.860335
0.841341 0.81676 0.773743 0.736872 0.676536 0.577095 0.459218 0.341341 0.236313
0.180447 0.140782 0.127933 0.107263 0.077095 0.0402235 0.0145251 0.000558659
0.000558659 0
0 0

0.959218 0.975419 0.984358 0.996089 1.02737 1.0581 1.09274 1.13464 1.17542
1.21285 1.2581 1.31117 1.37039 1.43464 1.4743 1.4838 1.47207 1.44469 1.41397
1.39162 1.35475 1.29218 1.22235 1.1324 0.977654 0.780447 0.595531 0.453073
0.378771 0.304469 0.236313 0.167598 0.0882682 0.0178771 0.00558659 0.000558659 0
0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

0.959218 0.978212 0.996648 1.02123 1.05866 1.10168 1.16369 1.23184 1.31732 1.4352
1.57709 1.7419 1.93017 2.05307 2.23687 2.36201 2.48547 2.5486 2.5486 2.4838
2.36257 2.36201 2.36257 2.17654 1.93184 1.74134 1.55866 1.36089 1.1162 0.841899

```
0.575419 0.292179 0.0905028 0.0268156 0.00782123 0.00111732 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
```

```
0.959218 0.977654 0.996089 1.03911 1.08268 1.14469 1.23184 1.3419 1.50894 1.67821
1.91564 2.11285 2.29944 2.48324 2.60838 2.73184 2.79441 2.79385 2.85698 2.97821
2.97877 2.85754 2.60838 2.36201 2.30056 2.17598 1.93073 1.61453 1.27989 0.897207
0.478212 0.180447 0.075419 0.0312849 0.00726257 0.00111732 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
```

```
0.959218 0.985475 1.01564 1.05363 1.10894 1.18324 1.30056 1.44972 1.68994 1.87877
2.12737 2.37709 2.50056 2.62626 2.81453 2.81341 2.81453 2.87765 2.94078 2.94134
2.75084 2.50056 2.19162 2.06592 1.94469 1.75307 1.47542 1.20168 0.952514 0.71676
0.218994 0.125698 0.0692737 0.0268156 0.00614525 0.00111732 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
```

Π12) 400W.rad

```
# ies2rad -dm
# Dimensions in meters
#<IESNA:LM-63-1995
#<[LAMP] HIGH PRESSURE SODIUM
# CIE(x,y) = (0.519000,0.418000)
# Depreciation = 90.0%
# 400 watt luminaire, lamp*ballast factor = 1

void brightdata 400W_dist
5 boxcorr 400W.dat source.cal src_phi src_theta
0
4 56.5 0.625 0.545 0.19

400W_dist light 400W_light
0
0
3 1.76264 0.644225 0.0164348

400W_light polygon 400W.d
0
0
12
    -0.3125    -0.2725    -0.095
    -0.3125     0.2725    -0.095
     0.3125     0.2725    -0.095
     0.3125    -0.2725    -0.095

400W_light polygon 400W.u
0
0
12
    -0.3125    -0.2725     0.095
     0.3125    -0.2725     0.095
     0.3125     0.2725     0.095
    -0.3125     0.2725     0.095

400W_light polygon 400W.l
0
0
12
    -0.3125    -0.2725    -0.095
     0.3125    -0.2725    -0.095
     0.3125    -0.2725     0.095
    -0.3125    -0.2725     0.095
```

```

400W_light polygon 400W.2
0
0
12
      0.3125      -0.2725      -0.095
      0.3125       0.2725      -0.095
      0.3125       0.2725       0.095
      0.3125      -0.2725       0.095

```

```

400W_light polygon 400W.3
0
0
12
      0.3125       0.2725      -0.095
     -0.3125       0.2725      -0.095
     -0.3125       0.2725       0.095
      0.3125       0.2725       0.095

```

```

400W_light polygon 400W.4
0
0
12
     -0.3125       0.2725      -0.095
     -0.3125      -0.2725      -0.095
     -0.3125      -0.2725       0.095
     -0.3125       0.2725       0.095

```

Π13) 400W.dat

```

2
0 345 24
0 180 73

```

```

0.944693 0.944693 0.981006 1.01844 1.05531 1.12849 1.23464 1.37933 1.56034
1.73911 1.95698 2.1743 2.35587 2.57263 2.78939 2.89497 3.00447 3.11285 3.14972
3.06536 2.89553 2.67933 2.5 2.31844 2.06592 1.77542 1.4162 1.05475 0.767598
0.518436 0.0821229 0.0413408 0.0251397 0.0150838 0.00837989 0.00111732 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

```

```

0.944693 0.944693 0.981564 1.01788 1.05531 1.12793 1.2352 1.34302 1.52402 1.70559
1.8838 2.10335 2.28436 2.50056 2.75251 2.86201 2.9676 3.07765 3.11285 3.11229
2.96872 2.78994 2.6257 2.5 2.28492 2.02905 1.66816 1.3067 0.981006 0.656425
0.159777 0.0726257 0.0357542 0.0178771 0.00893855 0.00111732 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

```

```

0.944693 0.944693 0.981564 1.01844 1.05531 1.12849 1.2 1.27207 1.41732 1.52458
1.70726 1.88547 2.06872 2.25084 2.46592 2.68324 2.86425 2.97151 3.1162 3.15419
3.15363 3.04413 2.86592 2.64749 2.50168 2.28715 1.99553 1.59665 1.16201 0.740223
0.347486 0.130726 0.0513966 0.0212291 0.00726257 0.00111732 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

```

```

0.944693 0.944693 0.981564 0.987151 1.01844 1.09106 1.12849 1.19888 1.27207
1.34413 1.4514 1.56145 1.7067 1.88547 2.06872 2.21397 2.35251 2.43128 2.43073
2.39441 2.32179 2.25084 2.10447 1.95922 1.81341 1.63352 1.34413 1.05475 0.736872
0.502235 0.351397 0.199441 0.0759777 0.0217877 0.00558659 0.000558659 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

```

```

0.944693 0.944134 0.981006 0.981006 1.01788 1.05475 1.09162 1.12793 1.16257
1.16201 1.19888 1.2352 1.27207 1.27207 1.30726 1.3067 1.3067 1.2352 1.19944
1.19888 1.19944 1.16201 1.12793 1.01844 0.875978 0.70838 0.54581 0.40838 0.322905
0.246927 0.192179 0.137989 0.0569832 0.0145251 0.00391061 0.000558659 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

```


0.944693 0.945251 0.944693 0.981564 0.982123 1.01844 1.05587 1.05587 1.05642
 1.01899 0.982123 0.944693 0.911732 0.87933 0.850279 0.821229 0.796089 0.778212
 0.763128 0.745251 0.724022 0.673184 0.615084 0.550279 0.47095 0.36648 0.250838
 0.181564 0.137989 0.105587 0.0826816 0.0547486 0.024581 0.00726257 0.00167598
 0.000558659 0
 0 0

0.944693 0.945251 0.944693 0.944693 0.981564 0.981564 1.01844 1.01844 0.981564
 0.944693 0.889944 0.827933 0.778212 0.737989 0.702235 0.669832 0.63352 0.593855
 0.55419 0.506704 0.441899 0.370391 0.297765 0.22905 0.159777 0.101676 0.0709497
 0.0547486 0.0424581 0.0324022 0.0223464 0.0128492 0.00670391 0.0027933 0.00111732
 0

0.944693 0.944134 0.944134 0.944693 0.981564 0.982123 0.981006 0.944134 0.850279
 0.701117 0.539106 0.412291 0.326816 0.279888 0.25419 0.22905 0.206704 0.184916
 0.167039 0.145251 0.127374 0.108939 0.0865922 0.0670391 0.050838 0.0402235
 0.0324022 0.0256983 0.0195531 0.0139665 0.0100559 0.00614525 0.00335196
 0.00167598 0.00111732 0.000558659 0
 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

0.944693 0.944693 0.944693 0.944134 0.84581 0.643575 0.495531 0.448603 0.426816
 0.398883 0.36257 0.314525 0.268715 0.22905 0.196089 0.174302 0.156425 0.141899
 0.127374 0.112849 0.098324 0.0865922 0.072067 0.0575419 0.0430168 0.0324022
 0.024581 0.0189944 0.0145251 0.0100559 0.00670391 0.00446927 0.0027933 0.00167598
 0.00111732 0.000558659 0
 0 0 0 0 0 0 0 0

0.944693 0.944134 0.944134 0.776536 0.491061 0.407821 0.39162 0.380447 0.362011
 0.340782 0.311732 0.27933 0.246369 0.213966 0.177654 0.148603 0.123464 0.105587
 0.0905028 0.0776536 0.0670391 0.0581006 0.049162 0.0402235 0.0324022 0.0251397
 0.0189944 0.0145251 0.0111732 0.00782123 0.00558659 0.00391061 0.0027933
 0.00167598 0.00111732 0.000558659 0
 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

0.944693 0.944134 0.874302 0.546369 0.39162 0.36648 0.348045 0.326257 0.301117
 0.27933 0.258101 0.239665 0.217877 0.192737 0.167039 0.141899 0.120112 0.098324
 0.077095 0.0631285 0.050838 0.0413408 0.0346369 0.0290503 0.024581 0.0201117
 0.0167598 0.0134078 0.0106145 0.00782123 0.00558659 0.00391061 0.0027933
 0.00167598 0.00111732 0.000558659 0.000558659 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

0.944693 0.945251 0.801676 0.441341 0.36648 0.340782 0.315642 0.289944 0.261453
 0.239665 0.221788 0.199441 0.177654 0.156425 0.134637 0.116201 0.098324 0.0821229
 0.0692737 0.0581006 0.0486034 0.0402235 0.0335196 0.027933 0.0234637 0.0201117
 0.0167598 0.0134078 0.0106145 0.00726257 0.00502793 0.00335196 0.00223464
 0.00167598 0.00111732 0.000558659 0.000558659 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

0.944693 0.917877 0.703352 0.38324 0.347486 0.325698 0.300559 0.271508 0.253073
 0.235754 0.213966 0.192179 0.170391 0.148603 0.127374 0.108939 0.0893855 0.073743
 0.0614525 0.0513966 0.0424581 0.0351955 0.0284916 0.0234637 0.0195531 0.0162011
 0.0134078 0.0111732 0.00837989 0.00558659 0.00391061 0.0027933 0.00223464
 0.00167598 0.00111732 0.000558659 0.000558659 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

0.944693 0.918994 0.758659 0.411732 0.354749 0.332961 0.311173 0.286034 0.264804
 0.246369 0.224581 0.206704 0.184916 0.163128 0.141899 0.123464 0.105587 0.0871508
 0.0731844 0.0603352 0.0502793 0.0413408 0.0340782 0.0284916 0.0234637 0.0195531
 0.0162011 0.0128492 0.00949721 0.00670391 0.00502793 0.00335196 0.0027933
 0.00167598 0.00111732 0.000558659 0
 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

0.944693 0.944693 0.83743 0.505587 0.373184 0.351397 0.336872 0.315642 0.297207
 0.27933 0.264804 0.246369 0.22514 0.199441 0.174302 0.145251 0.120112 0.098324
 0.0782123 0.0636872 0.0519553 0.0435754 0.0363128 0.0301676 0.0251397 0.0212291
 0.0173184 0.0139665 0.0111732 0.00837989 0.00558659 0.00391061 0.0027933
 0.00167598 0.00111732 0.000558659 0
 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

0.944693 0.944134 0.898883 0.751397 0.459218 0.384358 0.376536 0.365922 0.355307
0.336872 0.30838 0.275419 0.243017 0.210615 0.177654 0.152514 0.130726 0.112849
0.0944134 0.0804469 0.0681564 0.0581006 0.049162 0.0413408 0.0335196 0.026257
0.0201117 0.0150838 0.0117318 0.00893855 0.00614525 0.00446927 0.00335196
0.00223464 0.00111732 0.000558659 0
0 0

0.944693 0.944134 0.944134 0.899441 0.794413 0.603352 0.46257 0.426816 0.40838
0.384358 0.348045 0.304469 0.268715 0.235754 0.210615 0.188827 0.167039 0.152514
0.134637 0.120112 0.105587 0.0893855 0.073743 0.0592179 0.0463687 0.0368715
0.0296089 0.0223464 0.0167598 0.0111732 0.00782123 0.00502793 0.00335196
0.00223464 0.00111732 0.000558659 0
0 0

0.944693 0.944693 0.945251 0.945251 0.945251 0.944693 0.944693 0.889944 0.803352
0.655307 0.503352 0.399441 0.326816 0.297765 0.272626 0.246927 0.221788 0.196089
0.17095 0.149162 0.127374 0.105587 0.0832402 0.0675978 0.0547486 0.0446927
0.0368715 0.0296089 0.0223464 0.0162011 0.0111732 0.00726257 0.00446927 0.0027933
0.00111732 0.000558659 0
0 0

0.944693 0.944134 0.944693 0.944134 0.948603 0.981564 1.01844 1.01788 0.981564
0.944693 0.900559 0.85419 0.817877 0.781564 0.745251 0.706145 0.655307 0.600559
0.546927 0.495531 0.427374 0.351955 0.279888 0.214525 0.152514 0.101676 0.077095
0.0675978 0.0603352 0.0519553 0.0357542 0.0184358 0.00837989 0.00391061
0.00167598 0.000558659 0
0 0

0.944693 0.944134 0.944134 0.944134 0.944693 0.944693 0.981564 0.982123 0.981564
0.944134 0.921788 0.893296 0.860335 0.831844 0.792179 0.748045 0.708939 0.675978
0.662011 0.643575 0.629609 0.600559 0.549721 0.488827 0.412849 0.334078 0.239665
0.188827 0.149162 0.134637 0.105587 0.0642458 0.0284916 0.0100559 0.00335196
0.000558659 0
0 0

0.944693 0.921788 0.918436 0.918436 0.944693 0.946369 0.982123 0.982682 1.01732
1.01844 1.05642 1.09106 1.13017 1.16369 1.20056 1.23631 1.23743 1.23631 1.23575
1.23687 1.27374 1.23631 1.16257 1.09162 0.945251 0.780447 0.615084 0.451955
0.360894 0.279888 0.217877 0.156425 0.0882682 0.0201117 0.00614525 0.00111732 0 0
0 0

0.944693 0.917318 0.911173 0.91676 0.944134 0.943575 0.980447 1.01732 1.09106
1.19777 1.30726 1.48883 1.63408 1.81341 1.95922 2.10391 2.25084 2.32179 2.39441
2.43073 2.43017 2.39441 2.32067 2.21285 2.06704 1.92235 1.70726 1.41732 1.12793
0.794413 0.502235 0.264804 0.0832402 0.0217877 0.00670391 0.00111732 0 0 0 0 0 0
0 0

0.944693 0.917318 0.913966 0.921229 0.94581 0.98324 1.01955 1.09218 1.23687
1.41844 1.63464 1.8162 1.99721 2.17877 2.39609 2.57821 2.75754 2.93855 3.11844
3.19218 3.26313 3.19162 3.04693 2.97486 2.86872 2.61341 2.28771 1.92458 1.41899
0.845251 0.377095 0.120112 0.0458101 0.0189944 0.00726257 0.000558659 0 0 0 0 0 0
0 0

0.944693 0.917318 0.913966 0.945251 0.94581 0.982682 1.05587 1.16313 1.38156
1.56313 1.77877 1.99609 2.17821 2.35866 2.54022 2.72123 2.93855 3.0838 3.15531
3.18994 3.08324 2.90112 2.75866 2.61229 2.35922 1.96089 1.56257 1.20056 0.849162
0.582123 0.123464 0.0581006 0.0284916 0.0139665 0.00670391 0.000558659 0 0 0 0 0
0 0

Π14) 150W.ies

```

IESNA:LM-63-1995
[LAMP] HIGH PRESSURE SODIUM
TILT=NONE
1 17500 17.5 73 24 1 2 0.71 0.38 0.19
1 1 150
0 2.5 5 7.5 10 12.5 15 17.5 20 22.5 25 27.5 30 32.5 35 37.5 40 42.5 45 47.5 50
52.5 55 57.5 60 62.5 65 67.5 70 72.5 75 77.5 80 82.5 85 87.5 90 92.5 95 97.5 100
102.5 105 107.5 110 112.5 115 117.5 120 122.5 125 127.5 130 132.5 135 137.5 140
142.5 145 147.5 150 152.5 155 157.5 160 162.5 165 167.5 170 172.5 175 177.5 180
0 15 30 45 60 75 90 105 120 135 150 165 180 195 210 225 240 255 270 285 300 315
330 345
170 176.4 180.6 184.8 188 188.9 191 193.2 193.2 195.2 193.2 195.2 197.3 201.6 214
232.4 259.5 275.3 280.4 282.5 282.5 253.2 249.1 253.1 245.1 226.6 163.9 60.2 29.4
13.3 7 3.8 2.3 1.2 0.3 0 0.1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0
170 176.4 180.5 184.7 188.8 188.9 188.9 193.8 193.1 193.1 193.1 193.1 195.2 201.5
209.8 226.6 246.8 261.4 273.4 274 276.2 263.6 246.9 248.9 246.9 226.6 180.4 69.6
34.7 15.8 7.4 3.9 2.4 1.3 0.3 0.1 0.1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
170 176.1 180.5 184.8 186.7 186.8 186.8 188.9 188.8 188.9 186.8 186.8 184.7 186.8
193.1 201.5 216.1 232.9 245.4 255.3 253 247 242.8 224.5 222.3 218.2 191 144.9
46.4 21.6 9.5 4.7 2.8 1.5 0.5 0.1 0.1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
170 176.3 180.4 182.6 184.7 186.8 184.7 182.6 182.6 180.5 178.4 176.3 176.3 174.2
172.1 172.1 172.1 172.1 170 170 163.9 159.6 155.4 153.3 151.3 147.1 142.9 130.4
98.9 36.8 12.6 6.3 3.1 1.4 0.5 0.1 0.1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
170 174.2 176.3 180.5 180.5 180.5 178.4 178.4 177.6 180.5 178.3 174.2 170 161.7
153.3 145 137.5 130.4 125.1 122 117.8 115.6 111.4 113.5 111.3 113.5 111.3 105.1
90.4 63.3 28.6 11.8 4.3 1.7 0.6 0.1 0.1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
170 172.1 175.6 174.2 176.3 176.3 174.2 174.2 174.2 174.2 172.1 167.2 160.4 153.3
142.9 135.2 126.1 119.7 113.4 109.3 102.9 96.7 92.5 84.2 77.8 73 65.3 52.9 41.8
30.7 19.5 13 6.9 2.3 0.6 0.1 0.1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
170 170 169.9 170 170.3 170 168 168 168 168 166.2 161.7 155.4 147 138.6 130.3
123.9 117.7 113.4 107.1 100.9 96.7 90.4 84.2 75.7 67.4 52.9 41.6 29.7 19.5 10.3
5.3 3.5 1.7 0.6 0.1 0.1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0
170 170 170.1 170.1 170.1 170.1 167.8 167.8 167.8 167.9 165.6 163.5 156.9 150.2
143.6 134.7 126.9 120.4 114.8 108.2 103.9 99.4 95 90.6 84 79.5 68.6 59.7 45.3
30.6 17.2 11.7 6.4 2.1 0.3 0.1 0.1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
170 170 170 172.2 172.2 172.2 172.2 172.2 172.2 172.2 172.2 171.6 167.8 161.8
156.8 152.3 144.9 137 132.5 130.2 128.2 125.8 123.6 123.7 123.6 123.6 121.4 114.7
99.4 81.7 43.1 18.3 6.2 1.7 0.3 0.1 0.1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
170 170 170 172.3 174.5 176.6 176.5 176.5 176.6 174.5 176.5 176.5 178.8 178.7
178.9 180.9 189.8 192 185.4 181 176.6 170 163.4 161.3 156.8 156.7 152.4 154.6
132.4 77.3 21.6 9.5 3.8 1.3 0.3 0.1 0.1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
170 168.9 170.1 174.5 176.5 176.5 179.9 181 183.3 185.4 187.6 188.7 191.1 200.9
218.5 227.4 232.9 245 264.1 272 272.9 264.2 255.5 233.8 227.3 225 222.9 192.1
99.4 31.2 13.3 5.5 2.5 1 0.3 0.1 0.1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
170 171.6 173.9 176.2 178.3 180.5 182.8 184.9 189.4 193.9 194.7 200.5 213.8 231.6
238.5 245 258.5 277.6 286.7 295.3 286.6 282.2 254.7 255.6 253.3 248.9 229.5 151.7
50.8 27.5 12.5 5.2 2.6 1 0.4 0.1 0.1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
170 172.2 175.1 180.5 186 186.8 184.8 184.8 182.7 182.7 183.9 185.7 191 211.1
224.5 238.6 259.5 274.1 284.6 288.7 290.2 286.6 263.7 263.7 261.5 251.2 230.9
182.7 80.2 41 21.6 11.3 6.3 3 1.5 0.5 0.1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
170 170 174.3 178.4 184.8 186.8 184.8 184.8 182.7 180.5 180.6 184.8 188.9 199.4
218.3 230.8 251.1 272 278.2 276.1 276.1 274.1 265.8 255.3 251.3 242.8 226.6 185.9

```

```

105.2 41.8 22.7 12 0.7 0.3 0.1 0.5 0.1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
170 170.1 174.3 176.4 182.7 186.8 186.8 182.7 182.7 178.4 176.3 176.4 178.4 182.7
186.8 199.5 209.9 226.6 245.1 249 245 242.9 242.8 236.4 226.7 220.3 207.7 186.8
140.8 51.9 24.9 12.8 7 3.3 1.6 0.6 0.1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
170 172.2 172.1 174.2 176.4 182.6 184.7 184.7 182.3 176.3 172.1 169.7 165.9 163.9
165.9 161.8 161.7 165.9 172.1 178.4 186.8 188.9 188.9 193.1 191 186.7 174.4 165.9
143 107.2 46.6 16 8 3.5 1.6 0.5 0.1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
170 170 170 172.1 174.2 174.2 176.3 178.3 176.4 176.3 170.9 165.9 161.7 157.6
151.3 144.9 140.8 134.6 130.4 128.2 126.1 126.2 130.4 130.4 132.5 132.5 132.5
126.1 113.5 94.6 67.5 31.6 13.5 4.6 1.6 0.5 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
170 170.1 170 170 170 172.1 170 170 168.1 165.9 163.9 159.7 153.3 149.2 142.9
138.7 132.5 126.1 119.8 111.4 102.9 94.6 88.4 82.1 75.8 69.5 61.1 49.5 41.2 34.1
25.5 19.7 13 5.9 1.5 0.3 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
170 170 170 170 171.7 172.1 172.1 170 168 165.9 161.7 159.6 153.3 147.1 140.8
136.5 130.4 123.9 117.7 109.2 100.9 94.5 86.2 77.8 69.4 56.8 42.5 32.2 24.3 17
12.4 9.3 6.1 2.9 0.9 0.2 0.1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
170 170.1 170.1 170.1 172.2 170.9 170.1 168.7 165.6 163.3 159 156.8 152.4 148.1
143.6 139.2 134.8 130.3 125.9 119.2 112.6 105.9 97.2 90.5 84 77.4 66.3 57.4 49.6
42.6 33 24.1 15.7 7.3 1.5 0.2 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
170 170 172.3 174.5 174.5 176.5 175 176.5 176.5 176.1 172.2 167.7 165.6 161.2
157.4 154.6 152.3 150.1 147.9 145.8 141.3 141.6 141.2 141.3 141.3 143.8 145.7
139.2 121.4 101.6 68.6 31.5 10.8 2.9 0.7 0.2 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
170 170 174.5 174.5 178.7 181 183.2 185.4 185.4 183.2 183.3 178.7 178.8 178.8
178.8 178.8 181 178.8 178.8 181 187.6 196.5 207.2 209.7 209.7 198.7 185.4 176.5
163.4 114.8 30.1 11.7 4.3 1.6 0.5 0.1 0.1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
170 170.1 174.5 176.5 181 183.3 187.7 189.8 189.8 187.7 192.1 196.5 201 205.3
211.8 216.3 216.2 225 232.8 246.5 255.4 262.1 257.8 233.9 228.5 229.5 233.9 211.8
148 37.1 13.9 5.2 2.7 1.3 0.5 0.1 0.1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
170 171.7 176.1 180.5 182.7 189.4 191.6 191.6 191.6 196 200.6 207.3 213.8 225.1
234 238.5 255.6 268.8 288.8 301.7 311 306.5 268.8 264.4 266.6 264.5 248.8 202.9
60.3 26.9 10.5 4.8 2.7 1.4 0.6 0.1 0.1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
    
```

Π15) 250W.ies

```

IESNA:LM-63-1995
[LAMP] HIGH PRESSURE SODIUM
TILT=NONE
1 33200 33.2 73 24 1 2 0.545 0.63 0.19
1 1 250
0 2.5 5 7.5 10 12.5 15 17.5 20 22.5 25 27.5 30 32.5 35 37.5 40 42.5 45 47.5 50
52.5 55 57.5 60 62.5 65 67.5 70 72.5 75 77.5 80 82.5 85 87.5 90 92.5 95 97.5 100
102.5 105 107.5 110 112.5 115 117.5 120 122.5 125 127.5 130 132.5 135 137.5 140
142.5 145 147.5 150 152.5 155 157.5 160 162.5 165 167.5 170 172.5 175 177.5 180
0 15 30 45 60 75 90 105 120 135 150 165 180 195 210 225 240 255 270 285 300 315
330 345
171.7 176.2 180.6 188.3 198.3 212.9 235.9 261.7 296 341.3 385.6 430.1 452.1 485.2
496.8 507.6 507.6 519.1 529.7 519.4 463.2 407.6 351.7 318.8 296.1 268.1 225 185
148.4 108.6 30.7 15.5 8.2 3.4 1.3 0.3 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
171.7 176.1 180.5 187.1 197 210.2 228.9 252 284.6 329.5 373.5 406.7 439.5 461.8
483.8 495 495 506 527.7 527.7 495 439.5 373.4 340.7 318.6 295.9 260.9 215.8 173.9
131 44 21.8 9.9 4.1 1.5 0.3 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
    
```

171.7 176.1 179.4 186 193.7 206.2 219.1 238.8 262 295.9 329.4 373.4 406.7 439.5
 461.7 473 483.7 494.9 506 527.6 527.6 494.9 439.4 395.2 362.3 333.8 295.8 254.3
 199.2 131 63.9 26.9 9.6 4.1 1.3 0.2 0
 0
 171.7 175.2 178.4 183.9 189.4 199.3 208.2 219.2 234.1 251.1 272.1 295.9 329.3
 355.2 395.3 417.7 439.6 439.5 429 406.7 395.3 395.4 384.7 351 307.1 255.5 203.7
 166.3 126.5 94.8 61.7 32.9 11.8 4.1 1 0.2 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
 0
 171.7 173.7 175.1 178.2 183.6 188 195.7 203.4 209.9 214.4 217.6 223 230.6 238.3
 244.8 243.8 239.4 235.1 231.7 228.5 223 212.1 199.9 181.5 150.8 113.9 79.9 63.4
 51.4 42.6 33.8 23.3 10.4 2.8 0.8 0.1 0
 0
 171.7 173 174 176.2 178.4 181.7 185 188.4 189.4 187.2 182.8 176.2 170.7 165.2
 158.5 153.8 149.7 146.4 142.4 138.7 134.3 127.7 116.9 100.4 80.5 58.3 39.5 28
 20.3 16.1 12.4 8.6 4.2 1.6 0.4 0.1 0
 0
 171.7 170.6 171.7 172.4 172.9 174.4 176.1 176.1 173.9 168.4 160.2 150.8 143.1
 135.3 129.8 123.1 117.3 110.2 102.5 94.1 84.9 70.5 55 39.5 25.4 15.2 11.8 9.3 7.6
 6.2 4.3 2.2 1.1 0.6 0.2 0
 0
 171.7 170.5 169.4 168.3 167.3 167.2 166.1 162.8 160.5 150.7 136.3 114.4 85.6 61.1
 46.7 40 36.7 33.4 30 26.7 23 19.4 15.8 12.4 9.6 7.6 5.8 4.4 3.3 2.4 1.7 1.1 0.6
 0.3 0.1 0
 0
 171.7 168.7 166.2 163.9 160.6 152.9 130.7 88.8 69 63.4 57.8 52.3 45.6 40 34.6
 31.2 28.9 26.2 23.9 21.8 19.5 16.8 14.1 11.2 8.6 6.3 4.7 3.6 2.6 1.8 1.2 0.8 0.5
 0.3 0.1 0.1 0
 0 0
 171.7 168.3 165.1 158.4 139.6 86.7 62.3 61.2 57.8 55 51.2 46.7 42.3 37.8 32.3
 27.2 22.9 19.4 16.7 14.5 12.5 10.7 9.1 7.6 6.1 4.7 3.5 2.5 1.8 1.3 0.9 0.6 0.4
 0.3 0.1 0.1 0
 0 0
 171.7 167.3 160.6 148.4 90 60 56.7 54.5 51.1 47.8 44.5 41.2 37.8 34.5 30 26 22
 18.2 14.7 11.8 9.3 7.6 6.1 4.9 4 3.2 2.6 2.1 1.6 1.2 0.8 0.6 0.4 0.3 0.2 0.1 0.1
 0
 171.7 167.2 161.6 132.7 69.5 58.1 54.8 51.5 47 43.7 40.3 38.1 33.6 30.2 26.1 22.4
 19.3 16.3 13.5 11.2 9.2 7.4 5.9 4.7 3.8 3.1 2.5 2 1.5 1.1 0.8 0.5 0.4 0.3 0.2 0.1
 0.1 0
 171.7 167.2 159.4 123.1 65.3 58.6 55.2 51.9 47.5 44.1 40.8 37.4 33 28.5 25.8 22.2
 18.7 15.6 13.1 10.8 8.8 7.1 5.6 4.5 3.6 3 2.5 2 1.5 1.1 0.8 0.6 0.4 0.3 0.2 0.1
 0.1 0
 171.7 167.3 160.7 125.4 67.2 60.6 56.1 52.8 48.4 45.1 41.8 38.5 35.1 30.7 27 23.2
 19.9 16.7 13.9 11.6 9.5 7.6 6.1 4.9 4 3.2 2.6 2.1 1.6 1.2 0.8 0.6 0.5 0.3 0.2 0.1
 0.1 0
 171.7 168.4 161.8 147.5 87.1 62.8 59.4 56.1 52.8 49.5 47.3 43.9 40.7 36.2 31.1
 26.4 22 17.8 14.4 11.8 9.7 8 6.6 5.4 4.4 3.6 2.8 2.3 1.8 1.4 1 0.7 0.5 0.3 0.2
 0.1 0
 171.7 169.6 165.2 160.8 140.9 88.2 65 63.9 61.7 58.3 53.9 47.3 41.8 36.2 31.8
 27.3 23.8 20.6 17.7 15.3 13.2 11.3 9.6 7.9 6.4 5 3.7 2.8 2.1 1.6 1.2 0.8 0.6 0.4
 0.2 0.1 0
 171.7 168.6 167.2 165.1 161.7 154.1 134.4 95 72.2 63.4 56.8 50.2 45.8 40.4 36
 32.7 29.4 27.1 24.5 22.1 19.7 16.9 14 11.3 8.9 7.1 5.5 4.3 3.2 2.3 1.6 1 0.7 0.4
 0.2 0.1 0
 171.7 170.7 170.7 169.6 169.6 169.5 169.6 166.3 161.9 153.1 138.7 121.4 96 70.5
 52.8 42.7 37.3 32.9 29.6 25.6 22.1 18.5 15 12.2 9.9 8 6.6 5.4 4.2 3.1 2.2 1.5 0.9
 0.5 0.3 0.1 0
 0 0
 171.7 171.7 172.9 172.9 173.9 176.1 178.3 178.3 174.5 167.2 159.6 151.8 146.3
 140.2 133.1 126.6 119.1 110.2 100.3 91.5 82.6 71.6 56.1 40.6 26.8 15.8 12.7 10.6
 9.5 8.2 6.2 3.9 2.1 1.1 0.6 0.1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
 0
 171.7 172.9 175 176.1 178.4 181.6 184.9 188.3 189.4 186 182.7 179.3 176.1 171.7
 167.3 161.7 158.4 154 150.6 146.2 138.5 131.9 121.1 103.3 82.2 61.1 42.3 32.3
 25.2 22.9 19.2 13.8 7.2 2.6 0.1 0.1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
 0
 171.7 174.6 176.2 178.3 183.9 189.4 195.6 203.1 210.4 217.1 225.2 234.7 245.3
 256.8 263.9 265.6 263.5 258.6 253.1 249.1 242.5 231.3 218.8 202.7 175 139.7 106.6

```

81.1 67.8 54.5 42.3 30 15.8 3.2 1 0.1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
171.7 175.1 178.4 182.8 189.5 197.2 208.3 220.5 235.8 256.9 282.3 311.8 345.5
367.5 400.4 422.8 444.9 456.2 456.2 444.6 422.9 422.8 422.9 389.6 345.8 311.7 279
243.6 199.8 150.7 103 52.3 16.2 4.8 1.4 0.2 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
171.7 175 178.3 186 193.8 204.9 220.5 240.2 270.1 300.4 342.9 378.2 411.6 444.5
466.9 489 500.2 500.1 511.4 533.1 533.2 511.5 466.9 422.8 411.8 389.5 345.6 289
229.1 160.6 85.6 32.3 13.5 5.6 1.3 0.2 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
171.7 176.4 181.8 188.6 198.5 211.8 232.8 259.5 302.5 336.3 380.8 425.5 447.6
470.1 503.8 503.6 503.8 515.1 526.4 526.5 492.4 447.6 392.3 369.8 348.1 313.8
264.1 215.1 170.5 128.3 39.2 22.5 12.4 4.8 1.1 0.2 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
    
```

Π16) 400W.ies

```

IESNA:LM-63-1995
[LAMP] HIGH PRESSURE SODIUM
TILT=NONE
1 56500 56.5
73 24
1 2
0.545 0.625 0.19
1 1 400
0 2.5 5 7.5 10 12.5 15 17.5 20 22.5 25 27.5 30 32.5 35 37.5 40 42.5 45 47.5 50
52.5 55 57.5 60 62.5 65 67.5 70 72.5 75 77.5 80 82.5 85 87.5 90 92.5 95 97.5 100
102.5 105 107.5 110 112.5 115 117.5 120 122.5 125 127.5 130 132.5 135 137.5 140
142.5 145 147.5 150 152.5 155 157.5 160 162.5 165 167.5 170 172.5 175 177.5 180
0 15 30 45 60 75 90 105 120 135 150 165 180 195 210 225 240 255 270 285 300 315
330 345
169.1 169.1 175.6 182.3 188.9 202 221 246.9 279.3 311.3 350.3 389.2 421.7 460.5
499.3 518.2 537.8 557.2 563.8 548.7 518.3 479.6 447.5 415 369.8 317.8 253.5 188.8
137.4 92.8 14.7 7.4 4.5 2.7 1.5 0.2 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
169.1 169.1 175.7 182.2 188.9 201.9 221.1 240.4 272.8 305.3 337.2 376.5 408.9
447.6 492.7 512.3 531.2 550.9 557.2 557.1 531.4 499.4 470 447.5 409 363.2 298.6
233.9 175.6 117.5 28.6 13 6.4 3.2 1.6 0.2 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
169.1 169.1 175.7 182.3 188.9 202 214.8 227.7 253.7 272.9 305.6 337.5 370.3 402.9
441.4 480.3 512.7 531.9 557.8 564.6 564.5 544.9 513 473.9 447.8 409.4 357.2 285.8
208 132.5 62.2 23.4 9.2 3.8 1.3 0.2 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
169.1 169.1 175.7 176.7 182.3 195.3 202 214.6 227.7 240.6 259.8 279.5 305.5 337.5
370.3 396.3 421.1 435.2 435.1 428.6 415.6 402.9 376.7 350.7 324.6 292.4 240.6
188.8 131.9 89.9 62.9 35.7 13.6 3.9 1 0.1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
169.1 169 175.6 175.6 182.2 188.8 195.4 201.9 208.1 208 214.6 221.1 227.7 227.7
234 233.9 233.9 221.1 214.7 214.6 214.7 208 201.9 182.3 156.8 126.8 97.7 73.1
57.8 44.2 34.4 24.7 10.2 2.6 0.7 0.1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
169.1 169.2 169.1 175.7 175.8 182.3 189 189 189.1 182.4 175.8 169.1 163.2 157.4
152.2 147 142.5 139.3 136.6 133.4 129.6 120.5 110.1 98.5 84.3 65.6 44.9 32.5 24.7
18.9 14.8 9.8 4.4 1.3 0.3 0.1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
169.1 169.2 169.1 169.1 175.7 175.7 182.3 182.3 175.7 169.1 159.3 148.2 139.3
132.1 125.7 119.9 113.4 106.3 99.2 90.7 79.1 66.3 53.3 41 28.6 18.2 12.7 9.8 7.6
5.8 4 2.3 1.2 0.5 0.2 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
169.1 169 169 169.1 175.7 175.8 175.6 169 152.2 125.5 96.5 73.8 58.5 50.1 45.5 41
37 33.1 29.9 26 22.8 19.5 15.5 12 9.1 7.2 5.8 4.6 3.5 2.5 1.8 1.1 0.6 0.3 0.2 0.1
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
169.1 169.1 169.1 169 151.4 115.2 88.7 80.3 76.4 71.4 64.9 56.3 48.1 41 35.1 31.2
28 25.4 22.8 20.2 17.6 15.5 12.9 10.3 7.7 5.8 4.4 3.4 2.6 1.8 1.2 0.8 0.5 0.3 0.2
0.1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
    
```

169.1 169 169 139 87.9 73 70.1 68.1 64.8 61 55.8 50 44.1 38.3 31.8 26.6 22.1 18.9
 16.2 13.9 12 10.4 8.8 7.2 5.8 4.5 3.4 2.6 2 1.4 1 0.7 0.5 0.3 0.2 0.1 0 0 0 0 0 0
 0
 169.1 169 156.5 97.8 70.1 65.6 62.3 58.4 53.9 50 46.2 42.9 39 34.5 29.9 25.4 21.5
 17.6 13.8 11.3 9.1 7.4 6.2 5.2 4.4 3.6 3 2.4 1.9 1.4 1 0.7 0.5 0.3 0.2 0.1 0.1 0
 0
 169.1 169.2 143.5 79 65.6 61 56.5 51.9 46.8 42.9 39.7 35.7 31.8 28 24.1 20.8 17.6
 14.7 12.4 10.4 8.7 7.2 6 5 4.2 3.6 3 2.4 1.9 1.3 0.9 0.6 0.4 0.3 0.2 0.1 0.1 0 0
 0
 169.1 164.3 125.9 68.6 62.2 58.3 53.8 48.6 45.3 42.2 38.3 34.4 30.5 26.6 22.8
 19.5 16 13.2 11 9.2 7.6 6.3 5.1 4.2 3.5 2.9 2.4 2 1.5 1 0.7 0.5 0.4 0.3 0.2 0.1
 0.1 0
 169.1 164.5 135.8 73.7 63.5 59.6 55.7 51.2 47.4 44.1 40.2 37 33.1 29.2 25.4 22.1
 18.9 15.6 13.1 10.8 9 7.4 6.1 5.1 4.2 3.5 2.9 2.3 1.7 1.2 0.9 0.6 0.5 0.3 0.2 0.1
 0
 169.1 169.1 149.9 90.5 66.8 62.9 60.3 56.5 53.2 50 47.4 44.1 40.3 35.7 31.2 26
 21.5 17.6 14 11.4 9.3 7.8 6.5 5.4 4.5 3.8 3.1 2.5 2 1.5 1 0.7 0.5 0.3 0.2 0.1 0 0
 0
 169.1 169 160.9 134.5 82.2 68.8 67.4 65.5 63.6 60.3 55.2 49.3 43.5 37.7 31.8 27.3
 23.4 20.2 16.9 14.4 12.2 10.4 8.8 7.4 6 4.7 3.6 2.7 2.1 1.6 1.1 0.8 0.6 0.4 0.2
 0.1 0
 169.1 169 169 161 142.2 108 82.8 76.4 73.1 68.8 62.3 54.5 48.1 42.2 37.7 33.8
 29.9 27.3 24.1 21.5 18.9 16 13.2 10.6 8.3 6.6 5.3 4 3 2 1.4 0.9 0.6 0.4 0.2 0.1 0
 0
 169.1 169.1 169.2 169.2 169.2 169.1 169.1 159.3 143.8 117.3 90.1 71.5 58.5 53.3
 48.8 44.2 39.7 35.1 30.6 26.7 22.8 18.9 14.9 12.1 9.8 8 6.6 5.3 4 2.9 2 1.3 0.8
 0.5 0.2 0.1 0
 0 0
 169.1 169 169.1 169 169.8 175.7 182.3 182.2 175.7 169.1 161.2 152.9 146.4 139.9
 133.4 126.4 117.3 107.5 97.9 88.7 76.5 63 50.1 38.4 27.3 18.2 13.8 12.1 10.8 9.3
 6.4 3.3 1.5 0.7 0.3 0.1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
 0 0 0 0 0 0 0
 169.1 169 169 169 169.1 169.1 175.7 175.8 175.7 169 165 159.9 154 148.9 141.8
 133.9 126.9 121 118.5 115.2 112.7 107.5 98.4 87.5 73.9 59.8 42.9 33.8 26.7 24.1
 18.9 11.5 5.1 1.8 0.6 0.1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
 0 0 0 0 0 0 0
 169.1 165 164.4 164.4 169.1 169.4 175.8 175.9 182.1 182.3 189.1 195.3 202.3 208.3
 214.9 221.3 221.5 221.3 221.2 221.4 228 221.3 208.1 195.4 169.2 139.7 110.1 80.9
 64.6 50.1 39 28 15.8 3.6 1.1 0.2 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
 169.1 164.2 163.1 164.1 169 168.9 175.5 182.1 195.3 214.4 234 266.5 292.5 324.6
 350.7 376.6 402.9 415.6 428.6 435.1 435 428.6 415.4 396.1 370 344.1 305.6 253.7
 201.9 142.2 89.9 47.4 14.9 3.9 1.2 0.2 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
 0
 169.1 164.2 163.6 164.9 169.3 176 182.5 195.5 221.4 253.9 292.6 325.1 357.5 390
 428.9 461.5 493.6 526 558.2 571.4 584.1 571.3 545.4 532.5 513.5 467.8 409.5 344.5
 254 151.3 67.5 21.5 8.2 3.4 1.3 0.1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
 0
 169.1 164.2 163.6 169.2 169.3 175.9 189 208.2 247.3 279.8 318.4 357.3 389.9 422.2
 454.7 487.1 526 552 564.8 571 551.9 519.3 493.8 467.6 422.3 351 279.7 214.9 152
 104.2 22.1 10.4 5.1 2.5 1.2 0.1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

Π17) lights_Night.rad

```
#stoixish
!xform -e -t 4 4 5.595 -a 13 -t 0 12 0 lumA.rad
```

Π18) lightsSt1.rad

```
#stoixish
!xform -e -t 4 4 5.595 -a 13 -t 0 12 0 lumA.rad
```

```
#1h 12ada
!xform -e -t 4.4 5.1 5.595 lumC.rad

#2h 12ada
!xform -e -t 4.4 17.1 5.595 lumC.rad

#3h 12ada
!xform -e -t 4.4 29.1 5.595 lumC.rad

#4h 12ada
!xform -e -t 4.4 41.1 5.595 lumC.rad

#5h 12ada
!xform -e -t 4.4 53.1 5.595 lumC.rad

#6h 12ada
!xform -e -t 4.4 65.1 5.595 lumC.rad

#7h 12ada
!xform -e -t 4.4 77.1 5.595 lumC.rad

#8h 12ada
!xform -e -t 4.4 89.1 5.595 lumC.rad

#9h 12ada
!xform -e -t 4.4 101.2 5.595 lumC.rad

#10h 12ada
!xform -e -t 4.4 113.2 5.595 lumC.rad

#11h 12ada
!xform -e -t 4.4 125.5 5.595 lumC.rad

#12h 12ada
!xform -e -t 4.4 137.5 5.595 lumC.rad

!xform -e -t 4.4 149.5 5.595 lumC.rad
```

Π19) lightsSt2.rad

```
#stoixish
!xform -e -t 4 4 5.595 -a 13 -t 0 12 0 lumA.rad

#1h 12ada
!xform -e -t 3.6 5.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 5.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 6.2 5.595 lumB.rad

#2h 12ada
!xform -e -t 3.6 17.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 17.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 18.2 5.595 lumB.rad

#3h 12ada
!xform -e -t 3.6 29.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 29.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 30.2 5.595 lumB.rad
```



```
#4h 12ada
!xform -e -t 3.6 41.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 41.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 42.2 5.595 lumB.rad

#5h 12ada
!xform -e -t 3.6 53.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 53.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 54.2 5.595 lumB.rad

#6h 12ada
!xform -e -t 3.6 65.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 65.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 66.2 5.595 lumB.rad

#7h 12ada
!xform -e -t 3.6 77.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 77.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 78.2 5.595 lumB.rad

#8h 12ada
!xform -e -t 3.6 89.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 89.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 90.2 5.595 lumB.rad

#9h 12ada
!xform -e -t 3.6 101.2 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 101.2 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 102.4 5.595 lumB.rad

#10h 12ada
!xform -e -t 3.6 113.2 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 113.2 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 114.4 5.595 lumB.rad

#11h 12ada
!xform -e -t 3.6 125.5 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 125.5 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 127 5.595 lumB.rad

#12h 12ada
!xform -e -t 3.6 137.5 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 137.5 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 139 5.595 lumB.rad

!xform -e -t 3.6 149.5 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 149.5 5.595 lumC.rad
```

Π20) lightsSt3.rad

```
#stoixish
!xform -e -t 4 4 5.595 -a 13 -t 0 12 0 lumA.rad

#1h 12ada
!xform -e -t 3.6 5.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 5.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 3.6 6.2 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 6.2 5.595 lumB.rad
```

```
!xform -e -t 4.4 7.3 5.595 lumB.rad

#2h 12ada
!xform -e -t 3.6 17.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 17.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 3.6 18.2 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 18.2 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 19.3 5.595 lumB.rad

#3h 12ada
!xform -e -t 3.6 29.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 29.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 3.6 30.2 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 30.2 5.595 lumB.rad!
xform -e -t 4.4 31.3 5.595 lumB.rad

#4h 12ada
!xform -e -t 3.6 41.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 41.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 3.6 42.2 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 42.2 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 43.3 5.595 lumB.rad

#5h 12ada
!xform -e -t 3.6 53.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 53.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 3.6 54.2 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 54.2 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 55.3 5.595 lumB.rad

#6h 12ada
!xform -e -t 3.6 65.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 65.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 3.6 66.2 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 66.2 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 67.3 5.595 lumB.rad

#7h 12ada
!xform -e -t 3.6 77.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 77.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 3.6 78.2 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 78.2 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 79.3 5.595 lumB.rad

#8h 12ada
!xform -e -t 3.6 89.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 89.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 3.6 90.2 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 90.2 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 91.3 5.595 lumB.rad

#9h 12ada
!xform -e -t 3.6 101.2 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 101.2 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 3.6 102.4 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 102.4 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 103.6 5.595 lumB.rad

#10h 12ada
!xform -e -t 3.6 113.2 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 113.2 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 3.6 114.4 5.595 lumB.rad
```

```
!xform -e -t 4.4 114.4 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 115.6 5.595 lumB.rad

#11h 12ada
!xform -e -t 3.6 125.5 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 125.5 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 3.6 127 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 127 5.595 lumB.rad

#12h 12ada
!xform -e -t 3.6 137.5 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 137.5 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 3.6 139 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 139 5.595 lumB.rad

!xform -e -t 3.6 149.5 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 149.5 5.595 lumC.rad
```

Π21) lightsSt4.rad

```
#stoixish
!xform -e -t 4 4 5.595 -a 13 -t 0 12 0 lumA.rad

#1h 12ada
!xform -e -t 3.6 5.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 5.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 3.6 6.2 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 6.2 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 7.3 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 7.3 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 8.4 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 8.4 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 9.5 5.595 lumB.rad

#2h 12ada
!xform -e -t 3.6 17.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 17.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 3.6 18.2 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 18.2 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 19.3 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 19.3 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 20.4 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 20.4 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 21.5 5.595 lumB.rad

#3h 12ada
!xform -e -t 3.6 29.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 29.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 3.6 30.2 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 30.2 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 31.3 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 31.3 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 32.4 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 32.4 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 33.5 5.595 lumB.rad

#4h 12ada
!xform -e -t 3.6 41.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 41.1 5.595 lumC.rad
```

```
!xform -e -t 3.6 42.2 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 42.2 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 43.3 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 43.3 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 44.4 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 44.4 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 45.5 5.595 lumB.rad
```

#5h 12ada

```
!xform -e -t 3.6 53.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 53.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 3.6 54.2 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 54.2 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 55.3 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 55.3 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 56.4 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 56.4 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 57.5 5.595 lumB.rad
```

#6h 12ada

```
!xform -e -t 3.6 65.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 65.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 3.6 66.2 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 66.2 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 67.3 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 67.3 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 68.4 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 68.4 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 69.5 5.595 lumB.rad
```

#7h 12ada

```
!xform -e -t 3.6 77.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 77.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 3.6 78.2 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 78.2 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 79.3 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 79.3 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 80.4 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 80.4 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 81.5 5.595 lumB.rad
```

#8h 12ada

```
!xform -e -t 3.6 89.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 89.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 3.6 90.2 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 90.2 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 91.3 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 91.3 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 92.4 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 92.4 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 93.5 5.595 lumB.rad
```

#9h 12ada

```
!xform -e -t 3.6 101.2 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 101.2 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 3.6 102.4 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 102.4 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 103.6 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 103.6 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 104.8 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 104.8 5.595 lumB.rad
```

```
#10h 12ada
!xform -e -t 3.6 113.2 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 113.2 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 3.6 114.4 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 114.4 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 115.6 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 115.6 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 116.8 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 116.8 5.595 lumB.rad
```

```
#11h 12ada
!xform -e -t 3.6 125.5 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 125.5 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 3.6 127 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 127 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 128.5 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 128.5 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 130 5.595 lumB.rad
```

```
#12h 12ada
!xform -e -t 3.6 137.5 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 137.5 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 3.6 139 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 139 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 140.5 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 140.5 5.595 lumB.rad
```

```
!xform -e -t 4.4 142 5.595 lumB.rad
```

```
!xform -e -t 3.6 149.5 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 149.5 5.595 lumC.rad
```

Π22) lightsSt5.rad

```
#stoixish
!xform -e -t 4 4 5.595 -a 13 -t 0 12 0 lumA.rad
```

```
#1h 12ada
!xform -e -t 3.6 5.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 5.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 3.6 6.2 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 6.2 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 7.3 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 7.3 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 8.4 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 8.4 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 9.5 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 9.5 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 10.6 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 10.6 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 11.7 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 11.7 5.595 lumB.rad
```

```
#2h 12ada
!xform -e -t 3.6 17.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 17.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 3.6 18.2 5.595 lumB.rad
```

```
!xform -e -t 4.4 18.2 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 19.3 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 19.3 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 20.4 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 20.4 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 21.5 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 21.5 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 22.6 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 22.6 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 23.7 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 23.7 5.595 lumB.rad
```

#3h 12ada

```
!xform -e -t 3.6 29.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 29.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 3.6 30.2 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 30.2 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 31.3 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 31.3 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 32.4 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 32.4 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 33.5 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 33.5 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 34.6 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 34.6 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 35.7 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 35.7 5.595 lumB.rad
```

#4h 12ada

```
!xform -e -t 3.6 41.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 41.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 3.6 42.2 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 42.2 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 43.3 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 43.3 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 44.4 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 44.4 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 45.5 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 45.5 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 46.6 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 46.6 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 47.7 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 47.7 5.595 lumB.rad
```

#5h 12ada

```
!xform -e -t 3.6 53.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 53.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 3.6 54.2 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 54.2 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 55.3 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 55.3 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 56.4 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 56.4 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 57.5 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 57.5 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 58.6 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 58.6 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 59.7 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 59.7 5.595 lumB.rad
```

#6h 12ada

```
!xform -e -t 3.6 65.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 65.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 3.6 66.2 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 66.2 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 67.3 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 67.3 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 68.4 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 68.4 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 69.5 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 69.5 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 70.6 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 70.6 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 71.7 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 71.7 5.595 lumB.rad

#7h 12ada
!xform -e -t 3.6 77.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 77.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 3.6 78.2 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 78.2 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 79.3 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 79.3 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 80.4 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 80.4 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 81.5 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 81.5 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 82.6 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 82.6 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 83.7 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 83.7 5.595 lumB.rad

#8h 12ada
!xform -e -t 3.6 89.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 89.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 3.6 90.2 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 90.2 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 91.3 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 91.3 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 92.4 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 92.4 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 93.5 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 93.5 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 94.6 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 94.6 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 95.7 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 95.7 5.595 lumB.rad

#9h 12ada
!xform -e -t 3.6 101.2 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 101.2 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 3.6 102.4 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 102.4 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 103.6 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 103.6 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 104.8 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 104.8 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 106 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 106 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 107.2 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 107.2 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 108.4 5.595 lumB.rad
```

```
!xform -e -t 4.4 108.4 5.595 lumB.rad
```

```
#10h 12ada
```

```
!xform -e -t 3.6 113.2 5.595 lumC.rad  
!xform -e -t 4.4 113.2 5.595 lumC.rad  
!xform -e -t 3.6 114.4 5.595 lumB.rad  
!xform -e -t 4.4 114.4 5.595 lumB.rad  
!xform -e -t 3.6 115.6 5.595 lumB.rad  
!xform -e -t 4.4 115.6 5.595 lumB.rad  
!xform -e -t 3.6 116.8 5.595 lumB.rad  
!xform -e -t 4.4 116.8 5.595 lumB.rad  
!xform -e -t 3.6 118 5.595 lumB.rad  
!xform -e -t 4.4 118 5.595 lumB.rad  
!xform -e -t 3.6 119.2 5.595 lumB.rad  
!xform -e -t 4.4 119.2 5.595 lumB.rad  
!xform -e -t 3.6 120.4 5.595 lumB.rad  
!xform -e -t 4.4 120.4 5.595 lumB.rad
```

```
#11h 12ada
```

```
!xform -e -t 3.6 125.5 5.595 lumC.rad  
!xform -e -t 4.4 125.5 5.595 lumC.rad  
!xform -e -t 3.6 127 5.595 lumB.rad  
!xform -e -t 4.4 127 5.595 lumB.rad  
!xform -e -t 3.6 128.5 5.595 lumB.rad  
!xform -e -t 4.4 128.5 5.595 lumB.rad  
!xform -e -t 3.6 130 5.595 lumB.rad  
!xform -e -t 4.4 130 5.595 lumB.rad  
!xform -e -t 3.6 131.5 5.595 lumB.rad  
!xform -e -t 4.4 131.5 5.595 lumB.rad  
!xform -e -t 3.6 133 5.595 lumB.rad  
!xform -e -t 4.4 133 5.595 lumB.rad
```

```
#12h 12ada
```

```
!xform -e -t 3.6 137.5 5.595 lumC.rad  
!xform -e -t 4.4 137.5 5.595 lumC.rad  
!xform -e -t 3.6 139 5.595 lumB.rad  
!xform -e -t 4.4 139 5.595 lumB.rad  
!xform -e -t 3.6 140.5 5.595 lumB.rad  
!xform -e -t 4.4 140.5 5.595 lumB.rad  
!xform -e -t 3.6 142 5.595 lumB.rad  
!xform -e -t 4.4 142 5.595 lumB.rad  
!xform -e -t 3.6 143.5 5.595 lumB.rad  
!xform -e -t 4.4 143.5 5.595 lumB.rad  
!xform -e -t 3.6 145 5.595 lumB.rad  
!xform -e -t 4.4 145 5.595 lumB.rad
```

```
!xform -e -t 3.6 149.5 5.595 lumC.rad  
!xform -e -t 4.4 149.5 5.595 lumC.rad
```

Π23) lightsSt6.rad

```
#stoixish
```

```
!xform -e -t 4 4 5.595 -a 13 -t 0 12 0 lumA.rad
```

```
#1h 12ada
```

```
!xform -e -t 3.6 5.1 5.595 lumC.rad  
!xform -e -t 4.4 5.1 5.595 lumC.rad  
!xform -e -t 3.6 6.2 5.595 lumB.rad
```



```
!xform -e -t 4.4 6.2 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 7.3 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 7.3 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 8.4 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 8.4 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 9.5 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 9.5 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 10.6 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 10.6 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 11.7 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 11.7 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 12.8 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 12.8 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 13.9 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 13.9 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 15 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 15 5.595 lumB.rad
```

#2h 12ada

```
!xform -e -t 3.6 17.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 17.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 3.6 18.2 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 18.2 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 19.3 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 19.3 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 20.4 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 20.4 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 21.5 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 21.5 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 22.6 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 22.6 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 23.7 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 23.7 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 24.8 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 24.8 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 25.9 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 25.9 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 27 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 27 5.595 lumB.rad
```

#3h 12ada

```
!xform -e -t 3.6 29.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 29.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 3.6 30.2 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 30.2 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 31.3 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 31.3 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 32.4 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 32.4 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 33.5 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 33.5 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 34.6 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 34.6 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 35.7 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 35.7 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 36.8 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 36.8 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 37.9 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 37.9 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 39 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 39 5.595 lumB.rad
```

```
#4h 12ada
!xform -e -t 3.6 41.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 41.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 3.6 42.2 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 42.2 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 43.3 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 43.3 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 44.4 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 44.4 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 45.5 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 45.5 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 46.6 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 46.6 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 47.7 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 47.7 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 48.8 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 48.8 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 49.9 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 49.9 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 51 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 51 5.595 lumB.rad
```

```
#5h 12ada
!xform -e -t 3.6 53.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 53.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 3.6 54.2 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 54.2 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 55.3 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 55.3 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 56.4 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 56.4 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 57.5 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 57.5 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 58.6 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 58.6 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 59.7 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 59.7 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 60.8 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 60.8 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 61.9 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 61.9 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 63 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 63 5.595 lumB.rad
```

```
#6h 12ada
!xform -e -t 3.6 65.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 65.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 3.6 66.2 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 66.2 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 67.3 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 67.3 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 68.4 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 68.4 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 69.5 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 69.5 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 70.6 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 70.6 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 71.7 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 71.7 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 72.8 5.595 lumB.rad
```

```
!xform -e -t 4.4 72.8 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 73.9 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 73.9 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 75 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 75 5.595 lumB.rad
```

```
#7h 12ada
```

```
!xform -e -t 3.6 77.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 77.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 3.6 78.2 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 78.2 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 79.3 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 79.3 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 80.4 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 80.4 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 81.5 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 81.5 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 82.6 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 82.6 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 83.7 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 83.7 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 84.8 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 84.8 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 85.9 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 85.9 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 87 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 87 5.595 lumB.rad
```

```
#8h 12ada
```

```
!xform -e -t 3.6 89.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 89.1 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 3.6 90.2 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 90.2 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 91.3 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 91.3 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 92.4 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 92.4 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 93.5 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 93.5 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 94.6 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 94.6 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 95.7 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 95.7 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 96.8 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 96.8 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 97.9 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 97.9 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 99 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 99 5.595 lumB.rad
```

```
#9h 12ada
```

```
!xform -e -t 3.6 101.2 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 101.2 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 3.6 102.4 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 102.4 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 103.6 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 103.6 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 104.8 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 104.8 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 106 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 106 5.595 lumB.rad
```

```
!xform -e -t 3.6 107.2 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 107.2 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 108.4 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 108.4 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 109.6 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 109.6 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 110.8 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 110.8 5.595 lumB.rad
```

#10h 12ada

```
!xform -e -t 3.6 113.2 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 113.2 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 3.6 114.4 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 114.4 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 115.6 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 115.6 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 116.8 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 116.8 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 118 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 118 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 119.2 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 119.2 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 120.4 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 120.4 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 121.6 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 121.6 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 122.8 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 122.8 5.595 lumB.rad
```

#11h 12ada

```
!xform -e -t 3.6 125.5 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 125.5 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 3.6 127 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 127 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 128.5 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 128.5 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 130 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 130 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 131.5 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 131.5 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 133 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 133 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 134.5 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 134.5 5.595 lumB.rad
```

#12h 12ada

```
!xform -e -t 3.6 137.5 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 137.5 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 3.6 139 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 139 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 140.5 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 140.5 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 142 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 142 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 143.5 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 143.5 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 145 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 145 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 3.6 146.5 5.595 lumB.rad
!xform -e -t 4.4 146.5 5.595 lumB.rad
```

```
!xform -e -t 3.6 149.5 5.595 lumC.rad
!xform -e -t 4.4 149.5 5.595 lumC.rad
```

Π24) r-Table_R1.data

2

0 0 29

0.00 14.04 26.57 36.87 45.00 51.34 56.31 60.26 63.43 68.20 71.57 74.05 75.96
77.47 78.69 79.70 80.54 81.25 81.87 82.41 82.87 83.29 83.66 83.99 84.29 84.56
84.81 85.03 85.24

0 0 20

0 2 5 10 15 20 25 30 35 40 45 60 75 90 105 120 135 150 165 180

655	655	655	655	655	655	655	655	655	655	655	655	655	655	655	655	655	655	655	655	655	655	655	655
	655	655	655	655	655	655	655	655	655	655	655	655	655	655	655	655	655	655	655	655	655	655	655
619	619	619	619	610	610	610	610	610	610	610	610	610	610	610	610	610	610	610	610	610	610	610	610
	610	601	601	601	601	601	601	601	601	601	601	601	601	601	601	601	601	601	601	601	601	601	601
539	539	539	539	539	539	539	521	521	521	521	521	521	521	521	521	521	521	521	521	521	521	521	503
	503	503	503	503	503	503	503	503	503	503	503	503	503	503	503	503	503	503	503	503	503	503	503
431	431	431	431	431	431	431	431	431	431	431	431	431	431	431	431	431	431	431	431	431	431	431	386
	371	371	371	371	371	371	386	395	395	395	395	395	395	395	395	395	395	395	395	395	395	395	395
341	341	341	341	341	323	323	305	296	287	287	287	287	287	287	287	287	287	287	287	287	287	287	269
	269	269	269	269	269	269	278	278	278	278	278	278	278	278	278	278	278	278	278	278	278	278	278
269	269	269	260	251	242	224	207	198	189	189	189	189	189	189	189	189	189	189	189	189	189	189	180
	180	180	180	180	189	198	207	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224
224	224	224	215	198	180	171	162	153	148	148	148	148	148	148	148	148	148	148	148	148	148	148	144
	139	139	139	144	148	153	162	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
182	189	189	171	153	139	130	121	117	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	103
	99	99	103	108	112	121	130	139	148	153	162	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
162	162	157	135	117	108	99	94	90	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	83
	84	84	86	90	94	99	103	111	111	111	111	111	111	111	111	111	111	111	111	111	111	111	111
121	121	117	95	79	66	60	57	54	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	50
	51	52	54	58	61	65	69	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
94	94	86	66	49	41	38	36	34	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	31
	31	33	35	38	40	43	47	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51
81	80	66	46	33	28	25	23	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	21
	22	22	24	27	29	31	34	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38
71	69	55	32	23	20	18	16	15	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	15	17	19	20	22	23	25	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
63	59	43	24	17	14	13	12	12	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
	12	13	14	14	16	17	19	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
57	52	36	19	14	12	10	9	9	8.8	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7	9
	10	11	13	14	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
51	47	31	15	11	9	8.1	7.8	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
47	42	25	12	8.5	7.2	6.5	6.3	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
43	38	22	10	6.7	5.8	5.2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40	34	18	8.1	5.6	4.8	4.4	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
37	31	15	6.9	4.7	4	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35	28	14	5.7	4	3.6	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33	25	12	4.8	3.6	3.1	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	23	10	4.1	3.2	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	22	9	3.7	2.8	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

29	20	8.2	3.2	2.4	2.2	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	18	7.3	3	2.2	1.9	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	16	6.6	2.7	1.9	1.7	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	15	6.1	2.4	1.7	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	14	5.6	2.2	1.6	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Π25) r-Table_R2.data

2

0 0 29
 0.00 14.04 26.57 36.87 45.00 51.34 56.31 60.26 63.43 68.20 71.57 74.05 75.96
 77.47 78.69 79.70 80.54 81.25 81.87 82.41 82.87 83.29 83.66 83.99 84.29 84.56
 84.81 85.03 85.24

0 0 20

0 2 5 10 15 20 25 30 35 40 45 60 75 90 105 120 135 150 165 180

390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390
	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390
411	411	411	411	411	411	411	411	411	411	411	379	368
	357	357	346	346	346	335	335	335	335	335	335	335
411	411	411	411	403	403	384	379	370	346	325	303	303
	281	281	271	271	271	260	260	260	260	260	260	260
379	379	379	368	357	346	325	303	281	260	238	216	216
	206	206	206	206	206	206	206	206	206	206	206	206
335	335	335	325	292	291	260	238	216	195	173	152	152
	152	152	152	152	141	141	141	141	141	141	141	141
303	303	292	271	238	206	184	152	130	119	108	100	100
	103	106	108	108	114	114	119	119	119	119	119	119
271	271	260	227	179	152	141	119	108	93	80	76	76
	76	80	84	87	89	91	93	95	95	95	95	95
249	238	227	195	152	124	106	91	78	67	61	52	52
	54	58	63	67	69	71	73	74	74	74	74	74
227	216	195	152	117	95	80	67	61	52	45	40	40
	41	45	49	52	54	56	57	58	58	58	58	58
195	190	146	110	74	58	48	40	35	30	27	24	24
	26	28	30	33	35	38	40	41	41	41	41	41
160	155	115	67	43	33	26	21	18	17	16	16	16
	17	17	18	21	22	24	26	27	27	27	27	27
146	131	87	41	25	18	15	13	12	11	11	11	11
	11	11	12	14	15	17	18	221	221	221	221	221
132	113	67	27	15	12	10	9.4	8.7	8.2	7.9	7.6	7.6
	7.9	8.7	9.6	11	12	13	15	17	17	17	17	17
118	95	50	20	12	8.9	7.4	6.6	6.3	6.1	5.7	5.6	5.6
	5.8	6.3	7.1	8.4	10	12	13	14	14	14	14	14
106	81	38	14	8.2	6.3	5.4	5	4.8	4.7	4.5	4.4	4.4
	4.8	5.2	6.2	7.4	8.5	9.5	10	11	11	11	11	11
96	69	29	11	6.3	5.1	4.4	4.1	3.9	3.8	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
87	58	22	8	5	3.9	3.5	3.4	3.2	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
78	50	17	6.1	3.8	3.1	2.8	2.7	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
71	43	14	4.9	3.1	2.5	2.3	2.2	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
67	38	12	4.1	2.6	2.1	1.9	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
63	33	10	3.4	2.2	1.8	1.7	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

58	28	8.7	2.9	1.9	1.6	1.5	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
55	25	7.4	2.5	1.7	1.4	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
52	23	6.5	2.2	1.5	1.3	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
49	21	5.6	1.9	1.4	1.2	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
47	18	5	1.7	1.3	1.2	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
44	16	4.4	1.6	1.2	1.1	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
42	14	4	1.5	1.1	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
41	13	3.6	1.4	1.1	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Π26) r-Table_R3.data

2

0 0 29

0.00 14.04 26.57 36.87 45.00 51.34 56.31 60.26 63.43 68.20 71.57 74.05 75.96
 77.47 78.69 79.70 80.54 81.25 81.87 82.41 82.87 83.29 83.66 83.99 84.29 84.56
 84.81 85.03 85.24

0 0 20

0 2 5 10 15 20 25 30 35 40 45 60 75 90 105 120 135 150 165 180

294	294	294	294	294	294	294	294	294	294	294	294	294
	294	294	294	294	294	294	294	294	294	294	294	294
326	326	321	321	317	312	308	308	303	298	294	280	
	271	262	258	253	249	244	240	240	240	240	240	
344	344	339	339	326	317	308	298	289	276	262	235	
	217	204	199	199	199	199	194	194	194	194	194	
357	353	353	339	321	303	285	267	244	222	204	176	
	158	149	149	149	145	136	136	140	140	140	140	
362	362	352	326	276	249	226	204	181	158	140	118	
	104	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
357	357	348	298	244	208	176	154	136	118	104	83	
	73	70	71	74	77	77	77	78	78	78	78	
353	348	326	267	217	176	145	117	100	86	78	72	
	60	57	58	60	60	60	61	62	62	62	62	
339	335	303	231	172	127	104	89	79	70	62	51	
	45	44	45	46	45	45	46	47	47	47	47	
326	321	280	190	136	100	82	71	62	54	48	39	
	34	34	34	35	36	36	37	38	38	38	38	
289	280	222	127	86	65	54	44	38	34	25	23	
	22	23	24	24	24	24	24	25	25	25	25	
253	235	163	85	53	38	31	25	23	20	18	15	
	15	14	15	15	16	16	17	17	17	17	17	
217	194	122	60	35	25	22	19	16	15	13	9.9	9
	9	9.9	11	11	12	12	13	13	13	13	13	
190	163	90	43	26	20	16	14	12	9.9	9	7.4	7
	7.1	7.5	8.3	8.7	9	9	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9	
163	136	73	31	20	15	12	9.9	9	8.3	7.7	5.4	
	4.8	4.9	5.4	6.1	7	7.7	8.3	8.5	8.5	8.5	8.5	
145	109	60	24	16	12	9	8.2	7.7	6.8	6.1	4.3	
	3.2	3.3	3.7	4.3	5.2	6.5	6.9	7.1	7.1	7.1	7.1	
127	94	47	18	14	9.9	7.7	6.9	6.1	5.7	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
113	77	36	15	11	9	8	6.5	5.1	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
104	68	30	11	8.3	6.4	5.1	4.3	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

95	60	24	8.5	6.5	5.2	4.3	3.4	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0					
87	53	21	7.1	5.3	4.4	3.6	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0					
83	47	17	6.1	4.4	3.6	3.1	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0					
78	42	15	5.2	3.7	3.1	2.6	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0					
73	38	12	4.3	3.2	2.4	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0					
69	34	9.9	3.8	3.5	2.2	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0					
65	32	9	3.3	2.4	2	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0					
62	29	8	3	2.1	1.9	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0					
59	26	7.1	2.6	1.9	1.8	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0					
56	24	6.3	2.4	1.8	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0					
53	22	5.6	2.1	1.8	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0					

Π27) r-Table_R4.data

2

0 0 29
 0.00 14.04 26.57 36.87 45.00 51.34 56.31 60.26 63.43 68.20 71.57 74.05 75.96
 77.47 78.69 79.70 80.54 81.25 81.87 82.41 82.87 83.29 83.66 83.99 84.29 84.56
 84.81 85.03 85.24

0 0 20
 0 2 5 10 15 20 25 30 35 40 45 60 75 90 105 120 135 150 165 180

264	264	264	264	264	264	264	264	264	264	264	264	264
	264	264	264	264	264	264	264	264	264			
297	317	317	317	317	310	304	290	284	277	271	244	
	231	224	224	218	218	211	211	211				
330	343	343	343	330	310	297	284	277	264	251	218	
	198	185	178	172	172	165	165	165				
376	383	370	350	330	304	277	251	231	211	198	165	
	139	132	132	125	125	125	119	119				
396	396	396	330	290	251	218	198	185	165	145	112	
	86	86	86	86	86	87	87	87				
403	409	370	310	251	211	178	152	132	115	103	77	
	66	65	65	63	65	66	67	68				
409	396	356	284	218	172	139	115	100	88	79	61	
	50	50	50	50	52	55	55	55				
409	396	343	251	178	139	108	88	75	66	59	44	
	37	37	37	38	40	41	42	45				
409	383	317	224	145	106	86	71	59	53	45	33	
	29	29	29	30	32	33	34	37				
396	356	264	152	100	73	55	45	37	32	28	21	
	20	20	20	21	22	24	25	26				
370	304	211	95	63	44	30	25	21	17	16	13	
	12	12	13	13	15	16	17	19				
343	271	165	63	40	26	19	15	13	12	11	9.8	
	9.1	8.8	8.8	9.4	11	12	13	15				
317	238	132	45	24	16	13	11	9.6	9	8.4	7.5	
	7.4	7.4	7.5	7.9	8.6	9.4	11	12				
297	211	106	33	17	11	9.2	7.9	7.3	6.6	6.3	6.1	
	6.1	6.2	6.5	6.7	7.1	7.7	8.7	9.6				

277	185	79	24	13	8.3	7	6.3	5.7	5.1	5	5		
	5.1	5.4	5.5	5.8	6.1	6.3	6.9	7.7					
257	161	59	19	9.9	7.1	5.7	5	4.6	4.2	0	0	0	
	0	0	0	0	0	0	0						
244	140	46	13	7.7	5.7	4.8	4.1	3.8	0	0	0	0	
	0	0	0	0	0	0	0						
231	122	37	11	5.9	4.6	3.7	3.2	0	0	0	0	0	
	0	0	0	0	0	0	0						
218	106	32	9	5	3.8	3.2	2.6	0	0	0	0	0	
	0	0	0	0	0	0	0						
205	94	26	7.5	4.4	3.3	2.8	0	0	0	0	0	0	
	0	0	0	0	0	0	0						
193	82	22	6.3	3.7	2.9	2.4	0	0	0	0	0	0	
	0	0	0	0	0	0	0						
184	74	19	5.3	3.2	2.5	2.1	0	0	0	0	0	0	
	0	0	0	0	0	0	0						
174	66	16	4.6	2.8	2.1	0	0	0	0	0	0	0	
	0	0	0	0	0	0	0						
169	59	13	4.1	2.5	2	0	0	0	0	0	0	0	
	0	0	0	0	0	0	0						
164	53	12	3.7	2.2	1.7	0	0	0	0	0	0	0	
	0	0	0	0	0	0	0						
158	49	11	3.3	2.1	1.7	0	0	0	0	0	0	0	
	0	0	0	0	0	0	0						
153	45	9.5	3	2	1.7	0	0	0	0	0	0	0	
	0	0	0	0	0	0	0						
149	41	8.4	2.6	1.7	0	0	0	0	0	0	0	0	
	0	0	0	0	0	0	0						
145	37	7.7	2.5	1.7	0	0	0	0	0	0	0	0	
	0	0	0	0	0	0	0						

Π28) r-Table_N1.data

2

0 0 29
 0.00 14.04 26.57 36.87 45.00 51.34 56.31 60.26 63.43 68.20 71.57 74.05 75.96
 77.47 78.69 79.70 80.54 81.25 81.87 82.41 82.87 83.29 83.66 83.99 84.29 84.56
 84.81 85.03 85.24

0 0 20
 0 2 5 10 15 20 25 30 35 40 45 60 75 90 105 120 135 150 165 180

768	768	768	768	768	768	768	768	768	768	768	768	768	
	768	768	768	768	768	768	768	768					
694	694	694	694	694	693	693	693	693	693	695	699		
	702	714	720	734	741	751	753	757					
557	557	557	555	554	550	546	544	544	543	543	542		
	547	564	577	600	615	633	640	646					
424	424	424	417	415	406	397	392	388	382	378	381		
	388	407	425	450	469	489	497	505					
323	322	321	310	302	289	278	271	266	261	257	259		
	266	284	303	328	346	366	375	381					
252	250	247	234	220	206	193	186	180	176	173	175		
	183	200	216	237	254	271	279	285					
202	198	193	177	160	147	135	128	124	121	119	122		
	129	142	157	175	189	204	212	216					
164	162	154	134	117	104	94	89	87	84	84	86		
	93	104	116	131	144	155	162	166					
138	136	126	104	88	76	69	65	63	61	61	63		
	69	78	88	101	111	121	127	131					
103	100	86	64	51	43	38	36	35	35	35	37		
	41	48	55	64	71	79	84	86					

80	75	61	41	31	26	24	22	21	21	21	23	
	26	31	36	42	48	55	58	60				
65	60	45	28	21	17	15	15	15	15	15	16	
	18	21	25	31	35	39	42	44				
55	48	34	20	14	12	11	10	10	10	10	12	
	13	16	16	23	26	30	32	34				
47	40	26	14	11	8	8	8	8	8	8	8	
	10	12	15	18	20	23	25	27				
40	34	20	11	8	6	6	5	5	5	6	6	8
	10	12	14	16	18	21	21					
35	28	15	8	6	5	5	5	5	5	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0					
31	25	13	7	5	4	4	4	4	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0					
28	21	11	5	4	3	3	3	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0					
25	19	9	5	3	3	3	3	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0					
23	17	8	4	3	3	3	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0					
21	15	7	4	3	2	2	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0					
19	14	6	3	2	2	2	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0					
18	13	5	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0					
17	12	5	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0					
16	11	4	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0					
15	10	4	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0					
15	9	4	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0					
14	9	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0					
14	8	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0					

Π29) r-Table_N2.data

2

0 0 29
 0.00 14.04 26.57 36.87 45.00 51.34 56.31 60.26 63.43 68.20 71.57 74.05 75.96
 77.47 78.69 79.70 80.54 81.25 81.87 82.41 82.87 83.29 83.66 83.99 84.29 84.56
 84.81 85.03 85.24

0 0 20
 0 2 5 10 15 20 25 30 35 40 45 60 75 90 105 120 135 150 165 180

474	474	474	474	474	474	474	474	474	474	474	474	474
	474	474	474	474	474	474	474	474				
472	471	471	470	470	468	466	464	463	459	456	450	
	443	439	435	434	434	435	436	436				
427	426	426	422	418	413	408	399	390	382	375	359	
	347	343	341	344	348	352	353	356				
374	372	370	361	349	336	321	309	297	285	275	255	
	245	244	245	253	256	262	265	268				
326	323	319	303	284	263	243	227	213	202	193	177	
	170	170	174	180	186	192	196	199				
284	281	275	251	224	198	176	161	149	139	132	121	
	117	119	123	129	135	141	145	147				

249	246	235	203	172	148	127	113	104	97	92	84	
	83	85	89	94	99	105	108	110				
219	216	201	162	129	106	91	81	73	68	64	60	
	59	62	65	70	74	79	82	84				
194	190	171	128	97	78	65	57	53	49	46	44	
	44	46	49	53	57	61	64	65				
157	150	124	82	57	44	37	32	30	28	27	26	
	26	28	30	33	37	40	42	43				
130	120	90	52	35	26	22	19	18	17	17	16	
	17	18	20	22	24	27	28	29				
110	98	65	34	22	16	14	13	12	11	11	11	
	11	12	14	16	18	19	21	21				
94	80	48	23	15	11	9	9	8	8	8	8	8
	9	10	12	13	15	16	16					
80	65	36	17	10	8	7	6	6	6	6	6	6
	7	8	9	10	11	12	13					
70	55	28	12	8	6	5	5	4	4	4	5	5
	5	6	7	8	9	10	10					
61	46	22	9	6	4	4	3	3	3	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0					
54	39	18	7	5	4	3	3	3	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0					
48	34	14	6	4	3	2	2	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0					
43	30	12	5	3	2	2	2	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0					
39	27	10	4	2	2	2	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0					
36	23	9	3	2	2	1	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0					
33	21	7	3	2	1	1	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0					
30	18	6	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0					
28	17	5	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0					
26	16	5	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0					
25	14	4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0					
23	13	4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0					
22	12	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0					
21	12	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0					

Π30) r-Table_N3.data

2

0 0 29
 0.00 14.04 26.57 36.87 45.00 51.34 56.31 60.26 63.43 68.20 71.57 74.05 75.96
 77.47 78.69 79.70 80.54 81.25 81.87 82.41 82.87 83.29 83.66 83.99 84.29 84.56
 84.81 85.03 85.24

0 0 20
 0 2 5 10 15 20 25 30 35 40 45 60 75 90 105 120 135 150 165 180

354	354	354	354	354	354	354	354	354	354	354	354	354
	354	354	354	354	354	354	354	354	354			
391	391	390	389	388	385	381	378	373	369	365	351	
	338	328	319	313	308	306	304	304				
406	404	403	397	390	379	366	355	343	330	318	291	
	268	256	247	242	240	240	240	240				

405	403	399	384	365	342	319	298	278	260	244	213	
	192	182	176	175	175	176	177	177				
396	392	384	357	322	287	254	228	207	189	175	147	
	133	126	124	123	125	127	129	130				
383	374	360	317	269	227	193	168	149	134	123	103	
	93	89	87	89	91	94	95	96				
360	351	328	270	215	172	141	119	105	94	86	72	
	66	63	63	64	67	69	71	72				
335	325	294	224	165	127	102	86	75	67	61	52	
	47	46	47	48	50	52	54	55				
312	298	259	182	126	94	75	63	56	50	45	38	
	35	35	35	37	38	40	42	43				
270	250	199	120	76	53	43	35	32	28	26	23	
	22	21	22	23	24	27	28	28				
233	206	148	78	46	31	26	21	19	18	17	15	
	14	14	15	16	17	18	19	20				
202	171	109	51	29	20	17	14	13	12	11	10	
	10	10	11	11	12	13	14	15				
177	142	82	35	20	13	11	10	9	9	8	7	7
	7	8	8	9	10	11	11					
155	118	61	24	14	10	8	7	7	6	6	5	5
	6	6	6	7	8	9	9					
137	100	47	18	10	7	6	6	5	5	5	4	4
	5	5	5	6	6	7	7					
121	84	37	13	8	6	5	4	4	4	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0					
108	72	29	11	6	5	4	4	4	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0					
97	62	24	9	5	4	4	3	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0					
89	55	20	7	4	3	3	2	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0					
81	49	17	6	4	3	3	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0					
74	43	15	5	3	2	2	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0					
68	38	12	4	3	2	2	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0					
63	34	11	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0					
58	31	9	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0					
54	28	8	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0					
51	26	7	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0					
48	24	6	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0					
45	22	6	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0					
43	21	5	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0					

Π31) r-Table_N4.data

2

0 0 29
 0.00 14.04 26.57 36.87 45.00 51.34 56.31 60.26 63.43 68.20 71.57 74.05 75.96
 77.47 78.69 79.70 80.54 81.25 81.87 82.41 82.87 83.29 83.66 83.99 84.29 84.56
 84.81 85.03 85.24

0 0 20
 0 2 5 10 15 20 25 30 35 40 45 60 75 90 105 120 135 150 165 180

282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282
	282	282	282	282	282	282	282	282				
332	332	331	328	328	324	319	315	311	303	295	280	
	262	253	247	241	237	231	230	228				
375	374	373	367	358	345	331	318	305	287	271	242	
	209	196	189	184	180	177	176	175				
412	411	406	388	361	337	314	284	256	235	218	182	
	253	142	138	135	132	130	130	130				
441	438	426	385	341	294	251	220	195	174	156	126	
	106	97	94	94	93	94	94	95				
459	453	430	365	299	243	198	168	146	128	115	91	
	76	71	68	69	69	70	71	72				
466	456	417	326	246	189	149	122	105	92	83	67	
	56	53	52	52	53	54	55	55				
464	449	392	284	199	146	114	92	79	69	63	50	
	42	40	39	40	41	42	43	44				
453	431	356	234	153	108	85	69	60	52	46	37	
	32	30	30	30	31	32	33	34				
425	387	283	152	93	64	50	41	36	31	28	23	
	20	19	19	19	20	21	23	23				
385	333	211	98	57	38	30	25	22	19	17	14	
	13	12	12	13	14	14	15	16				
349	286	158	66	37	25	20	17	15	13	12	10	9
	8	9	9	10	10	12	12					
316	245	117	47	27	18	14	12	11	10	9	7	6
	6	6	7	8	8	9	9					
286	207	88	33	20	14	11	9	8	7	7	6	6
	5	5	6	6	7	7	8					
260	175	69	24	15	10	8	7	6	6	5	5	5
	4	4	5	5	5	6	6					
237	147	54	19	12	8	6	6	5	5	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0					
217	162	43	15	9	6	5	5	4	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0					
198	108	35	12	7	5	5	4	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0					
184	95	28	9	6	5	4	2	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0					
169	85	23	8	5	4	3	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0					
158	75	20	7	4	3	3	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0					
148	68	17	6	4	3	3	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0					
138	61	14	5	3	2	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0					
131	55	12	4	3	2	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0					
126	50	11	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0					
118	46	10	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0					
110	42	8	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0					
103	39	8	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0					
98	36	7	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0					

Π32) r-Table for standard surface R1 (Qo=0.1, S1=0.25, S2=1,53)

tgγ/β	0	2	5	10	15	20	25	30	35	40	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	
0	655	655	655	655	655	655	655	655	655	655	655	655	655	655	655	655	655	655	655	655	655
0.25	619	619	619	619	610	610	610	610	610	610	610	610	610	610	601	601	601	601	601	601	601
0.5	539	539	539	539	539	539	521	521	521	521	521	503	503	503	503	503	503	503	503	503	503
0.75	431	431	431	431	431	431	431	431	431	431	395	386	371	371	371	371	371	371	386	395	395
1	341	341	341	341	323	323	305	296	287	287	278	269	269	269	269	269	269	278	278	278	278
1.25	269	269	269	260	251	242	224	207	198	189	189	180	180	180	180	180	189	198	207	224	224
1.5	224	224	224	215	198	180	171	162	153	148	144	144	139	139	139	144	148	153	162	180	180
1.75	182	189	189	171	153	139	130	121	117	112	108	103	99	99	103	108	112	121	130	139	139
2	162	162	157	135	117	108	99	94	90	85	85	83	84	84	86	90	94	99	103	111	111
2.5	121	121	117	95	79	66	60	57	54	52	51	50	51	52	54	58	61	65	69	75	75
3	94	94	86	66	49	41	38	36	34	33	32	31	31	33	35	38	40	43	47	51	51
3.5	81	80	66	46	33	28	25	23	22	22	21	21	22	22	24	27	29	31	34	38	38
4	71	69	55	32	23	20	18	16	15	14	14	14	15	17	19	20	22	23	25	27	27
4.5	63	59	43	24	17	14	13	12	12	11	11	11	12	13	14	14	16	17	19	21	21
5	57	52	36	19	14	12	10	9	9	8.8	8.7	8.7	9	10	11	13	14	15	16	16	16
5.5	51	47	31	15	11	9	8.1	7.8	7.7	7.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	47	42	25	12	8.5	7.2	6.5	6.3	6.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.5	43	38	22	10	6.7	5.8	5.2	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	40	34	18	8.1	5.6	4.8	4.4	4.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7.5	37	31	15	6.9	4.7	4	3.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	35	28	14	5.7	4	3.6	3.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8.5	33	25	12	4.8	3.6	3.1	2.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	31	23	10	4.1	3.2	2.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9.5	30	22	9	3.7	2.8	2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	29	20	8.2	3.2	2.4	2.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10.5	28	18	7.3	3	2.2	1.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	27	16	6.6	2.7	1.9	1.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11.5	26	15	6.1	2.4	1.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	25	14	5.6	2.2	1.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Π33) r-Table for standard surface R2 (Qo=0.07, S1=0.58, S2=1,80)

tgγ/β	0	2	5	10	15	20	25	30	35	40	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	
0	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390
0.25	411	411	411	411	411	411	411	411	411	411	379	368	357	357	346	346	346	346	335	335	335
0.5	411	411	411	411	403	403	384	379	370	346	325	303	281	281	271	271	271	260	260	260	260
0.75	379	379	379	368	357	346	325	303	281	260	238	216	206	206	206	206	206	206	206	206	206
1	335	335	335	325	292	291	260	238	216	195	173	152	152	152	152	152	141	141	141	141	141
1.25	303	303	292	271	238	206	184	152	130	119	108	100	103	106	108	108	114	114	119	119	119
1.5	271	271	260	227	179	152	141	119	108	93	80	76	76	80	84	87	89	91	93	95	95
1.75	249	238	227	195	152	124	106	91	78	67	61	52	54	58	63	67	69	71	73	74	74
2	227	216	195	152	117	95	80	67	61	52	45	40	41	45	49	52	54	56	57	58	58
2.5	195	190	146	110	74	58	48	40	35	30	27	24	26	28	30	33	35	38	40	41	41
3	160	155	115	67	43	33	26	21	18	17	16	16	17	17	18	21	22	24	26	27	27
3.5	146	131	87	41	25	18	15	13	12	11	11	11	11	11	12	14	15	17	18	221	221
4	132	113	67	27	15	12	10	9.4	8.7	8.2	7.9	7.6	7.9	8.7	9.6	11	12	13	15	17	17
4.5	118	95	50	20	12	8.9	7.4	6.6	6.3	6.1	5.7	5.6	5.8	6.3	7.1	8.4	10	12	13	14	14
5	106	81	38	14	8.2	6.3	5.4	5	4.8	4.7	4.5	4.4	4.8	5.2	6.2	7.4	8.5	9.5	10	11	11
5.5	96	69	29	11	6.3	5.1	4.4	4.1	3.9	3.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	87	58	22	8	5	3.9	3.5	3.4	3.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.5	78	50	17	6.1	3.8	3.1	2.8	2.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	71	43	14	4.9	3.1	2.5	2.3	2.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7.5	67	38	12	4.1	2.6	2.1	1.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	63	33	10	3.4	2.2	1.8	1.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8.5	58	28	8.7	2.9	1.9	1.6	1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	55	25	7.4	2.5	1.7	1.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9.5	52	23	6.5	2.2	1.5	1.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	49	21	5.6	1.9	1.4	1.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10.5	47	18	5	1.7	1.3	1.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	44	16	4.4	1.6	1.2	1.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11.5	42	14	4	1.5	1.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	41	13	3.6	1.4	1.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Π34) r-Table for standard surface R3 (Qo=0.07, S1=1.11, S2=2,38)

tgγ/β	0	2	5	10	15	20	25	30	35	40	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	
0	294	294	294	294	294	294	294	294	294	294	294	294	294	294	294	294	294	294	294	294	294
0.25	326	326	321	321	317	312	308	308	303	298	294	280	271	262	258	253	249	244	240	240	240
0.5	344	344	339	339	326	317	308	298	289	276	262	235	217	204	199	199	199	199	194	194	194
0.75	357	353	353	339	321	303	285	267	244	222	204	176	158	149	149	149	145	136	136	140	140
1	362	362	352	326	276	249	226	204	181	158	140	118	104	100	100	100	100	100	100	100	100
1.25	357	357	348	298	244	208	176	154	136	118	104	83	73	70	71	74	77	77	77	78	78
1.5	353	348	326	267	217	176	145	117	100	86	78	72	60	57	58	60	60	60	61	62	62
1.75	339	335	303	231	172	127	104	89	79	70	62	51	45	44	45	46	45	45	46	47	47
2	326	321	280	190	136	100	82	71	62	54	48	39	34	34	34	35	36	36	37	38	38
2.5	289	280	222	127	86	65	54	44	38	34	25	23	22	23	24	24	24	24	24	25	25
3	253	235	163	85	53	38	31	25	23	20	18	15	15	14	15	15	16	16	17	17	17
3.5	217	194	122	60	35	25	22	19	16	15	13	9.9	9	9	9.9	11	11	12	12	13	13
4	190	163	90	43	26	20	16	14	12	9.9	9	7.4	7	7.1	7.5	8.3	8.7	9	9	9.9	9.9
4.5	163	136	73	31	20	15	12	9.9	9	8.3	7.7	5.4	4.8	4.9	5.4	6.1	7	7.7	8.3	8.5	8.5
5	145	109	60	24	16	12	9	8.2	7.7	6.8	6.1	4.3	3.2	3.3	3.7	4.3	5.2	6.5	6.9	7.1	7.1
5.5	127	94	47	18	14	9.9	7.7	6.9	6.1	5.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	113	77	36	15	11	9	8	6.5	5.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.5	104	68	30	11	8.3	6.4	5.1	4.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	95	60	24	8.5	6.5	5.2	4.3	3.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7.5	87	53	21	7.1	5.3	4.4	3.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	83	47	17	6.1	4.4	3.6	3.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8.5	78	42	15	5.2	3.7	3.1	2.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	73	38	12	4.3	3.2	2.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9.5	69	34	9.9	3.8	3.5	2.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	65	32	9	3.3	2.4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10.5	62	29	8	3	2.1	1.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	59	26	7.1	2.6	1.9	1.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11.5	56	24	6.3	2.4	1.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	53	22	5.6	2.1	1.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Π35) r-Table for standard surface R4 (Qo=0.08, S1=1.55, S2=3,03)

tgγ/β	0	2	5	10	15	20	25	30	35	40	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	
0	264	264	264	264	264	264	264	264	264	264	264	264	264	264	264	264	264	264	264	264	264
0.25	297	317	317	317	317	310	304	290	284	277	271	244	231	224	224	218	218	211	211	211	211
0.5	330	343	343	330	330	310	297	284	277	264	251	218	198	185	178	172	172	165	165	165	165
0.75	376	383	370	350	330	304	277	251	231	211	198	165	139	132	132	125	125	125	119	119	119
1	396	396	396	330	290	251	218	198	185	165	145	112	86	86	86	86	86	87	87	87	87
1.25	403	409	370	310	251	211	178	152	132	115	103	77	66	65	65	63	65	66	67	68	68
1.5	409	396	356	284	218	172	139	115	100	88	79	61	50	50	50	50	52	55	55	55	55
1.75	409	396	343	251	178	139	108	88	75	66	59	44	37	37	37	38	40	41	42	45	45
2	409	383	317	224	145	106	86	71	59	53	45	33	29	29	29	30	32	33	34	37	37
2.5	396	356	264	152	100	73	55	45	37	32	28	21	20	20	20	21	22	24	25	26	26
3	370	304	211	95	63	44	30	25	21	17	16	13	12	12	13	13	15	16	17	19	19
3.5	343	271	165	63	40	26	19	15	13	12	11	9.8	9.1	8.8	8.8	9.4	11	12	13	15	15
4	317	238	132	45	24	16	13	11	9.6	9	8.4	7.5	7.4	7.4	7.5	7.9	8.6	9.4	11	12	12
4.5	297	211	106	33	17	11	9.2	7.9	7.3	6.6	6.3	6.1	6.1	6.2	6.5	6.7	7.1	7.7	8.7	9.6	9.6
5	277	185	79	24	13	8.3	7	6.3	5.7	5.1	5	5	5.1	5.4	5.5	5.8	6.1	6.3	6.9	7.7	7.7
5.5	257	161	59	19	9.9	7.1	5.7	5	4.6	4.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	244	140	46	13	7.7	5.7	4.8	4.1	3.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.5	231	122	37	11	5.9	4.6	3.7	3.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	218	106	32	9	5	3.8	3.2	2.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7.5	205	94	26	7.5	4.4	3.3	2.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	193	82	22	6.3	3.7	2.9	2.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8.5	184	74	19	5.3	3.2	2.5	2.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	174	66	16	4.6	2.8	2.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9.5	169	59	13	4.1	2.5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	164	53	12	3.7	2.2	1.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10.5	158	49	11	3.3	2.1	1.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	153	45	9.5	3	2	1.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11.5	149	41	8.4	2.6	1.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	145	37	7.7	2.5	1.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Π36) r-Table for standard surface N1 (Qo=0.1, S1=0.18, S2=1,30)

t_{gr}/β	0	2	5	10	15	20	25	30	35	40	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	
0	768	768	768	768	768	768	768	768	768	768	768	768	768	768	768	768	768	768	768	768	768
0.25	694	694	694	694	693	693	693	693	693	693	695	699	702	714	720	734	741	751	753	757	757
0.5	557	557	557	555	554	550	546	544	544	543	543	542	547	564	577	600	615	633	640	646	646
0.75	424	424	424	417	415	406	397	392	388	382	378	381	388	407	425	450	469	489	497	505	505
1	323	322	321	310	302	289	278	271	266	261	257	259	266	284	303	328	346	366	375	381	381
1.25	252	250	247	234	220	206	193	186	180	176	173	175	183	200	216	237	254	271	279	285	285
1.5	202	198	193	177	160	147	135	128	124	121	119	122	129	142	157	175	189	204	212	216	216
1.75	164	162	154	134	117	104	94	89	87	84	84	86	93	104	116	131	144	155	162	166	166
2	138	136	126	104	88	76	69	65	63	61	61	63	69	78	88	101	111	121	127	131	131
2.5	103	100	86	64	51	43	38	36	35	35	35	37	41	48	55	64	71	79	84	86	86
3	80	75	61	41	31	26	24	22	21	21	21	23	26	31	36	42	48	55	58	60	60
3.5	65	60	45	28	21	17	15	15	15	15	15	16	18	21	25	31	35	39	42	44	44
4	55	48	34	20	14	12	11	10	10	10	10	12	13	16	16	23	26	30	32	34	34
4.5	47	40	26	14	11	8	8	8	8	8	8	8	10	12	15	18	20	23	25	27	27
5	40	34	20	11	8	6	6	5	5	5	6	6	8	10	12	14	16	18	21	21	21
5.5	35	28	15	8	6	5	5	5	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	31	25	13	7	5	4	4	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.5	28	21	11	5	4	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	25	19	9	5	3	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7.5	23	17	8	4	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	21	15	7	4	3	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8.5	19	14	6	3	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	18	13	5	3	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9.5	17	12	5	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	16	11	4	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10.5	15	10	4	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	15	9	4	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11.5	14	9	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	14	8	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Π37) r-Table for standard surface N2 (Qo=0.07, S1=0.41, S2=1,48)

t_{gr}/β	0	2	5	10	15	20	25	30	35	40	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	
0	474	474	474	474	474	474	474	474	474	474	474	474	474	474	474	474	474	474	474	474	474
0.25	472	471	471	470	470	468	466	464	463	459	456	450	443	439	435	434	434	435	436	436	436
0.5	427	426	426	422	418	413	408	399	390	382	375	359	347	343	341	344	348	352	353	356	356
0.75	374	372	370	361	349	336	321	309	297	285	275	255	245	244	245	253	256	262	265	268	268
1	326	323	319	303	284	263	243	227	213	202	193	177	170	170	174	180	186	192	196	199	199
1.25	284	281	275	251	224	198	176	161	149	139	132	121	117	119	123	129	135	141	145	147	147
1.5	249	246	235	203	172	148	127	113	104	97	92	84	83	85	89	94	99	105	108	110	110
1.75	219	216	201	162	129	106	91	81	73	68	64	60	59	62	65	70	74	79	82	84	84
2	194	190	171	128	97	78	65	57	53	49	46	44	44	46	49	53	57	61	64	65	65
2.5	157	150	124	82	57	44	37	32	30	28	27	26	26	28	30	33	37	40	42	43	43
3	130	120	90	52	35	26	22	19	18	17	17	16	17	18	20	22	24	27	28	29	29
3.5	110	98	65	34	22	16	14	13	12	11	11	11	11	12	14	16	18	19	21	21	21
4	94	80	48	23	15	11	9	9	8	8	8	8	8	9	10	12	13	15	16	16	16
4.5	80	65	36	17	10	8	7	6	6	6	6	6	6	7	8	9	10	11	12	13	13
5	70	55	28	12	8	6	5	5	4	4	4	5	5	5	6	7	8	9	10	10	10
5.5	61	46	22	9	6	4	4	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	54	39	18	7	5	4	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.5	48	34	14	6	4	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	43	30	12	5	3	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7.5	39	27	10	4	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	36	23	9	3	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8.5	33	21	7	3	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	30	18	6	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9.5	28	17	5	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	26	16	5	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10.5	25	14	4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	23	13	4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11.5	22	12	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	21	12	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Π138) r-Table for standard surface N3 (Qo=0.07, S1=0.88, S2=1,98)

tgγ/β'	0	2	5	10	15	20	25	30	35	40	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	
0	354	354	354	354	354	354	354	354	354	354	354	354	354	354	354	354	354	354	354	354	354
0.25	391	391	390	389	388	385	381	378	373	369	365	351	338	328	319	313	308	306	304	304	304
0.5	406	404	403	397	390	379	366	355	343	330	318	291	268	256	247	242	240	240	240	240	240
0.75	405	403	399	384	365	342	319	298	278	260	244	213	192	182	176	175	175	176	177	177	177
1	396	392	384	357	322	287	254	228	207	189	175	147	133	126	124	123	125	127	129	130	130
1.25	383	374	360	317	269	227	193	168	149	134	123	103	93	89	87	89	91	94	95	96	96
1.5	360	351	328	270	215	172	141	119	105	94	86	72	66	63	63	64	67	69	71	72	72
1.75	335	325	294	224	165	127	102	86	75	67	61	52	47	46	47	48	50	52	54	55	55
2	312	298	259	182	126	94	75	63	56	50	45	38	35	35	35	37	38	40	42	43	43
2.5	270	250	199	120	76	53	43	35	32	28	26	23	22	21	22	23	24	27	28	28	28
3	233	206	148	78	46	31	26	21	19	18	17	15	14	14	15	16	17	18	19	20	20
3.5	202	171	109	51	29	20	17	14	13	12	11	10	10	10	11	11	12	13	14	15	15
4	177	142	82	35	20	13	11	10	9	9	8	7	7	7	8	8	9	10	11	11	11
4.5	155	118	61	24	14	10	8	7	7	6	6	5	5	6	6	6	7	8	9	9	9
5	137	100	47	18	10	7	6	6	5	5	5	4	4	5	5	5	6	6	7	7	7
5.5	121	84	37	13	8	6	5	4	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	108	72	29	11	6	5	4	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.5	97	62	24	9	5	4	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	89	55	20	7	4	3	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7.5	81	49	17	6	4	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	74	43	15	5	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8.5	68	38	12	4	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	63	34	11	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9.5	58	31	9	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	54	28	8	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10.5	51	26	7	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	48	24	6	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11.5	45	22	6	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	43	21	5	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Π(39) r-Table for standard surface N4 (Qo=0.08, S1=1.61, S2=2,84)

tgγ/β	0	2	5	10	15	20	25	30	35	40	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	
0	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282
0.25	332	332	331	328	328	324	319	315	311	303	295	280	262	253	247	241	237	231	230	228	228
0.5	375	374	373	367	358	345	331	318	305	287	271	242	209	196	189	184	180	177	176	175	175
0.75	412	411	406	388	361	337	314	284	256	235	218	182	253	142	138	135	132	130	130	130	130
1	441	438	426	385	341	294	251	220	195	174	156	126	106	97	94	94	93	94	94	94	95
1.25	459	453	430	365	299	243	198	168	146	128	115	91	76	71	68	69	69	70	71	71	72
1.5	466	456	417	326	246	189	149	122	105	92	83	67	56	53	52	52	53	54	55	55	55
1.75	464	449	392	284	199	146	114	92	79	69	63	50	42	40	39	40	41	42	43	44	44
2	453	431	356	234	153	108	85	69	60	52	46	37	32	30	30	30	31	32	33	34	34
2.5	425	387	283	152	93	64	50	41	36	31	28	23	20	19	19	19	20	21	23	23	23
3	385	333	211	98	57	38	30	25	22	19	17	14	13	12	12	13	14	14	15	16	16
3.5	349	286	158	66	37	25	20	17	15	13	12	10	9	8	9	9	10	10	12	12	12
4	316	245	117	47	27	18	14	12	11	10	9	7	6	6	6	7	8	8	9	9	9
4.5	286	207	88	33	20	14	11	9	8	7	7	6	6	5	5	6	6	7	7	8	8
5	260	175	69	24	15	10	8	7	6	6	5	5	5	4	4	5	5	5	6	6	6
5.5	237	147	54	19	12	8	6	6	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	217	162	43	15	9	6	5	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.5	198	108	35	12	7	5	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	184	95	28	9	6	5	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7.5	169	85	23	8	5	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	158	75	20	7	4	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8.5	148	68	17	6	4	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	138	61	14	5	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9.5	131	55	12	4	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	126	50	11	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10.5	118	46	10	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	110	42	8	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11.5	103	39	8	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	98	36	7	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [01] Simon Crone, 1992. Radiance Users Manual (Volume 2)
<http://radsite.lbl.gov/radiance/refer/usman2.pdf>
- [02] Building Technologies Department, Lawrence Berkeley Laboratory, 1999. The Radiance 3.5 Synthetic Imaging System
<http://radsite.lbl.gov/radiance/refer/refman.pdf>
- [03] Axel Jacobs, 2006. Basic Radiance Tutorial
http://luminance.londonmet.ac.uk/learnix/docs/radtutorial_basic.pdf
- [04] Axel Jacobs, 2007. Advanced Radiance Tutorial
http://luminance.londonmet.ac.uk/learnix/docs/radtutorial_advanced.pdf
- [05] Greg Ward Larson, Rob A. Shakespeare, 1998. Rendering with Radiance
- [06] Giulio Antonutto & Andrew McNeil, Basic tutorial – Radiance, Lights, Mastering the geometry, Tutorial - Daylight Simulation, Radiance Primer
<http://web.mac.com/geotrupes/iWeb/Site/Tutorials.html>
- [07] <http://radsite.lbl.gov/radiance/>
- [08] <http://www.schorsch.com/rayfront/manual/htmlman/>
- [09] Τοπαλής Φ. Β., 1994. Φωτοτεχνία, Βασικές αρχές φωτομετρίας φωτισμού , Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
- [10] Τσανακτσίδης Δημήτριος, Τσιτσούλας Δημήτριος. Κυκλοφοριακό - Διάρθρωση οδικού δικτύου πόλης Κοζάνης, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Α.Π.Θ.
www.tsanak.gr/documents/civil/roadlighting.pdf
- [11] Κόκκινος Β., 2001. Σχεδιασμός οδικής υποδομής και περιβαλλοντικές επιπτώσεις, Ανάλυση κόστους-ωφελειών στην περίπτωση του οδικού φωτισμού, Μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Α.Π.Θ.
- [12] CIE, 1988. Technical Report, Calculation and Measurement of Luminance and Illuminance in Road Tunnel Lighting System
- [13] Thorn, 2007, Tunnel Lighting
<http://www.nslights.com/pdf/T-B-Red1.pdf>
- [14] 6th International Conference on ITS Telecommunications Proceedings, 2006. Application of Fuzzy Control to A Road Tunnel Lighting System
<http://www.ieee.org>

- [15] Siteco, 2007, Tunnel Luminaires
<http://www.siteco.com/fileadmin/downloads/publications/products/tunnelleuchten-en.pdf>
- [16] TIR, 2007, Tunnel Lighting <http://www.tirsys.com/pdf/resources/brochures/BCP-420-001%20Tunnel%20Lighting%20Guide%20Document.pdf>
- [17] <http://light.peters-research.com/lumdat.htm>
- [18] LIGHTFAIR 2001 Pre-Conference Workshop, Ian Ashdown, 2001. Thinking Photometrically
<http://www.helios32.com/Thinking%20Photometrically%20II.pdf>
- [19] 3rd International Radiance Workshop, Fribourg 2004. Giulio Antonutto, Road lighting simulation in Radiance (with accurate road surface modelling)
http://www.radiance-online.org/radiance-workshop3/cd/Antonutto_talk.pdf