



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

**“Μελέτη Φωτισμού Δρόμου: Π. Εθνική Οδός Τρίπολης -Σπάρτης,
Περιοχή Αγίου Σώστη”**



Επιβλέπων Καθηγητής: Γεώργιος Ιωαννίδης, Καθηγητής

Φοιτητής: Καραμπέλης Νικόλαος ΑΜ: 31674

**ΑΙΓΑΛΕΩ
ΙΟΥΛΙΟΣ-2018**

Copyright © Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής

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 Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την ολοκλήρωση της παρούσας πτυχιακής εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω το καθηγητή μου κ. Γεώργιο Ιωαννίδη, για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε με την ανάθεση της πτυχιακής εργασίας, δίνοντας μου έτσι την δυνατότητα να ασχοληθώ με ένα ιδιαίτερα ενδιαφέρον θέμα. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου και τους φίλους μου για την συμπαράσταση και τη βοήθεια τους σε όλη τη διάρκεια εκπόνησης της πτυχιακής εργασίας μου.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Ευχαριστίες	iv
Περιεχόμενα	v
Λίστα σχημάτων	vii
Λίστα πινάκων	viii
Summary	1
Πρόλογος	2
1^ο Κεφάλαιο “Εισαγωγή σε Βασικές Έννοιες Φωτισμού”	1
1.1 Όραση και φωτισμός	1
1.2 Θερμοκρασία - ποιότητα χρώματος	2
1.3 Θεμελιώδεις έννοιες τεχνολογίας φωτισμού	4
1.4 Βασικές έννοιες φωτισμού δρόμων	5
1.4.1 Αντίθεση λαμπρότητας (contrast , C)	5
1.4.2 Θάμβωση (glare, G)	6
1.4.3 Χρόνος αντίληψης και αντίδρασης	7
1.4.4 Ταχύτητα σχεδιασμού (Design speed)	8
1.4.5 Απόσταση πεδήσεως (Stopping distance)	8
2^ο Κεφάλαιο “Λαμπτήρες Φωτισμού Δρόμων”	9
2.1 Εισαγωγή	9
2.2 Λαμπτήρες νατρίου χαμηλής πίεσης	11
2.3 Λαμπτήρες νατρίου υψηλής πίεσης	12
2.4 Λαμπτήρες υδραργύρου υψηλής πίεσης	13
2.5 Λαμπτήρες μεταλλικών αλογονιδίων	15
3^ο Κεφάλαιο “Φωτιστικά σώματα”	17
3.1 Γενικά για τα φωτιστικά δρόμου	17
3.2 Φωτομετρικά χαρακτηριστικά	18
3.3 Συντήρηση φωτιστικών σωμάτων	22
3.4 Κατηγοριοποίηση IP	27
3.5 Ιστοί οδοφωτισμού	29
3.6 Διατάξεις οδοφωτισμού	29
3.7 Συστήματα οδοφωτισμού	31
3.7.1 Συστήματα οδοφωτισμού μίας κατεύθυνσης	31
3.7.2 Σύστημα φωτισμού δύο κατευθύνσεων	33
3.7.2.1 Συμμετρικό σύστημα φωτισμού	33
3.7.2.2 Ασύμμετρο σύστημα φωτισμού	34
4^ο Κεφάλαιο “Πρότυπο ΕΛΟΤ CEN/TR 13201”	37
4.1 Το ευρωπαϊκό πρότυπο 13201	37
4.1.1 Μέτρηση επιδόσεων φωτισμού	53
4.2 Υπολογισμός οριζόντιας έντασης φωτισμού	57
4.3 Υπολογισμός λαμπρότητας	58
5^ο Κεφάλαιο “Ενεργειακές Απώλειες - Φωτορύπανση”	60
5.1 Οδοφωτισμός και φωτορύπανση	60
5.1.1 Περιορισμός λάμψης νυχτερινού ουρανού	64
5.1.2 Περιορισμός θάμβωσης	64
5.2 Ενεργειακές απώλειες	66
5.3 Οδοφωτισμός και έμβια όντα	67
6^ο Κεφάλαιο “Φωτοτεχνική Μελέτη”	69
6.1 Εισαγωγή	69
6.2 Το πακέτο λογισμικού dialux	69
6.3 Αποτύπωση παρούσας κατάστασης	70

6.4	Κατανάλωση-παραδοχές	72
6.5	Ανάλυση σεναρίων	74
6.5.1	Σενάριο 1 ^ο : Αντικατάσταση λαμπτήρων διατηρώντας την υπάρχουσα διάταξη.....	74
	<i>Κόστος εφαρμογής και λειτουργίας σεναρίου.....</i>	<i>77</i>
6.5.2	Σενάριο 2 ^ο : Αντικατάσταση φωτιστικών σωμάτων.....	78
6.5.3	Σενάριο 3 ^ο : Αντικατάσταση διάταξης και χρήση SON 70 W	81
6.5.4	Σενάριο 4 ^ο : Φωτισμός με χρήση LED	84
6.5.5	Σενάριο 5 ^ο : Φωτισμός με χρήση LED και αλλαγή διάταξης.....	86
7^ο	Κεφάλαιο “Τελικά Συμπεράσματα”	90
	Βιβλιογραφία.....	92
	Παράρτημα 1.....	Π-1
1.1	Αναλυτική Αποτύπωση Φωτισμού Υπάρχουσας Κατάστασης.....	Π-1
1.2	Αναλυτική Μελέτη Φωτισμού 1 ^{ου} Σεναρίου	Π-1
1.3	Αναλυτική Μελέτη Φωτισμού 2 ^{ου} Σεναρίου	Π-1
1.4	Αναλυτική Μελέτη Φωτισμού 3 ^{ου} Σεναρίου	Π-1
1.5	Αναλυτική Μελέτη Φωτισμού 4 ^{ου} Σεναρίου	Π-1
1.6	Αναλυτική Μελέτη Φωτισμού 5 ^{ου} Σεναρίου	Π-1
	Παράρτημα 2.....	Π-2
	Τιμολόγιο Φωτισμού Οδών και Πλατειών	Π-2

ΛΙΣΤΑ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1.1 Τρόπος που εισχωρεί το φως στα μάτια μας.....	1
Σχήμα 1.2 Περιοχή ορατής ακτινοβολίας.....	2
Σχήμα 1.3 Καμπύλες ευαισθησίας ανθρώπινης όρασης.....	4
Σχήμα 1.4 Η αντίθεση στην αναγνώριση αντικειμένων.....	6
Σχήμα 1.5 Η επίδραση του χρώματος στην αναγνώριση αντικειμένων.....	6
Σχήμα 2.1 Συνήθεις μορφές φωτοεκπέμπουσων διόδων.....	10
Σχήμα 2.2 Λαμπτήρας νατρίου χαμηλής πίεσης.....	11
Σχήμα 2.3 Φασματική κατανομή λαμπτήρα νατρίου χαμηλής πίεσης.....	11
Σχήμα 2.4 Λαμπτήρας νατρίου υψηλής πίεσης.....	12
Σχήμα 2.5 Φασματική κατανομή λαμπτήρα νατρίου υψηλής πίεσης.....	13
Σχήμα 2.6 Λαμπτήρας υδραργύρου υψηλής πίεσης.....	14
Σχήμα 2.7 Φασματική κατανομή λαμπτήρα υδραργύρου υψηλής πίεσης.....	14
Σχήμα 2.8 Λαμπτήρας μεταλλικών αλογονιδίων.....	15
Σχήμα 2.9 Φασματική κατανομή λαμπτήρα μεταλλικών αλογονιδίων.....	16
Σχήμα 2.10 Συγκριτική φασματική κατανομή διάφορων τύπων λαμπτήρων με το φως ημέρας.....	16
Σχήμα 3.1 Τύποι κατανομής φωτός κατά IESNA.....	19
Σχήμα 3.2 Τύποι φωτιστικών με βάση τον τρόπο διάχυσης φωτός.....	20
Σχήμα 3.3 Φωτιστικό τύπου non-cutoff.....	20
Σχήμα 3.4 Παράδειγμα φωτιστικού semi-cutoff.....	21
Σχήμα 3.5 Φωτιστικό τύπου cutoff.....	21
Σχήμα 3.6 Φωτιστικό τύπου full-cutoff.....	22
Σχήμα 3.7 Μονόπλευρη διάταξη φωτιστικών.....	29
Σχήμα 3.8 Αμφίπλευρη διάταξη φωτιστικών.....	30
Σχήμα 3.9 Χιαστί διάταξη φωτιστικών.....	30
Σχήμα 3.10 Κεντρική διάταξη φωτιστικών.....	31
Σχήμα 3.11 Αξονική διάταξη φωτιστικών.....	31
Σχήμα 3.12 Συμμετρικό σύστημα φωτισμού.....	34
Σχήμα 3.13 Ασύμμετρο σύστημα φωτισμού.....	35
Σχήμα 4.1 Γωνίες α , β και γ για τον προσδιορισμό του συντελεστή λαμπρότητας q	55
Σχήμα 4.2 Γωνίες C και γ για τον προσδιορισμό της φωτεινής έντασης I	56
Σχήμα 4.3 Πλέγμα σημείων υπολογισμού της οριζόντιας έντασης φωτισμού.....	58
Σχήμα 4.4 Πλέγμα σημείων υπολογισμού της λαμπρότητας.....	59
Σχήμα 5.1 Δορυφορική λήψη φαινομένου φωτορύπανσης.....	60
Σχήμα 5.2 Τα είδη της φωτορύπανσης.....	61
Σχήμα 5.3 Άποψη απωλειών φωτισμού στην Ελλάδα και στην Αθήνα.....	67
Σχήμα 6.1 Λογότυπο του πακέτου λογισμικού Dialux.....	69
Σχήμα 6.2 Υπάρχον εγκατεστημένο φωτιστικό.....	72
Σχήμα 6.3 Φωτιστικό 1ου Σεναρίου(υπάρχουσα κατάσταση).....	75
Σχήμα 6.4 Φωτιστικό 2ου σεναρίου PHILIPS SGS 501.....	78
Σχήμα 6.5 Φωτιστικό 3ου Σεναρίου PHILIPS SGS501.....	81
Σχήμα 6.6 Προτεινόμενο φωτιστικό 4ου Σεναρίου - LED Philips iridium BGP352.....	84
Σχήμα 6.7 Προτεινόμενο φωτιστικό 5ου Σεναρίου - LED Philips SpeedStar BGP 352.....	86

ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1.1 Κατηγορίες χρώματος	3
Πίνακας 1.2 Κατηγορίες χρωματικής απόδοσης λαμπτήρων.....	3
Πίνακας 3.1 Προσδιορισμός συντελεστή (LLMF).....	25
Πίνακας 3.2 Προσδιορισμός συντελεστή LMF.....	26
Πίνακας 3.3 Επεξήγηση κώδικα προστασίας IP	27
Πίνακας 3.4 Διαβάθμιση αντοχής σε στερεά σωματίδια.....	27
Πίνακας 3.5 Διαβάθμιση προστασίας έναντι υγρών	28
Πίνακας 3.6 Διαφοροποίηση με βάση το συντελεστή αντίθεσης (contrast)	33
Πίνακας 3.7 Συστήματα φωτισμού και μέσες Λαμπρότητες	35
Πίνακας 4.1 Βασικές παράμετροι Προτύπου ΕΛΟΤ CEN/TR 13201.01	37
Πίνακας 4.2 Σύνολα καταστάσεων φωτισμού.....	38
Πίνακας 4.3 Ειδικές παράμετροι Προτύπου ΕΛΟΤ CEN/TR 13201.01	38
Πίνακας 4.4 Κατηγορίες φωτισμού ME για το σύνολο καταστάσεων φωτισμού A1.....	40
Πίνακας 4.5 Παράμετροι προσδιορισμού.....	41
Πίνακας 4.6 Κατηγορίες φωτισμού ME για το σύνολο καταστάσεων φωτισμού A2.....	41
Πίνακας 4.7 Παράμετροι προσδιορισμού.....	41
Πίνακας 4.8 Κατηγορίες φωτισμού ME για το σύνολο καταστάσεων φωτισμού A3.....	42
Πίνακας 4.9 Κατηγορίες φωτισμού ME για το σύνολο καταστάσεων φωτισμού B1	42
Πίνακας 4.10 Κατηγορίες φωτισμού ME για το σύνολο καταστάσεων φωτισμού B2.....	43
Πίνακας 4.11 Ειδικές παράμετροι για το σύνολο καταστάσεων φωτισμού B1 και B2	44
Πίνακας 4.12 Κατηγορίες φωτισμού Sγια το σύνολο καταστάσεων φωτισμού C1.....	44
Πίνακας 4.13 Κατηγορίες φωτισμού CE για το σύνολο καταστάσεων φωτισμού D1, D2.....	44
Πίνακας 4.14 Ειδικές παράμετροι καταστάσεων φωτισμού C1,D1και D2.....	45
Πίνακας 4.15 Κατηγορίες φωτισμού S για το σύνολο καταστάσεων φωτισμού D3, D4.....	45
Πίνακας 4.16 Ειδικοί παράμετροι το σύνολο καταστάσεων φωτισμού D3, D4	46
Πίνακας 4.17 Κατηγορίες φωτισμού S για το σύνολο καταστάσεων φωτισμού E1	46
Πίνακας 4.18 Κατηγορίες φωτισμού S για το σύνολο καταστάσεων φωτισμού E2	46
Πίνακας 4.19 Ειδικές παράμετροι για το σύνολο καταστάσεων φωτισμού E1 και E2.....	47
Πίνακας 4.20 Συγκρίσιμες κατηγορίες/κλάσεις φωτισμού δρόμων.....	47
Πίνακας 4.21 Όρια για τις κλάσεις A σε σύγκριση με τις κλάσεις S	47
Πίνακας 4.22 Όρια φωτισμού για τις κατηγορίες/κλάσεις E8 ή EV για τις κατηγορίες/κλάσεις OE ή 3.....	48
Πίνακας 4.23 Κατηγορίες /Κλάσεις Φωτισμού ME.....	48
Πίνακας 4.24 Κατηγορίες/Κλάσεις Φωτισμού MEW	49
Πίνακας 4.25: Κατηγορίες/Κλάσεις Φωτισμού CE.....	49
Πίνακας 4.26 Κατηγορίες/Κλάσεις Φωτισμού S.....	50
Πίνακας 4.27 Κατηγορίες/Κλάσεις Φωτισμού A.....	50
Πίνακας 4.28 Κατηγορίες/Κλάσεις Φωτισμού ES	50
Πίνακας 4.29 Κατηγορίες/Κλάσεις Φωτισμού EV	51
Πίνακας 4.30 Κατηγορίες/Κλάσεις φωτεινής έντασης για έλεγχο της θάμβωσης ανικανότητας	51
Πίνακας 4.31 Κατηγορίες/κλάσεις του δείκτη θάμβωσης ενόχλησης	52
Πίνακας 4.32 Επιλογή κατηγορίας δείκτη χρωματικής απόδοσης.....	53
Πίνακας 5.1 Προτεινόμενα όρια απωλειών φωτισμού.....	63
Πίνακας 5.2 Κατακόρυφη ένταση φωτισμού σύμφωνα με την ώρα.....	64
Πίνακας 5.3 Όρια θάμβωσης για διαφορετικές περιβαλλοντικές ζώνες	65
Πίνακας 6.1 Συνοπτικά χαρακτηριστικά οδού	70

Πίνακας 6.2 Τεχνικά χαρακτηριστικά φωτισμού οδού	71
Πίνακας 6.3 Τεχνικά χαρακτηριστικά φωτιστικού.....	72
Πίνακας 6.4 Οδόστρωμα 1 (ME4a).....	73
Πίνακας 6.5 Οδόστρωμα 2 (ME4a).....	73
Πίνακας 6.6 Αποτελέσματα με βάση την κλάση ME4a.....	74
Πίνακας 6.7 Τεχνικά χαρακτηριστικά φωτιστικού.....	75
Πίνακας 6.8 Οδόστρωμα 1 (ME4a).....	75
Πίνακας 6.9 Οδόστρωμα 2 (ME4a).....	75
Πίνακας 6.10 Αποτελέσματα με βάση την κλάση ME4.....	76
Πίνακας 6.11 Οδόστρωμα 1 (ME4a).....	76
Πίνακας 6.12 Οδόστρωμα 2 (ME4a).....	76
Πίνακας 6.13 Αποτελέσματα με βάση την κλάση ME4a.....	77
Πίνακας 6.14 Κόστος αντικατάστασης των λαμπτήρων και των ballast	77
Πίνακας 6.15 Συνοπτικά στοιχεία 1ου σεναρίου	78
Πίνακας 6.16 Τεχνικά χαρακτηριστικά φωτιστικού.....	78
Πίνακας 6.17 Οδόστρωμα 1 (ME4a).....	79
Πίνακας 6.18 Οδόστρωμα 2 (ME4a).....	79
Πίνακας 6.19 Αποτελέσματα με βάση την κλάση ME4a.....	79
Πίνακας 6.20 Κόστος αντικατάστασης φωτιστικών σωμάτων.	79
Πίνακας 6.21 Κόστος αντικατάστασης των λαμπτήρων και των ballast	80
Πίνακας 6.22 Συνοπτικά στοιχεία 2ου σεναρίου	80
Πίνακας 6.23 Τεχνικά χαρακτηριστικά φωτιστικού.....	81
Πίνακας 6.24 Οδόστρωμα 1 (ME4a).....	82
Πίνακας 6.25 Οδόστρωμα 2 (ME4a).....	82
Πίνακας 6.26 Αποτελέσματα με βάση την κλάση ME4a.....	82
Πίνακας 6.27 Κόστος εφαρμογής σεναρίου 3.....	83
Πίνακας 6.28 Συνοπτικά στοιχεία 3ου σεναρίου	83
Πίνακας 6.29 Τεχνικά χαρακτηριστικά φωτιστικού.....	84
Πίνακας 6.30 Οδόστρωμα 1 (ME4a).....	84
Πίνακας 6.31 Οδόστρωμα 2 (ME4a).....	85
Πίνακας 6.32 Αποτελέσματα με βάση την κλάση ME4a.....	85
Πίνακας 6.33 Κόστος αντικατάστασης φωτιστικών σωμάτων	85
Πίνακας 6.34 Συνοπτικά στοιχεία 4ου σεναρίου	86
Πίνακας 6.35 Τεχνικά χαρακτηριστικά φωτιστικού.....	87
Πίνακας 6.36 Οδόστρωμα 1 (ME4a).....	87
Πίνακας 6.37 Οδόστρωμα 2 (ME4a).....	87
Πίνακας 6.38 Αποτελέσματα με βάση την κλάση ME4a.....	88
Πίνακας 6.39 Κόστος αντικατάστασης των λαμπτήρων και αλλαγής διάταξης ιστών.....	88
Πίνακας 6.40 Συνοπτικά στοιχεία 5ου σεναρίου	89
Πίνακας 7.1 Σύνοψη σεναρίων.....	90

SUMMARY

The subject of this diploma thesis is the theoretical and economical study of illuminating the road junction of Agios Sostis in the Tripolis area. Specifically, this thesis focuses on different scenarios for energy efficiency and savings whilst ensuring a lighting system that complies with the European standard regulations for street lighting EN 13201.

The First Chapter of this dissertation describes some of the fundamental lighting concepts and the quantities, explaining in depth the following definitions; luminous flux, luminous efficacy, luminous intensity, luminance and colour correlation temperature. In the same chapter there is also extensive analysis of concepts directly related to street lighting such as glare, contrast, time of perception and reaction.

The Second Chapter presents types of lamps (light sources) that already exist, describing the lighting process and their characteristics.

The Third Chapter examines categories of street illuminations and their particular mechanical and photometric characteristics. Additionally, it offers an extensive analysis of lighting arrangements fixtures that can be found on a street.

Chapter Four offers a full presentation of document EN 13201 with all its parameters while in chapter five is examined the relevant data and variables that have to be considered when planning an energy efficient, optically appropriate and eco-friendly lighting project. Extra attention is given on the light pollution and, furthermore, there are proposals for managing the phenomena.

In Chapter Six we performed simulations on a series of energy-saving scenarios and interventions for the Tripoli-Sparti road, using the DIALUX 4.7 package software. The European Standard EN 13201 is taken into account.

Finally, Chapter Seven offers a summary of the findings of chapter six in a way that some useful conclusions can be drawn

Keywords Road lighting, Document EN 13201, light pollution luminance, luminous flux

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Αντικείμενο της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η οικονομοτεχνική και φωτοτεχνική μελέτη φωτισμού οδικού κόμβου Άγιου Σώστη στην ευρύτερη περιοχή της Τρίπολης. Συγκεκριμένα, γίνεται η προσπάθεια εξοικονόμησης ενέργειας από τον φωτισμό δρόμων εξασφαλίζοντας παράλληλα ένα σύστημα φωτισμού που υπακούει στους κανονισμούς του Ευρωπαϊκού προτύπου για τον οδοφωτισμό EN 13201.

Αρχικά, στο 1^ο Κεφάλαιο αναφέρονται τα βασικά χαρακτηριστικά του φωτισμού και των εμπλεκόμενων μεγεθών, εξηγώντας σε βάθος τα μεγέθη της φωτεινής ροής, φωτεινής απόδοσης, φωτεινής έντασης, έντασης φωτισμού και της θερμοκρασίας χρώματος. Επιπλέον, στο ίδιο κεφάλαιο γίνεται μια εκτεταμένη ανάλυση των εννοιών που αφορούν άμεσα τον φωτισμό δρόμων όπως πχ η θάμβωση, η αντίθεση λαμπρότητας, ο χρόνος αντίληψης και αντίδρασης κ.α.

Έπειτα, στο 2^ο Κεφάλαιο, παρουσιάζονται αναλυτικά όλα τα είδη λαμπτήρων, περιγράφοντας τη διαδικασία λειτουργίας τους και τα χαρακτηριστικά τους.

Στο 3^ο Κεφάλαιο, περιγράφονται όλα τα είδη και οι κατηγορίες των φωτιστικών δρόμου και τα ιδιαίτερα μηχανικά και φωτομετρικά χαρακτηριστικά τους. Στη συνέχεια του κεφαλαίου γίνεται μια αποτύπωση των τρόπων διάταξης των φωτιστικών σωμάτων σε έναν δρόμο.

Στο 4^ο κεφάλαιο παρουσιάζεται το βασικό Διεθνές Πρότυπο για φωτισμό δρόμων: ΕΛΟΤ CEN/TR 13201 με όλες τις παραμέτρους του.

Ακόμη, στο 5^ο Κεφάλαιο αναφέρονται τα στοιχεία που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη, ώστε μια μελέτη φωτισμού δρόμου να θεωρείται ενεργειακά αποδοτική, οπτικά κατάλληλη και περιβαλλοντικά φιλική. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στην ανάλυση του φαινομένου της φωτορύπανσης.

Τέλος στο 6^ο Κεφάλαιο, έχοντας ως βάση το ευρωπαϊκό Πρότυπο EN 13201, διενεργήσαμε προσομοιώσεις με την βοήθεια του λογισμικού πακέτου DIALUX 4.7 σε μια σειρά από παραλλαγές σεναρίων εξοικονόμησης ενέργειας και επεμβάσεις στον υπό εξέταση οδικό κόμβο της εθνικής οδού Τρίπολης-Σπάρτης.

Λέξεις κλειδιά: Φωτισμός δρόμων, πρότυπο EN 13201, λαμπρότητα, φωτεινή ροή, φωτορύπανση

1^Ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

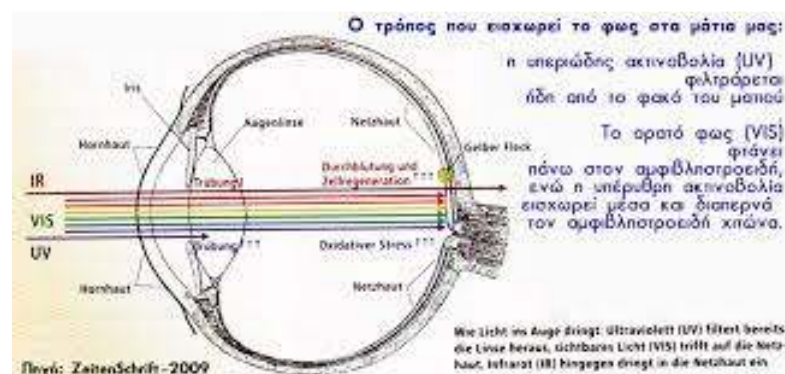
“ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΕ ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ”

1.1 Όραση και φωτισμός

Η όραση είναι μια εξαιρετικά πολύπλοκη διαδικασία που ακόμα και σήμερα δεν μας είναι εντελώς γνωστή. Περιλαμβάνει ακαριαία επικοινωνία μεταξύ του οφθαλμού και του εγκεφάλου μέσω ενός μεγάλου δικτύου νευρώνων και άλλων κυττάρων. Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, δηλαδή το φώς, όταν προσπίπτει στον οφθαλμό διέρχεται από μια σειρά οργάνων και φίλτρων προτού καταλήξει στον αμφιβληστροειδή χιτώνα.

Πάνω στην περιοχή του αμφιβληστροειδούς υπάρχουν δυο είδη φωτοϋποδοχέων τα κωνία και τα ραβδία τα οποία είναι παρόμοια αλλά ενεργοποιούνται σε διαφορετικές εντάσεις φωτισμού.

Τα κωνία είναι υπεύθυνα για την κεντρική όραση και υπολογίζεται ότι ο αριθμός τους πλησιάζει τα 70 εκατομμύρια. Υπάρχουν τρία διαφορετικά είδη κωνίων εκ των οποίων το κάθε ένα είναι εξειδικευμένο στο να εντοπίζει αποκλειστικά ένα εκ των τριών χρωμάτων πράσινο, μπλε ή κόκκινο.



Σχήμα 1.1 Τρόπος που εισχωρεί το φως στα μάτια μας.

Τα ραβδία ενεργοποιούνται σε χαμηλές εντάσεις φωτισμού. Δεν έχουν τη δυνατότητα αναγνώρισης χρωμάτων και είναι υπεύθυνα για τη λειτουργία της περιφερειακής όρασης. Ο αριθμός τους πλησιάζει τα 120 εκατομμύρια.

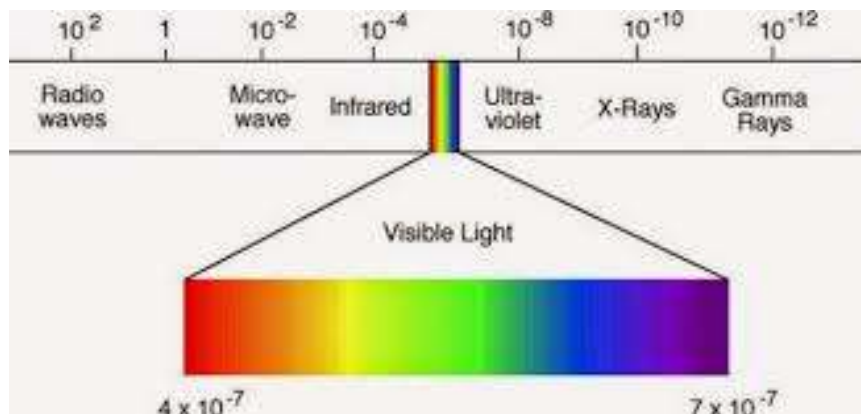
Η προσαρμογή του οφθαλμού στην κατάσταση του εκάστοτε φωτισμού γίνεται στον αμφιβληστροειδή, όπου το μάτι ρυθμίζεται με βάση την μεταβαλλόμενη φωτεινότητα του περιβάλλοντος όπως παραδείγματος χάριν η ύπαρξη συστήματος φωτισμού.

Έχουν αναγνωριστεί τρεις τύποι όρασης:

Φωτοπική ονομάζεται η όραση στην οποία είναι ενεργοποιημένα τα κωνία και έχουμε πλήρη αντίληψη των χρωμάτων. Η όραση αυτή εμφανίζεται για τιμές λαμπρότητας μεγαλύτερες των 5 cd/m^2 σύμφωνα με την CIE (Commission International de l'Eclairage ή Διεθνής Επιτροπή Φωτισμού).

Μεσοπική ονομάζεται η όραση εκείνη κατά την οποία είναι ενεργοποιημένα τα κωνία και τα ραβδία ταυτόχρονα. Έχουμε μειωμένη αντίληψη των χρωμάτων και εμφανίζεται για λαμπρότητες από $0,001 \text{ cd/m}^2$ έως και 5 cd/m^2 σύμφωνα με τη CIE.

Σκοτοπική ονομάζεται η όραση εκείνη κατά την οποία είναι ενεργοποιημένα μόνο τα ραβδία. Δεν έχουμε δυνατότητα αντίληψης των χρωμάτων και εμφανίζεται για λαμπρότητες κάτω από $0,001 \text{ cd/m}^2$ σύμφωνα με την CIE.



Σχήμα 1.2 Περιοχή ορατής ακτινοβολίας

1.2 Θερμοκρασία - ποιότητα χρώματος

Η θερμοκρασία χρώματος T_C είναι το μέγεθος εκείνο με το οποίο περιγράφεται το χρώμα των φωτεινών πηγών. Μετράται σε βαθμούς Kelvin και ισοδυναμεί με την αντίστοιχη

θερμοκρασία στην οποία όταν βρεθεί το μέλαν σώμα του Plank θα παράγει ιδίου χρώματος με τη μετρούμενη φωτεινή πηγή. Η θερμοκρασία χρώματος T_C χωρίζεται σε τρεις χρωματικές κατηγορίες όπως αυτές παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.1.

Πίνακας 1.1 Κατηγορίες χρώματος

Θερμοκρασία χρώματος (K)	Απόχρωση
Κάτω από 3300 k	Ζεστή
3300÷5300 k	Ουδέτερη
Άνω των 5300 k	Ψυχρή

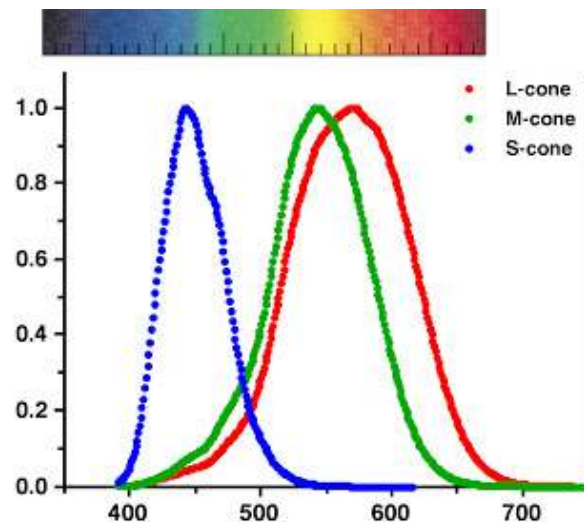
Με τον όρο μέλαν σώμα εννοούμε ένα θεωρητικό μοντέλο σώματος το οποίο έχει τη δυνατότητα να απορροφά όλα τα μήκη κύματος της ακτινοβολίας που δέχεται χωρίς να την αντανακλά καθόλου, εκπέμποντας τη μέγιστη δυνατή ακτινοβολία σε όλα τα μήκη κύματος και προς όλες τις διευθύνσεις.

Η ποιότητα χρώματος μετράει την ικανότητα μιας φωτεινής πηγής να αποδίδει πιστά το χρώμα ενός αντικειμένου. Εκφράζεται από τον δείκτη χρωματικής απόδοσης **Ra** ή CRI (Colour Rendering Index).

Όσο πιο χαμηλές τιμές παίρνει ο δείκτης αυτός τόσο χειρότερη είναι αναπαράσταση των χρωμάτων από τη φωτεινή πηγή. Ο δείκτης αυτός παίρνει τιμές από 1 έως 100. Οι λαμπτήρες ταξινομούνται σε κατηγορίες απόδοσης χρωμάτων σύμφωνα με την τιμή του δείκτη χρωματικής απόδοσης Ra. Οι κατηγορίες αυτές παρουσιάζονται στον παρακάτω Πίνακα 1.2.

Πίνακας 1.2 Κατηγορίες χρωματικής απόδοσης λαμπτήρων

Κατηγορία	CRI	Απόδοση
1A	90<Ra	Εξαιρετική απόδοση χρωμάτων
1B	80<Ra<90	Πολύ καλή απόδοση χρωμάτων
2	60<Ra<80	Μέτρια απόδοση χρωμάτων
3	40<Ra<60	Χαμηλή απόδοση χρωμάτων
4	20<Ra<40	Κακή απόδοση χρωμάτων



Σχήμα 1.3 Καμπύλες ευαισθησίας ανθρώπινης όρασης

1.3 Θεμελιώδεις έννοιες τεχνολογίας φωτισμού

- **Φωτεινή ροή (Luminous Flux).** Είναι η συνολική ορατή ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία (φως) που εκπέμπεται από μία φωτεινή πηγή. Η μονάδα μέτρησης της φωτεινής ροής είναι το lumen (lm), το οποίο είναι η ροή που εκπέμπεται από μία στερεά γωνία 1 steradian από μία σημειακή πηγή, η οποία έχει ομοιόμορφη φωτεινή ένταση 1 candela.
- **Φωτεινή ένταση (Luminous Intensity, I).** Είναι η ακτινοβολούμενη ενέργεια ανά μονάδα στερεάς γωνίας, από μία δεδομένη πηγή σε μία δεδομένη κατεύθυνση. Η μονάδα μέτρησης είναι το candela (cd) όπου το 1 candela είναι 1 lumen/steradian.
- **Ένταση Φωτισμού επιφάνειας (Illuminance, E).** Ορίζεται ως η πυκνότητα της φωτεινής ροής, δηλαδή η φωτεινή ροή ανά μονάδα επιφάνειας. Η μονάδα μέτρησης είναι το lux (lx), όπου $1 \text{ lux} = 1 \text{ lumen/m}^2$.
- **Λαμπρότητα (Luminance, L).** Ορίζεται ως το πηλίκο $L = I/S$ όπου I η ένταση της φωτεινής πηγής και S η επιφάνειά της. Είναι η φωτεινή ένταση που ανακλάται από μία μοναδιαία επιφάνεια σε μία καθορισμένη διεύθυνση. Η μονάδα μέτρησης είναι το candela ανά τετραγωνικό μέτρο (cd/m^2).
- **Απόδοση φωτεινής πηγής** Η απόδοση μιας φωτεινής πηγής είναι ένας πολύ σημαντικός παράγοντας αξιολόγησής της, καθώς εκφράζει την ποσότητα των παραγόμενων lumen ανά καταναλισκόμενο Watt. Μετριέται σε lm/W .

1.4 Βασικές έννοιες φωτισμού δρόμων

1.4.1 Αντίθεση λαμπρότητας (contrast , C)

Η αναγνώριση των αντικειμένων βασίζεται στη διαφορά λαμπρότητας των αντικειμένων και του περιβάλλοντός τους. Αυτή η διαφορά λαμπρότητας αποτελεί την αντίθεση λαμπρότητας και δίδεται από την εξίσωση:

$$C = (L_o - L_b) / L_b \quad (3.1)$$

όπου **L_o** είναι η λαμπρότητα του αντικειμένου και **L_b** η λαμπρότητα του περιβάλλοντος μέσα στο οποίο μπορεί το αντικείμενο να γίνει ορατό (φόντο).

Η τιμή της αντίθεσης λαμπρότητας κυμαίνεται από -1 ως $+\infty$. Στις θετικές τιμές το αντικείμενο εμφανίζεται σαν φωτεινή εικόνα μέσα σε ένα σκοτεινό περιβάλλον. Συνήθως ο οδηγός αναγνωρίζει ένα αντικείμενο σαν σκοτεινή φιγούρα μέσα στο φωτεινό περιβάλλον της επιφάνειας του οδοστρώματος (αρνητικές τιμές αντίθεσης).

Ακόμη υπάρχει ο συντελεστής αντίθεσης λαμπρότητας (Contrast coefficient, q_c) ο οποίος ορίζεται ως εξής:

$$q_c = L / E_v \quad (3.2)$$

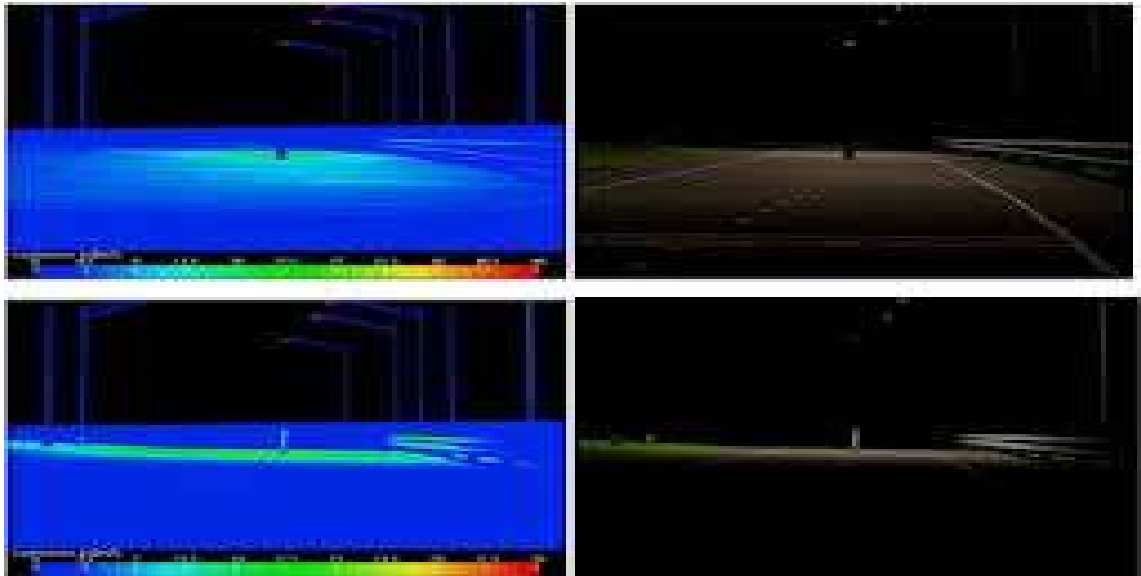
όπου:

L, η μέση λαμπρότητα της επιφάνειας του δρόμου.

E_v, ο κατακόρυφος φωτισμός ενός αντικειμένου 0,2 m πάνω από την επιφάνεια του δρόμου, το οποίο αντικρίζει την κυκλοφορία που το προσεγγίζει.

Στην παρακάτω εικόνα το επάνω δεξιά αντικείμενο έχει αρνητική αντίθεση (πιο σκούρο από το περιβάλλον) ενώ το κάτω δεξιά έχει θετική αντίθεση (πιο φωτεινό από το περιβάλλον του).

Στην περίπτωση του αντικειμένου με την αρνητική λαμπρότητα μπορούμε προσεγγιστικά να υποθέσουμε ότι η τιμή του contrast του είναι περίπου $-0,95$. Το πόση αντίθεση χρειαζόμαστε για να αντιληφθούμε ένα αντικείμενο διαφέρει ανάλογα με τον παρατηρητή και εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως η ηλικία η θάμβωση κ.α. Το ελάχιστο ποσό αντίθεσης καλείται κατώφλι αντίθεσης (threshold contrast).



Σχήμα 1.4 Η αντίθεση στην αναγνώριση αντικειμένων

Σκοπός του οδοφωτισμού είναι να παράγει θετική αντίθεση στα αντικείμενα μεγαλύτερη από την τιμή του κατωφλιού αντίθεσης. Έρευνες έχουν δείξει ότι καλή ορατότητα έχουμε σε δρόμο με αντίθεση 3 με 4 φορές πάνω από το κατώφλι αντίθεσης.

Μια ακόμα πολύ σημαντική παράμετρος είναι το χρώμα. Το χρώμα αυξάνει την αντίθεση μεταξύ των αντικειμένων και έτσι γίνονται περισσότερο ευδιάκριτα από τον παρατηρητή. Η επίδραση του χρώματος εξαρτάται σε πολύ μεγάλο βαθμό από το σύστημα φωτισμού και την ποιότητα των φωτιστικών πηγών του καθώς και από τα χρώματα των ίδιων των αντικειμένων.



Σχήμα 1.5 Η επίδραση του χρώματος στην αναγνώριση αντικειμένων

1.4.2 Θάμβωση (glare, G)

Θάμβωση δημιουργείται όταν οι συνθήκες ορατότητας είναι τέτοιες ώστε κάποιος να αισθάνεται ενόχληση και μείωση της ικανότητας να διακρίνει αντικείμενα εξαιτίας της μη

κατάλληλης κατανομής της λαμπρότητας ή εξαιτίας υπερβολικών αντιθέσεων λαμπρότητας. Η θάμβωση παρουσιάζεται με τρεις μορφές:

- **την απόλυτη θάμβωση** (dazzle), η οποία οφείλεται σε υπερβολικά μεγάλη λαμπρότητα μέσα στο οπτικό πεδίο (τιμές μεγαλύτερες από 10.000 cd/m^2).
- **την ψυχολογική θάμβωση ή θάμβωση ενόχλησης** (discomfort glare), κατά την οποία δημιουργείται μία δυσφορία στον οδηγό και μία έλλειψη άνεσης.
- **τη φυσιολογική θάμβωση ή θάμβωση ανικανότητας** (disability glare), η οποία όπως και η απόλυτη θάμβωση συνδέεται με τη δημιουργία ενός ομοιόμορφου πέπλου φωτός σε όλο το οπτικό πεδίο, το οποίο μειώνει την αντίθεση λαμπρότητας μεταξύ ενός αντικειμένου και του περιβάλλοντός του. Αντιστοιχεί λοιπόν σε μια πρόσθετη λαμπρότητα (ισοδύναμη λαμπρότητα πέπλου-Veiling Equivalent Luminance (L_{seq}), που επικάθεται στο οπτικό πεδίο μειώνοντας την αντίθεση λαμπρότητας. Το ποσοστό κατά το οποίο πρέπει να αυξηθεί ο φωτισμός του περιβάλλοντος για να γίνει ένα αντικείμενο ορατό και πάλι ορίζεται ως προσαύξηση κατωφλίου της λαμπρότητας του περιβάλλοντος (Threshold Increment, TI).

Η μείωση της οπτικής ικανότητας του οδηγού εξαιτίας του φαινομένου της θάμβωσης μπορεί να είναι αιτία ατυχήματος, ιδίως όταν το όχημα κινείται με μεγάλη ταχύτητα.

1.4.3 Χρόνος αντίληψης και αντίδρασης

Ο χρόνος τον οποίο χρειάζεται ένας οδηγός για να αντιληφθεί μια απρόσμενη αλλαγή μπροστά του εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως η ηλικία, η νοητική φόρτιση, το αναμενόμενο του συμβάντος, την κούραση κ.α.

Οι χρόνοι αντίδρασης με βάση την κατηγοριοποίηση Green είναι:

- **Αναμενόμενο συμβάν:** Ο οδηγός είναι σε εγρήγορση και γνωρίζει ότι υπάρχει πιθανότητα να φρενάρει. Ο χρόνος αντίδρασης είναι 0,7 δευτερόλεπτα εκ των οποίων 0,5 είναι ο χρόνος αντίληψης και 0,2 ο χρόνος αντίδρασης.
- **Μη αναμενόμενο συμβάν:** Ο χρόνος αντίληψης ανεβαίνει στα 1,23 δευτερόλεπτα με τον χρόνο αντίδρασης να παραμένει ο ίδιος.
- **Παντελώς ξαφνικό συμβάν:** Ο χρόνος αντίληψης αυξάνει σε πολύ μεγαλύτερο βαθμό με τον χρόνο αντίδρασης να ανεβαίνει στα 0,3 δευτερόλεπτα.

Η ύπαρξη ενός σωστά σχεδιασμένου συστήματος φωτισμού βοηθάει στη μείωση της κούρασης του οδηγού στα πολύωρα ταξίδια, στη μείωση των χρόνων αντίληψης του

απροσδόκητου φαινομένου καθώς αυξάνει την ορατότητα του οδηγού, και την ασφάλεια όλων των χρηστών του δρόμου.

1.4.4 Ταχύτητα σχεδιασμού (Design speed)

Ορίζεται ως η ταχύτητα των χρηστών του δρόμου που χρησιμοποιήθηκε για τον σχεδιασμό του συστήματος φωτισμού του δρόμου. Είναι ένα από τα σημαντικότερα κριτήρια καθώς ο σωστός καθορισμός της επηρεάζει τη σωστή λειτουργία καθώς και την ασφάλεια όλων των χρηστών του δρόμου καθώς και του οδηγού. Στο πρότυπο EN-13201 το οποίο παρουσιάζεται αναλυτικά στο 4^ο κεφάλαιο της παρούσας πτυχιακής ζητούνται εκτενείς πληροφορίες για τους χρήστες και το είδος του δρόμου έτσι ώστε να προσδιοριστεί με ακρίβεια η ταχύτητα σχεδιασμού του συστήματος οδοφωτισμού.

1.4.5 Απόσταση πεδήσεως (Stopping distance)

Απόσταση πεδήσεως είναι η απόσταση που απαιτείται για να σταματήσει με ασφάλεια ένα όχημα που κινείται με την ταχύτητα σχεδιασμού. Σε αυτήν την απόσταση ο χρήστης της οδού πρέπει να είναι σε θέση να βλέπει το δρόμο, έτσι ώστε να μπορέσει να αντιληφθεί κάθε εμπόδιο, να το αναγνωρίσει και να σταματήσει το όχημά του σε τέτοιο χρόνο που να μη θέσει σε κίνδυνο τον εαυτό του ή το αντικείμενο ή την κυκλοφορία που ακολουθεί. Περιλαμβάνει τόσο την απόσταση που καλύπτει το όχημα κατά τη διάρκεια της αντίδρασης του οδηγού, όσο και την απόσταση που καλύπτει το όχημα κατά το φρενάρισμα μέχρι να σταματήσει τελείως.

Η συνεχής εξέλιξη στον χώρο της αυτοκινητοβιομηχανίας έχει σαν αποτέλεσμα τα νέα οχήματα να κινούνται σε πολύ μεγαλύτερες ταχύτητες από τις ταχύτητες για τις οποίες έχουν σχεδιαστεί τα συστήματα φωτισμού στα περισσότερα οδικά δίκτυα. Επίσης οι αυξημένες ταχύτητες αυξάνουν σε πολύ μεγάλο βαθμό την απόσταση πεδήσεως με αποτέλεσμα ο οδηγός να μην έχει τη δυνατότητα να αντιληφθεί και να αντιδράσει έγκαιρα σε κάποιο απρόσμενο συμβάν. Ο επανασχεδιασμός των συστημάτων φωτισμού θα κριθεί απαραίτητος τα επόμενα χρόνια έτσι ώστε να έχουμε μείωση των τροχαίων ατυχημάτων που σε πολλές περιπτώσεις λόγω των υψηλών ταχυτήτων είναι και θανατηφόρα.

2^Ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

“ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΔΡΟΜΩΝ”

2.1 Εισαγωγή

Ανάλογα με τον τρόπο που παράγουν το φως οι λαμπτήρες χωρίζονται σε τρεις μεγάλες κατηγορίες:

- *Τους λαμπτήρες πυρακτώσεως* των οποίων η λειτουργία βασίζεται στην πυράκτωση ενός νήματος από το οποίο διέρχεται ηλεκτρικό ρεύμα με κύρια χαρακτηριστικά τους την πολύ καλή χρωματική απόδοση αλλά και την πολύ μεγάλη κατανάλωση ενέργειας.
- *Τους λαμπτήρες φωτοεκπέμπουσων διόδων (LIGHT EMITTING DIODES – L.E.D).*

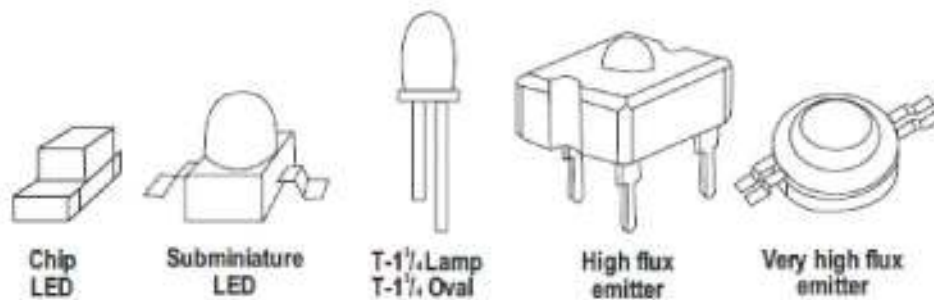
Τα LED είναι ημιαγωγοί p-n οι οποίοι έχουν εν ολίγοις την ιδιότητα να μετατρέπουν ηλεκτρική ενέργεια απευθείας σε φως, με την εφαρμογή τάσης στα άκρα τους. Μεγάλο τους πλεονέκτημα αποτελεί το γεγονός ότι μπορούν να παράγουν ένα μεγάλο εύρος φωτεινής ακτινοβολίας, δηλαδή διάφορα χρώματα, ανάλογα με το συνδυασμό των ημιαγωγικών υλικών που τα συνιστούν.

Ειδικότερα οι διόδοι παραγωγής λευκού φωτός αποτελούν το πιο πρόσφατο τεχνολογικό επίτευγμα σε σχέση με τα υπόλοιπα χρώματα και ταυτόχρονα ένα πολλά υποσχόμενο μέσο φωτισμού. Υπάρχουν διάφοροι τρόποι παραγωγής λευκού φωτός με LED:

1. LED με μετατροπέα φώσφору (phosphor-converted LED ή pc-LED) με επίχρισμα μετατροπέα φωσφόρου το οποίο βασίζεται σε ένα μπλε LED για την άντληση πράσινου και κόκκινου μήκους κύματος σε συνδυασμό τέτοιο ώστε να παράγει λευκό φως.
2. Μέθοδος υβριδικού LED (The hybrid LED ή hy-LED) η αρχιτεκτονική αυτή είναι συνδυασμός μιας μπλε LED, μιας πράσινης και μιας κόκκινης LED ώστε παράγουν λευκό φως,
3. Η τετραχρωμία RGBA cm-LED αρχιτεκτονική, στην οποία όλα τα χρώματα παράγονται άμεσα από τα LED, μπορεί να θεωρηθεί η τελική εφαρμογή για την αρχιτεκτονική λευκού φωτός.

Το chip στο οποίο παράγεται το φως είναι συνήθως κύβος πλευράς μόλις 0,25mm. Όπως φαίνεται από το παρακάτω Σχήμα 2.1, το μεγαλύτερο ποσοστό του όγκου ενός LED

καταλαμβάνει η κάψουλα τοποθέτησης του chip. Το chip συνίσταται από ημιαγώγιμα υλικά υψηλής καθαρότητας με περιορισμένες ποσότητες προσθέτων, τα οποία παράγουν είτε υλικά τύπου-n, με περίσσεια ηλεκτρονίων ή υλικά τύπου-p, με περίσσεια οπών. Τα δύο υλικά διαχωρίζονται μέσα στο ίδιο κομμάτι του ημιαγωγού δημιουργώντας διεπιφάνεια.



Σχήμα 2.1 Σύνθητες μορφές φωτοεκπέμπουσων διόδων

Η διάρκεια ζωής μιας διόδου τύπου LED μπορεί να ξεπεράσει τις 100.000 ώρες. Σε ότι αφορά την απόδοσή τους, τα έγχρωμα LED έχουν ξεπεράσει σε απόδοση τις φίλτραρισμένες συμβατές πηγές παραγωγής φωτός. Η απόδοση των LED είναι αντιστρόφως ανάλογη της αναπτυσσόμενης σε αυτά θερμοκρασίας, γεγονός που επιβάλλει την ενεργό ψύξη τους. Η απόδοσή τους, (lm/W) σε συνδυασμό με την καλή χρωματική τους απόδοση και την χαμηλή κατανάλωση ενέργειας έχουν καταστήσει τη χρήση των LED σε εφαρμογές φωτισμού αρκετά διαδεδομένη. Θεωρείται μελλοντική τους περαιτέρω διάδοσή τους καθώς πρόκειται για μία πολλά υποσχόμενη τεχνολογία.

➤ **Τους λαμπτήρες εκκενώσεως** των οποίων η λειτουργία βασίζεται στον ιονισμό αερίων τα οποία βρίσκονται στο εσωτερικό του λαμπτήρα και τα οποία μετά τη διέγερση τους ακτινοβολούν. Ανάλογα με την πίεση του αερίου που υπάρχει στο εσωτερικό του οι λαμπτήρες εκκενώσεως χωρίζονται σε δυο κατηγορίες:

1. Τους λαμπτήρες υψηλής πίεσης,
2. Τους λαμπτήρες χαμηλής πίεσης.

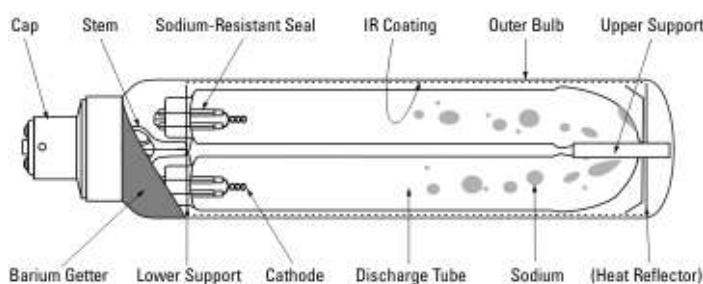
Κύριο χαρακτηριστικό των λαμπτήρων εκκενώσεως είναι ότι χρειάζονται στραγγαλιστικό πηνίο (ballast) για να λειτουργήσουν. Τα στραγγαλιστικά πηνία διακρίνονται σε ηλεκτρομαγνητικά και ηλεκτρονικά χαμηλής ή υψηλής συχνότητας. Το βοηθητικό κύκλωμα

ένανσης του λαμπτήρα καταναλώνει ενέργεια επιβαρύνοντας την συνολική κατανάλωση του κυκλώματος και αυξάνοντας τον λόγο lm/w του λαμπτήρα.

Η θερμοκρασία περιβάλλοντος επηρεάζει τους περισσότερους λαμπτήρες εκκένωσης με αποτέλεσμα να επιλέγεται μεγαλύτερη τάση ένανσης για πιο κρύα κλίματα σε εφαρμογές εξωτερικού φωτισμού.

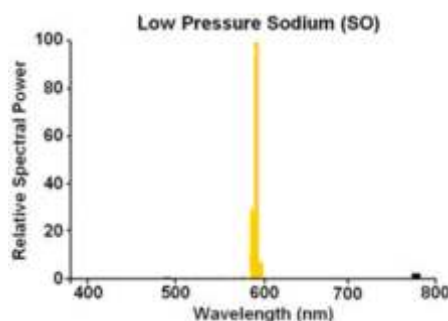
2.2 Λαμπτήρες νατρίου χαμηλής πίεσης

Στους λαμπτήρες νατρίου χαμηλής πίεσης το τόξο δημιουργείται από τον ιονισμό του αεριοποιημένου νατρίου. Το φώς που παράγεται από το τόξο αυτό είναι σχεδόν μονοχρωματικό και αποτελείται από μια διπλή γραμμή κοντά στο κέντρο του ορατού φάσματος στα 589,0 και 589,6 nm. Το αέριο ένανσης είναι το νέο με μικρά πρόσθετα αργού, ξένου ή ηλίου.



Σχήμα 2.2 Λαμπτήρας νατρίου χαμηλής πίεσης

Ο απαιτούμενος χρόνος για την μέγιστη απόδοση του λαμπτήρα είναι 5 με 10 λεπτά από την ένανση του. Η θερμή επανεκκίνηση του είναι καλή και οι περισσότεροι λαμπτήρες νατρίου χαμηλής πίεσης εκκινούν αμέσως μετά το σβήσιμο τους (μηδενικός χρόνος επανένανσης). Η απόδοση τους είναι αρκετά υψηλή αφού αγγίζει τα 200 lm/W

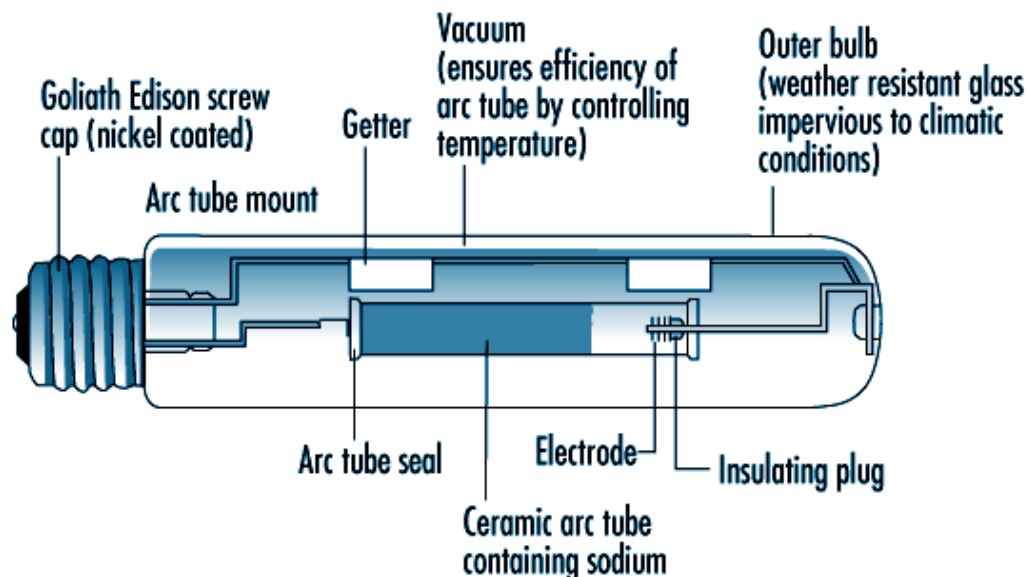


Σχήμα 2.3 Φασματική κατανομή λαμπτήρα νατρίου χαμηλής πίεσης

Ο απαιτούμενος χρόνος για την μέγιστη απόδοση του λαμπτήρα είναι 5 με 10 λεπτά από την έναυσή του. Η θερμή επανεκκίνηση του είναι καλή και οι περισσότεροι λαμπτήρες νατρίου χαμηλής πίεσης εκκινούν αμέσως μετά το σβήσιμο τους (μηδενικός χρόνος επανέναυσης). Η απόδοση τους είναι αρκετά υψηλή αφού αγγίζει τα 200 lm/W.

2.3 Λαμπτήρες νατρίου υψηλής πίεσης

Στους λαμπτήρες νατρίου υψηλής πίεσης το τόξο δημιουργείται από τον ιονισμό του αεριοποιημένου νατρίου. Οι λαμπτήρες αυτοί είναι κατασκευασμένοι από δυο σωλήνες που βρίσκονται ο ένας μέσα στον άλλο. Ο εσωτερικός σωλήνας είναι κατασκευασμένος από πολυκρυσταλλική αλουμίνα, ένα υλικό το οποίο αντέχει τις υψηλές θερμοκρασίες, είναι διαφανές και έχει απόδοση εκπομπής φωτός πάνω από 90%. Ο εσωτερικός σωλήνας περιέχει ξένιο ως αέριο έναυσης και μικρές ποσότητες νατρίου και υδραργύρου το οποίο είναι μερικώς ατμοποιημένο όταν ο λαμπτήρας φτάσει σε θερμοκρασία λειτουργίας. Το εξωτερικό γυάλινο κάλυμμα (κώδωνας) είναι κενό και σκοπό έχει να απομονώνει τον εσωτερικό σωλήνα από το περιβάλλον έτσι ώστε να διατηρείται η θερμοκρασία λειτουργίας

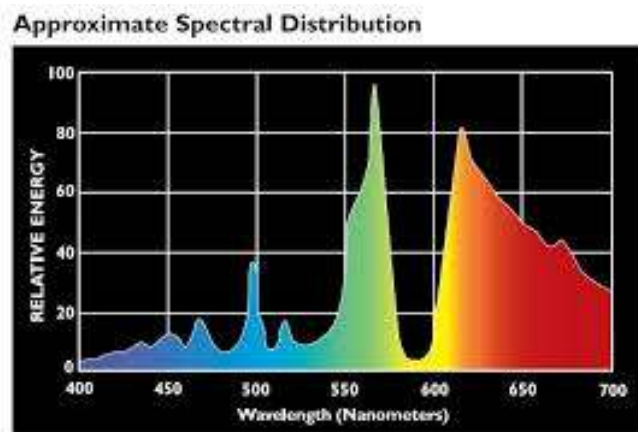


Σχήμα 2.4 Λαμπτήρας νατρίου υψηλής πίεσης

Ο χρόνος που απαιτείται μέχρι ο λαμπτήρας να αποδώσει το 80% της μέγιστης φωτεινής ροής είναι περίπου 10 λεπτά (χρόνος έναυσης) ενώ ο χρόνος που χρειάζεται για να εκκινήσει ξανά είναι 1 με 3 λεπτά (χρόνος επανέναυσης).

Οι λαμπτήρες νατρίου υψηλής πίεσης εκπέμπουν ακτινοβολία σε όλο το ορατό φάσμα έχουν όμως κακό δείκτη χρωματικής απόδοσης αφού το εκπεμπόμενο φως ανήκει κυρίως στο

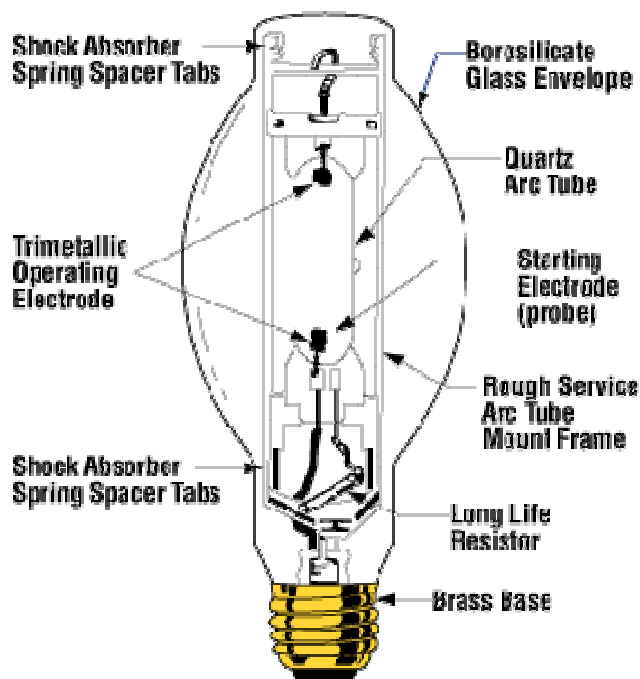
φάσμα μεταξύ 550 και 650 nm. Αυξάνοντας την πίεση του νατρίου πρακτικά αυξάνεται το ποσοστό της ακτινοβολίας σε μεγαλύτερα μήκη κύματος όμως η διάρκεια ζωής και η απόδοση του λαμπτήρα μειώνονται. Συνήθως ο χρόνος ζωής ενός λαμπτήρα νατρίου υψηλής πίεσης είναι περίπου 24000 ώρες και απόδοσή τους είναι αρκετά καλή αφού κυμαίνεται από 90 lm/W μέχρι και 120 lm/W.



Σχήμα 2.5 Φασματική κατανομή λαμπτήρα νατρίου υψηλής πίεσης

2.4 Λαμπτήρες υδραργύρου υψηλής πίεσης

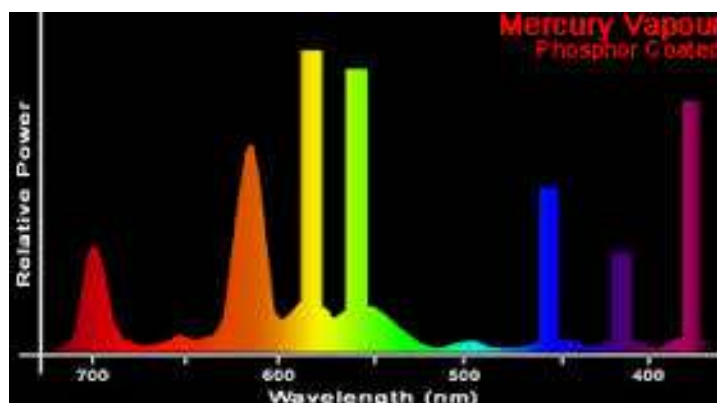
Στους λαμπτήρες υδραργύρου υψηλής πίεσης το τόξο δημιουργείται από τον ιονισμό του αεριοποιημένου υδραργύρου. Η εκκένωση λαμβάνει χώρα στον σωλήνα εκκένωσης που είναι κατασκευασμένος από χαλαζία και περιλαμβάνει μια ελάχιστη ποσότητα υδραργύρου και ένα αδρανές αέριο, συνήθως αργό, που βοηθάει στη δημιουργία του τόξου έναυσης. Ο χρόνος που απαιτείται μέχρι ο λαμπτήρας να αποδώσει το 80% της μέγιστης φωτεινής ροής του είναι περίπου 4 λεπτά (χρόνος έναυσης) ενώ σε περίπτωση που ο λαμπτήρας σβήσει χρειάζεται 3 με 7 λεπτά για να εκκινήσει ξανά (χρόνος επανέναυσης).



Σχήμα 2.6 Λαμπτήρας υδραργύρου υψηλής πίεσης

Οι λαμπτήρες υδραργύρου υψηλής πίεσης εκπέμπουν ακτινοβολία κατά ένα μέρος στο ορατό αλλά και στο υπεριώδες φάσμα όπως παρουσιάζεται και στο Σχήμα 2.7. Για τον λόγο αυτό ο σωλήνας εκκένωσης περικλείεται από έναν γυάλινο κώδωνα ο οποίος φέρει επικάλυψη λευκής πούδρας φωσφόρου η οποία έχει την ιδιότητα να μετατρέπει μέρος της αόρατης υπεριώδους ακτινοβολίας σε ορατό φως αυξάνοντας τη φωτεινή ροή και την απόδοση του λαμπτήρα.

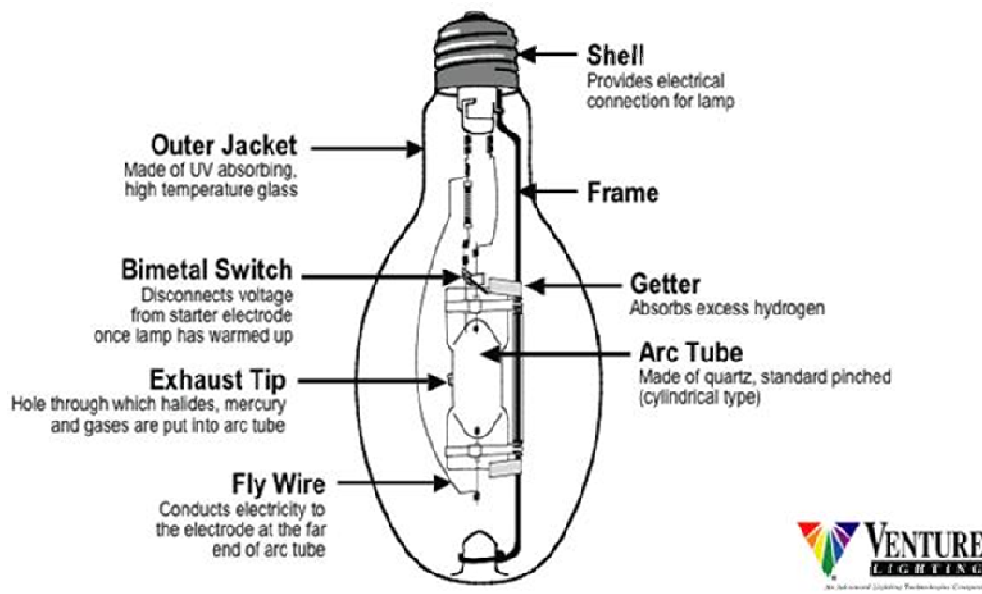
Ο χρόνος ζωής ενός λαμπτήρα υδραργύρου υψηλής πίεσης είναι περίπου 16000 ώρες ενώ το κύκλωμα λειτουργίας του προϋποθέτει την ύπαρξη ballast, οι απώλειες του οποίου αγγίζουν το 15% της ισχύος του λαμπτήρα.



Σχήμα 2.7 Φασματική κατανομή λαμπτήρα υδραργύρου υψηλής πίεσης

2.5 Λαμπτήρες μεταλλικών αλογονιδίων

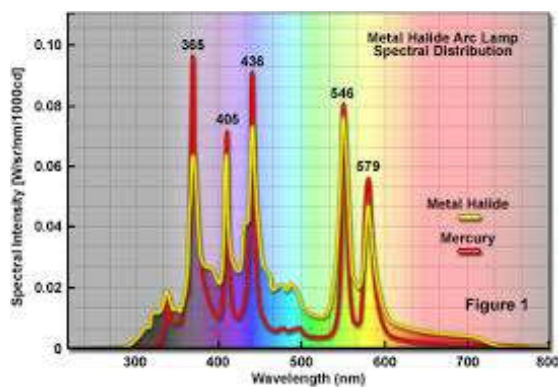
Στους λαμπτήρες μεταλλικών αλογονιδίων το τόξο δημιουργείται από τον ιονισμό αεριοποιημένου υδραργύρου σε συνδυασμό με αδρανές αέριο (συνήθως νέον και αργό), επιπρόσθετα όμως περιλαμβάνονται και μεταλλικά αλογονίδια. Κατά την εκκένωση οι υψηλές θερμοκρασίες που αναπτύσσονται στον σωλήνα εκκένωσης οδηγούν σε διάσπαση των αερίων σε μέταλλα και αλογονίδια.



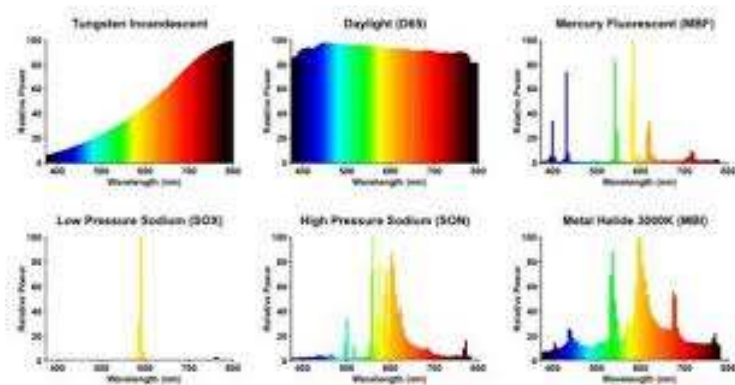
Σχήμα 2.8 Λαμπτήρας μεταλλικών αλογονιδίων

Το χρώμα που παράγεται από τη διάσπαση αυτή παρουσιάζει εντυπωσιακές ομοιότητες με το χρώμα του φωτός της ημέρας και αποτελεί βασικό χαρακτηριστικό των λαμπτήρων αυτών. Ο χρόνος που απαιτείται μέχρι ο λαμπτήρας να αποδώσει το 80% της συνολικής φωτεινής ροής του αλλά και να έχουμε χρωματική και ηλεκτρική ισορροπία (χρόνος έναυσης) είναι 2 με 10 λεπτά, ενώ ο χρόνος επανεκκίνησης (χρόνος επανέναυσης) τους μπορεί να αγγίζει τα 15 λεπτά.

Η διάρκεια ζωής τους ξεκινάει από τις 6500 ώρες και για κάποιους λαμπτήρες φτάνει τις 20.000 ώρες και ενεργειακή τους απόδοση είναι περίπου 100 lm/W.



Σχήμα 2.9 Φασματική κατανομή λαμπτήρα μεταλλικών αλογονιδίων



Σχήμα 2.10 Συγκριτική φασματική κατανομή διάφορων τύπων λαμπτήρων με το φως ημέρας

3^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

“ΦΩΤΙΣΤΙΚΑ ΣΩΜΑΤΑ”

3.1 Γενικά για τα φωτιστικά δρόμου

Φωτιστικό σώμα λέγεται η διάταξη η οποία αποτελείται από τον λαμπτήρα, τους ανακλαστήρες, το διαφανές κάλυμμα και το κυρίως σώμα και καλείται να στηρίξει τον λαμπτήρα, να τον προστατέψει από τις καιρικές συνθήκες, από βλαβερούς παράγοντες του εξωτερικού περιβάλλοντος και να φιλοξενήσει τις απαραίτητες συσκευές ρύθμισης τάσης, όπου αυτές χρειάζονται.

Σε ότι αφορά τα δομικά χαρακτηριστικά ενός φωτιστικού σώματος, οι ανακλαστήρες είναι κατασκευασμένοι από αλουμίνιο και αποσκοπούν στην κατανομή του φωτός του λαμπτήρα προς τις εκάστοτε επιθυμητές κατευθύνσεις, ορίζοντας έτσι, σε συνδυασμό με τα κατασκευαστικά χαρακτηριστικά και το είδος του λαμπτήρα, το πολικό διάγραμμα κατανομής της φωτεινής του έντασης. Το διαφανές κάλυμμα είναι κατασκευασμένο είτε από πλαστικό είτε από γυαλί με τη δεύτερη περίπτωση να αποτελεί μονόδρομο στις περιπτώσεις υψηλής ισχύος λαμπτήρων. Το σώμα που περικλείει την όλη διάταξη κατασκευάζεται από πολλά υλικά στις περισσότερες όμως περιπτώσεις είναι κατασκευασμένο από αλουμίνιο με ηλεκτροστατική βαφή.

Τα φωτιστικά σώματα που σχεδιάζονται για χρήση σε φωτισμό δρόμων έχουν ως σκοπό να παρέχουν χαμηλής θάμβωσης φωτισμό έτσι ώστε οι χρήστες του δρόμου να έχουν τη δυνατότητα να παρατηρήσουν πεζούς, οχήματα και άλλα αντικείμενα στον δρόμο. Η επιλογή του κατάλληλου για την κάθε περίπτωση φωτιστικού σώματος εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως είναι η οριζόντια και η κάθετη κατανομή φωτός του ίδιου του φωτιστικού, η απόσταση μεταξύ των ιστών, το ύψος ανάρτησης, το πλάτος του δρόμου κ.α. Επιπλέον, η επιλογή του φωτιστικού θα πρέπει να στοχεύει στην ελαχιστοποίηση της φωτορύπανσης.

Παράλληλα με όλα τα παραπάνω, ένα σωστά σχεδιασμένο σύστημα οδοφωτισμού θα πρέπει να χρησιμοποιεί φωτιστικά σώματα με όσο το δυνατόν, μεγαλύτερο βαθμό απόδοσης,

μικρότερη κατανάλωση ενέργειας, μεγαλύτερη διάρκεια ζωής και να είναι φιλικό προς το περιβάλλον, τόσο κατά τη διάρκεια κατασκευής, όσο και κατά τη διάρκεια λειτουργίας του.

3.2 Φωτομετρικά χαρακτηριστικά

Τα βασικά φωτομετρικά στοιχεία ενός φωτιστικού σώματος και τα στοιχεία της φωτιστικής του λειτουργίας δίνονται από τον κατασκευαστή και είναι:

Κατακόρυφη διασπορά: Ανάλογα με την απόσταση του σημείου πρόσπτωσης της μέγιστης φωτεινής έντασης από το φωτιστικό σώμα, η κατακόρυφη διασπορά αναλύεται σε βραχεία, μέση ή μακρά. Με βάση αυτό το χαρακτηριστικό υπολογίζεται η απόσταση μεταξύ των ιστών στήριξης των φωτιστικών σωμάτων. Πιο συνήθης είναι η μεσαία διασπορά, αφού η βραχεία απαιτεί μικρότερες αποστάσεις μεταξύ των ιστών και άρα περισσότερους ιστούς και αυξάνει το συνολικό κόστος της εγκατάστασης, ενώ η μακρά συνεπάγεται τη χρήση φωτιστικών σωμάτων semi-cut-off με κίνδυνο την αύξηση της φωτορύπανσης και την ενδεχόμενη θάμβωση των χρηστών του δρόμου.

Πλευρική διασπορά: Το μέγεθος αυτό καθορίζει τη μέγιστη ακτίνα πρόσπτωσης της φωτεινής έντασης του φωτιστικού σώματος κατά πλάτος του δρόμου. Με βάση την πλευρική διασπορά τα φωτιστικά σώματα κατατάσσονται σε πέντε τύπους, οι οποίοι αφορούν το πλάτος του δρόμου και την τοποθέτηση των φωτιστικών σωμάτων. Αυτοί οι τύποι είναι :

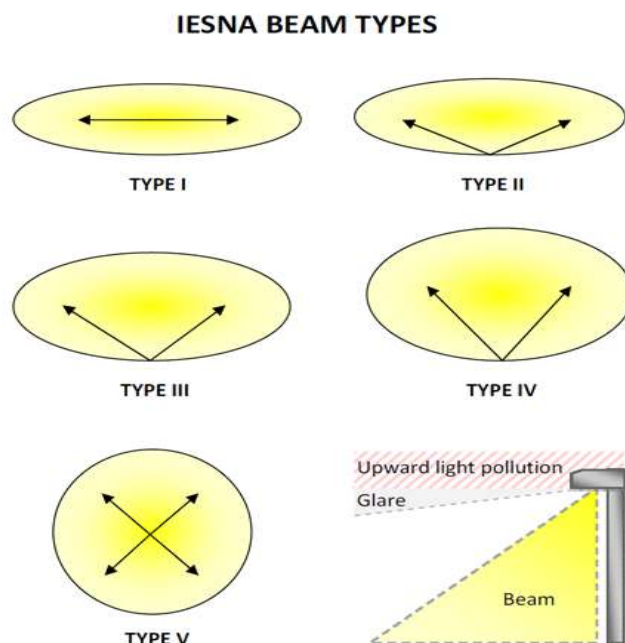
Ο τύπος I είναι μακρύς και στενός και εφαρμόζεται σε στενούς δρόμους,

Ο τύπος II συναντάται πιο συχνά και απευθύνεται σε αυτοκινητόδρομους με μεγαλύτερο πλάτος και περισσότερες από 2 λωρίδες κυκλοφορίας,

Ο τύπος III φωτίζει περισσότερο το δρόμο παρά το πεζοδρόμιο,

Ο τύπος IV είναι συμμετρικός,

Το τετραγωνικό τύπου V που χρησιμοποιείται ευρέως σε χώρους στάθμευσης

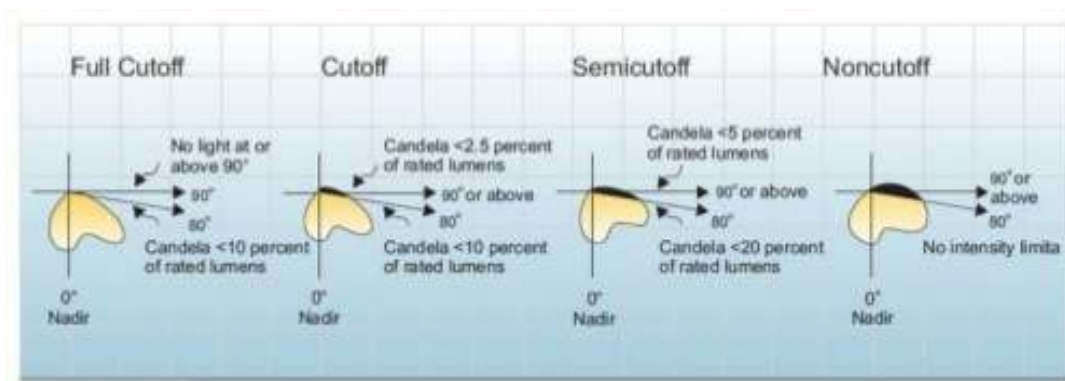


Σχήμα 3.1 Τύποι κατανομής φωτός κατά IESNA

Τα φωτιστικά σώματα τεχνολογίας LED συνδυάζουν όλα τα παραπάνω και τα επόμενα χρόνια θα αντικαταστήσουν τα φωτιστικά με συμβατικούς λαμπτήρες φωτισμού.

Συντελεστής Χρησιμοποίησης (Coefficient of Utilization ή CU): Εκφράζει το ποσοστό της φωτεινής ροής του λαμπτήρα που τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του φωτιστικού και οι ανακλαστικές του επιτρέπουν να φτάσει τελικά σε σημείο του οδοστρώματος.

Έλεγχος διάχυσης του φωτός: Με βάση τον τρόπο διάχυσης του φωτός, τα φωτιστικά χωρίζονται στις παρακάτω τέσσερις κατηγορίες: Non-cutoff, semicutoff, cutoff και full-cutoff όπως αυτά παρουσιάζονται στο Σχήμα 3.2



Σχήμα 3.2 Τύποι φωτιστικών με βάση τον τρόπο διάχυσης φωτός

1) Τα φωτιστικά non-cutoff διαχέουν το φως προς όλες τις κατευθύνσεις προκαλώντας φωτορρύπανση και θάμβωση στους οδηγούς, αποτελώντας παράλληλα τη λιγότερο αποδοτική λύση. Η χρήση τους σε φωτισμό δρόμων δεν συνίσταται.



Σχήμα 3.3 Φωτιστικό τύπου non-cutoff

2) Τα φωτιστικά **semi-cutoff** είναι κατασκευασμένα έτσι ώστε να διαχέουν το φως κάτω από τον ορίζοντα (επίπεδο 90°), αφήνοντας το πολύ ένα ποσοστό της τάξης του 5% να περνάει πάνω από το ύψος αυτό. Χρησιμοποιούνται εν γένει σε φωτισμό δρόμων, η ανάρτησή τους, όμως, δεν συνίσταται σε ιστούς χαμηλού ύψους γιατί ενδέχεται να προκαλέσουν θάμβωση στους οδηγούς. Χαρακτηριστικό παράδειγμα φωτιστικού τύπου semi-cutoff αποτελεί το φωτιστικό που παρουσιάζεται στο σχήμα 3.4



Σχήμα 3.4 Παράδειγμα φωτιστικού *semi-cutoff*

3) Τα φωτιστικά **cut-off** είναι καλύτερα στον έλεγχο της διάχυσης φωτός από τα αντίστοιχα *semi-cutoff*, καθώς επιτρέπουν το πολύ ένα ποσοστό φωτός της τάξης του 2,5% να διαρρέυσει πάνω από το επίπεδο των 90°. Επίσης, δεν συνίσταται η στήριξή τους σε ψηλούς στήλους. Έχουν μεγαλύτερη διάχυση φωτός σε σχέση με τα φωτιστικά *full-cutoff* που αναλύονται αμέσως παρακάτω. Παράδειγμα φωτιστικού τύπου *cutoff* παρουσιάζεται στο σχήμα 3,5.



Σχήμα 3.5 Φωτιστικό τύπου *cutoff*

4) Τα φωτιστικά τύπου **full-cutoff** δεν επιτρέπουν τη διαρροή φωτός άνω του επιπέδου των 90° και το κατευθύνουν προς την επιφάνεια υπό μία συγκεκριμένη γωνία που εξαρτάται από τα υπόλοιπα φωτομετρικά χαρακτηριστικά του εκάστοτε φωτιστικού. Είναι τα πλέον κατάλληλα φωτιστικά για στήριξη σε ψηλούς ιστούς. Αποτελούν μία αξιόλογη λύση ενάντια στο φαινόμενο της φωτορρύπανσης. Χαρακτηριστικό παράδειγμα τέτοιου τύπου φωτιστικού παρουσιάζεται στο σχήμα 3,6:



Σχήμα 3.6 Φωτιστικό τύπου *full-cutoff*

Αξίζει να σημειωθεί ότι το Ευρωπαϊκό Πρότυπο για το φωτισμό δρόμων, το οποίο αναλύεται περαιτέρω στο 4^ο Κεφάλαιο της παρούσας πτυχιακής εργασίας, έχει θεσπίσει, μεταξύ άλλων, τις προϋποθέσεις που πρέπει να πληρούνται ώστε να αποτρέπεται η θάμβωση του οδηγού. Στα πλαίσια αυτών των κανόνων, οι δρόμοι κατατάσσονται σε κλάσεις/κατηγορίες φωτεινής έντασης, ανάλογα με τον τύπο των φωτιστικών που χρησιμοποιούνται για τον φωτισμό τους. Οι κατηγορίες G1, G2 και G3 αντιστοιχούν στα semi-cutoff και cutoff φωτιστικά, ενώ οι κατηγορίες G4, G5 και G6 αντιστοιχούν στα full-cutoff φωτιστικά.

3.3 Συντήρηση φωτιστικών σωμάτων

Κατά τον σχεδιασμό ενός συστήματος οδοφωτισμού είναι πολύ σημαντικό να υπολογιστούν οι απώλειες φωτισμού. Όταν το σύστημα μας είναι καινούργιο, οι απώλειες αυτές είναι σχεδόν μηδαμινές με αποτέλεσμα στη φάση της μελέτης να έχουμε πολύ καλύτερη απόδοση από ότι στη πραγματικότητα.

Για να μπορέσουμε να υπολογίσουμε τις απώλειες αυτές, είναι πολύ σημαντικό να ορίσουμε ένα πλάνο συντήρησης, δηλαδή, αν και κάθε πόσα χρόνια θα γίνεται καθαρισμός των φωτιστικών σωμάτων και αντικατάσταση των κατεστραμένων λαμπτήρων.

Τα πλάνα συντήρησης μπορούν να είναι δύο ειδών:

- a) **Σταθερό πρόγραμμα συντήρησης:** Με το σταθερό πρόγραμμα συντήρησης ορίζονται (απο τον μελετητή) σταθεροί κύκλοι συντήρησης κατά τους οποίους γίνεται αντικατάσταση όλων των λαμπτήρων καθώς και καθαρισμός και συντήρηση των φωτιστικών σωμάτων.

- b) **Μεταβλητό πρόγραμμα συντήρησης:** Με το είδος αυτό της συντήρησης δεν υπάρχουν προγραμματισμένες ημερομηνίες συντήρησης αλλά η εγκατάσταση συντηρείται αμέσως μόλις παρουσιαστεί πρόβλημα (αντικατάσταση κατεστραμένου λαμπτήρα, καθαρισμός φωτιστικού με ιδιαίτερη ρύπανση κ.τ.λ). Με τη χρήση μεταβλήτου προγράμματος συντήρησης πετυχαίνουμε καλύτερο συντελεστή συντήρησης (MF) καθώς και το κόστος συντήρησης μειώνεται σημαντικά.

Το είδος αυτό της συντήρησης έχει πλεονέκτημα έναντι του σταθερού προγράμματος συντήρησης μειώνοντας το αρχικό και ενεργειακό κόστος της εγκατάστασης καθώς απαιτεί λιγότερα φωτιστικά σώματα.

Υπολογίζοντας τις απώλειες φωτισμού, και εισάγοντας τα φωτοτεχνικά χαρακτηριστικά του τέλους του κύκλου συντήρησης που έχουμε επιλέξει, στην μελέτη μας βλέπουμε ότι τελικά η απαιτούμενη φωτεινή ροή διαφοροποιείται σημαντικά με αποτέλεσμα σε πολλές περιπτώσεις να πρέπει να γίνουν αλλαγές στην μελέτη.

Οι απώλειες αυτές χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες :

I. Τις **μη αναστρέψιμες απώλειες** οι οποίες είναι

- ✓ Απώλειες ballast
- ✓ Θερμοκρασία περιβάλλοντος
- ✓ Τάση λειτουργίας
- ✓ Αλλοίωση επιφανειών φωτιστικού σώματος
- ✓ Τρόπος λειτουργίας φωτιστικού σώματος

II. Τις **αναστρέψιμες απώλειες** οι οποίες και μας ενδιαφέρουν και είναι

- ✓ Καταστροφή λαμπτήρων ή LBO (lamp burnout)
- ✓ Μείωση απόδοσης λόγω γήρανσης λαμπτήρα (LLD) Lamp Lumen Depreciation
- ✓ Μείωση απόδοσης λόγω ρύπανσης του φωτιστικού σώματος (LDD) Luminair Dirt Depreciation

Όπως είναι λογικό, ο κάθε συντελεστής υπολογίζεται με διαφορετικό τρόπο, και ακόμα ο ίδιος συντελεστής υπολογίζεται διαφορετικά σε συμβατικά συστήματα φωτισμού και διαφορετικά σε συστήματα οδοφωτισμού με χρήση λαμπτήρων led.

MF (Maintenance Factor): Ο συντελεστής αυτός είναι ο συντελεστής συντήρησης και εξαρτάται από τους επιμέρους συντελεστές (LLMF, LMF, LSF) που παρουσιάζονται πιο κάτω.

Όπως θα δούμε κύριο ρόλο στην τελική τιμή του συντελεστή συντήρησης παίζει το πλάνο συντήρησης που έχουμε επιλέξει καθώς και το είδος των φωτιστικών σωμάτων και των λαμπτήρων. Επίσης, πολύ σημαντικό είναι το περιβάλλον στο οποίο θα λειτουργήσει η εγκατάστασή μας, καθώς ένα ρυπογόνο περιβάλλον απαιτεί συχνότερο καθαρισμό των επιφανειών των φωτιστικών.

Η διεθνής επιτροπή φωτισμού (International Commission on Illumination, CIE) με την τεχνική οδηγία CIE 154:2003 δίνει σαφείς οδηγίες για τον υπολογισμό του MF καθώς κατηγοριοποιεί και τους επιμέρους συντελεστές σε πίνακες με βάση το είδος του φωτιστικού, τα έτη συντήρησης, τα είδη των λαμπτήρων και άλλα πολλά.

Η συγκεκριμένη τεχνική οδηγία είναι ένα σημαντικό βοήθημα για τον εκάστοτε μελετητή καθώς παρουσιάζει συγκεντρωμένα και υπεύθυνα πλήθος σημαντικών στοιχείων.

Ο υπολογισμός του συντελεστή δίνεται από την σχέση:

$$MF = LLMF * LSF * LMF$$

LSF (Lamp Survive Factor): Οι κατασκευαστές λαμπτήρων μας παρέχουν πληροφορίες για το ποσοστό θνησιμότητας των λαμπτήρων τους σε σχέση με τις ώρες λειτουργίας τους. Έτσι ο συντελεστής αυτός πρέπει να προσαρμόζεται ανάλογα με το πλάνο συντήρησης που έχουμε εφαρμόσει.

Παράδειγμα: Ο Κατασκευαστής δίνει στις 12000 ώρες λειτουργίας ένα ποσοστό 5% κατεστραμένων λαμπτήρων, οπότε ο συντελεστής LSF διαμορφώνεται στο 0,95 για τις ώρες αυτές.

Να σημειωθεί ότι ο χρόνος ζωής ενός λαμπτήρα θεωρείται ότι έχει παρέλθει όταν το 50% από ένα μεγάλο δείγμα όμοιων λαμπτήρων σταματήσει να λειτουργεί.

LLMF (Lamp Lumen Maintenance Factor): Όσο ένας λαμπτήρας πλησιάζει στο τέλος της ζωής του τόσο μειώνεται η απόδοσή του παράγοντας όλο και λιγότερο φως. Η μείωση αυτή εξαρτάται από το είδος του λαμπτήρα και είναι προβλεπόμενη σε κάθε περίπτωση. Αν υπάρχει πρόγραμμα συντήρησης ο LLMF προκύπτει από καμπύλες απομείωσης που υπάρχουν για κάθε είδος λαμπτήρα με βάση τις ώρες λειτουργίας του λαμπτήρα πριν την αντικατάστασή του.

Σε περίπτωση που δεν υπάρχει πλάνο προγραμματισμένης συντήρησης συνηθίζεται να χρησιμοποιείται ο LLMF που προκύπτει από το 40% του συνολικού χρόνου ζωής του λαμπτήρα. Υπάρχουν επίσης έτοιμες τιμές για τον LLMF για κάθε λαμπτήρα αλλά χρειάζεται προσοχή γιατί απέχουν αρκετά, τόσο μεταξύ τους, όσο και από τις καμπύλες με αποτέλεσμα να υπάρχει κίνδυνος λάθους. Μια αξιόπιστη πηγή πληροφοριών είναι η τεχνική οδηγία 154:2003 της CIE η οποία και μας δίνει τα στοιχεία στον πίνακα 3,1.

Πίνακας 3.1 Προσδιορισμός συντελεστή (LLMF).

Τύπος λαμπτήρα	Χρόνος λειτουργίας (ώρες σε χιλιάδες)				
	4	6	8	10	12
Νατρίου υψηλής πίεσης	0,98	0,97	0,94	0,91	0,90
Μεταλλικών αλογονιδίων	0,82	0,78	0,75	0,74	0,73
Υδραργύρου υψηλής πίεσης	0,87	0,63	0,80	0,78	0,76
Νατρίου χαμηλής πίεσης	0,98	0,96	0,93	0,90	0,67
Σωληνοειδής φθορισμού (τριφωσφορικές) (αλκαλικής φωσφοστάσης)	0,95	0,94	0,93	0,92	0,91
	0,82	0,78	0,74	0,72	0,71
Συμπαγής φθορίου	0,91	0,88	0,86	0,85	0,84

Σημείωση :Οι τιμές αναφέρονται σε μέση θερμοκρασία 25 °C, επομένως ελέγξτε την τοποθεσία.

LMF (Luminaire Maintenance Factor): Ο συντελεστής LMF εξαρτάται σε πολύ μεγάλο βαθμό από το είδος το φωτιστικού και από το περιβάλλον στο οποίο θα τοποθετηθεί. Όπως

μπορούμε να δούμε και στον παρακάτω πίνακα 3.2 οι τιμές επηρεάζονται πολύ από το πλάνο συντήρησης που έχουμε υιοθετήσει. (CIE 154-2003)

Πίνακας 3.2 Προσδιορισμός συντελεστή LMF

Προστασία έναντι εισόδου αντικειμένων με βάση την κατηγοριοποίηση IP	Κατηγορία ρύπανσης	Χρόνος έκθεσης (έτη)				
		1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
IP2X	Υψηλή	0,53	0,43	0,45	0,43	0,42
	Μεσαία	0,62	0,53	0,56	0,54	0,53
	Χαμηλή	0,82	0,80	0,79	0,73	0,78
IP5X	Υψηλή	0,89	0,87	0,84	0,30	0,76
	Μεσαία	0,90	0,83	0,86	0,34	0,82
	Χαμηλή	0,92	0,91	0,90	0,39	0,88
IP6X	Υψηλή	0,91	0,90	0,88	0,85	0,83
	Μεσαία	0,92	0,91	0,89	0,33	0,87
	Χαμηλή	0,93	0,92	0,91	0,90	0,90

Ο προσδιορισμός του κατα πόσο ρυπογόνο είναι ένα περιβάλλον δίνεται και πάλι από την τεχνική οδηγία CIE 154-2003

Χαμηλή: Όχι εργασίες που παράγουν καπνό ή σκόνη σε κοντινή απόσταση. Χαμηλή ρύπανση περιβάλλοντος. Χαμηλή κίνηση. Το επίπεδο αιωρούμενων σωματιδίων δεν ξεπερνά τα 150 μικρογραμμάρια ανά κυβικό μέτρο.

Μεσαία: Εργασίες που παράγουν περιστασιακά καπνό ή σκόνη σε κοντινή απόσταση. Περιστασιακά πυκνή κίνηση. Το επίπεδο αιωρούμενων σωματιδίων δεν ξεπερνά τα 600 μικρογραμμάρια ανά κυβικό μέτρο.

Υψηλή: Σύννεφα καπνού ή σκόνης παράγονται από κοντινές δραστηριότητες και συχνά σκεπάζουν τα φωτιστικά σώματα.

Θα πρέπει να σημειωθεί πάντως, ότι οι συγκεκριμένοι συντελεστές αφορούν συμβατικούς λαμπτήρες και όχι led. Οι λαμπτήρες led λόγω της σχετικά πρόσφατης ανάπτυξής τους, και του υπερβολικά μεγάλου χρόνου ζωής (70000-100000h) είναι δύσκολο ακόμη να κατηγοριοποιηθούν με βάση τους παραπάνω συντελεστές.

Το PACIFIC NORTHWEST NATIONAL LABORATORY σε μελέτη που διεξήγαγε το 2013 για το υπουργείο ενέργειας των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής προτείνει οι συντελεστές LLD και LBO να είναι και οι δύο μαζί 0,8 αναγνωρίζοντας ότι είναι ένας πολύ αυστηρός συντελεστής για μιας καλής ποιότητας φωτιστικά led θέτοντας όμως στον αντίποδα το γεγονός ότι δε θα χρειαστεί να συντηρηθούν ποτέ.

3.4 Κατηγοριοποίηση IP

Ένας ασφαλής τρόπος κατηγοριοποίησης των φωτιστικών δρόμου με βάση την αντοχή τους σε περιβαλλοντικές επιδράσεις και μηχανικές καταπονήσεις είναι ο δείκτης IP(Ingress Protection Code). Χρησιμοποιείται ευρέως στη βιομηχανία φωτισμού και θεωρείται πλέον αξιόπιστος.

Ο δείκτης IP κατατάσσει και βαθμονομεί το επίπεδο προστασίας από εισβολές στερεών αντικειμένων (συμπεριλαμβανομένων και ανθρώπινων μερών), σκόνης και υγρών σε μηχανικές δομές με ηλεκτρικό περιεχόμενο. Θεσπίστηκε από την International Electrotechnical Commission (IEC). Τα ψηφία του κώδικα φανερώνουν την συμμόρφωση με τις δοκιμασίες που πιστοποιούνται από τα συγκεκριμένα εργαστήρια.

Η μορφή του κώδικα παρουσιάζεται στον παρακάτω Πίνακα 3.1.

Πίνακας 3.3 Επεξήγηση κώδικα προστασίας IP

Είδος προστασίας	Προστασία έναντι στερεών αντικειμένων	Προστασία έναντι υγρών	Μηχανική Αντοχή
IP	0-6	0-8	0-9
Ένδειξη	Υποχρεωτικό	Υποχρεωτικό	Δεν χρησιμοποιείται

➤ Διαβάθμιση Αντοχής σε σωματίδια.

Πίνακας 3.4 Διαβάθμιση αντοχής σε στερεά σωματίδια

Πρώτο Ψηφίο	Μέγεθος αντικειμένου(mm)	Προστασία έναντι (Παραδείγματα)
0	-	Δεν προσφέρει προστασία

1	>50 mm	Προστασία από μεγάλα τμήματα του σώματος
2	>12.5mm	Προστασία από είσοδο δακτύλων ή παρόμοιων αντικειμένων
3	>2.5mm	Προστασία από εργαλεία, καλώδια, βίδες
4	>1.0 mm	Προστασία από τα περισσότερα καλώδια, βίδες κ.α.
5	Προστασία από σκόνη	Μερική είσοδος σκόνης χωρίς να επηρεάζει άμεσα την λειτουργία της συσκευής
6	Αποκλεισμός σκόνης	Πλήρης προστασία από στερεή εξωτερική επίδραση (στεγανότητα συσκευής)

➤ Διαβάθμιση Προστασίας έναντι εισόδου υγρών.

➤

Πίνακας 3.5 Διαβάθμιση προστασίας έναντι υγρών

Πρώτο Ψηφίο	Προστασία από	Ορισμός
0	Απροστάτευτο	-
1	Προστασία έναντι κάθετης πτώσης σταγόνων νερού	Δεν υπάρχουν επιπτώσεις από την κάθετη πτώση σταγόνων
2	Προστασία έναντι κάθετης πτώσης νερού, όταν το αντικείμενο έχει κλίση 15°	Δεν υπάρχουν βλαβερές επιπτώσεις κατά την διεξαγωγή της δοκιμασίας
3	Προστατευμένο έναντι ψεκαζόμενου νερού	Νερό που ψεκάζεται υπό γωνία έως 60° δεν έχει βλαβερές επιπτώσεις
4	Προστατευμένο έναντι νερού	Νερό που πετάγεται στο φωτιστικό από κάθε κατεύθυνση δεν έχει βλαβερές συνέπειες
5	Προστατευμένο έναντι εκτοξευμένου νερού	Νερό που εκτοξεύεται στο φωτιστικό από κάθε κατεύθυνση δεν έχει βλαβερές συνέπειες
6	Προστατευμένο έναντι ισχυρά εκτοξευμένου νερού	Νερό που εκτοξεύεται με μεγάλη ισχύ στο φωτιστικό από κάθε κατεύθυνση δεν έχει βλαβερές συνέπειες
7	Προστατευμένο έναντι προσωρινής βύθισης σε νερό	Καμία είσοδος νερού στο φωτιστικό όταν αυτό βυθίζεται προσωρινά σε νερό με συγκεκριμένες συνθήκες πίεσης και χρόνου
8	Προστατευμένο έναντι μόνιμης βύθισης σε νερό	Καμία είσοδος νερού στο φωτιστικό όταν αυτό βυθίζεται μόνιμα σε νερό με συγκεκριμένες συνθήκες πίεσης και χρόνου

Έτσι για παράδειγμα ένα φωτιστικό με δείκτη *IP66* έχει προστασία που προσδιορίζεται από τους παραπάνω πίνακες.

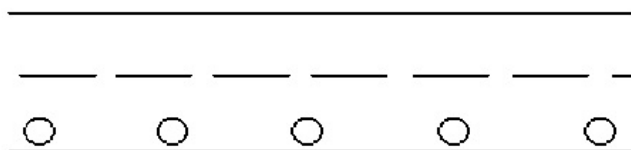
3.5 Ιστοί οδοφωτισμού

Η χρήση ενός φωτιστικού σώματος για φωτισμό δρόμων προϋποθέτει την ύπαρξη των κατάλληλων ιστών στήριξής του. Εξαίρεση στον κανόνα αυτόν αποτελούν οι περιπτώσεις φωτισμού σηράγγων καθώς και η περίπτωση αξονικής διάταξης, όπου δεν είναι απαραίτητη η ύπαρξη ιστών στήριξης. Ένας ιστός στήριξης κατασκευάζεται συνήθως από αλουμίνιο ή χάλυβα. Σε ορισμένες περιπτώσεις κατασκευάζεται και από οπλισμένο σκυρόδεμα. Η διατομή των ιστών είναι πολυγωνική ή και κυκλική, ιδιαίτερα στις περιπτώσεις ιστών από σκυρόδεμα. Στους ιστούς περιλαμβάνονται τα καλώδια τροφοδοσίας των φωτιστικών. Στην κορυφή τους τοποθετείται ο βραχίονας στήριξης του φωτιστικού σώματος, ο οποίος είναι σταθερής ή μεταβλητής κλίσης. Η κλίση αυτή παίζει σπουδαίο ρόλο σε μία μελέτη φωτισμού. Εξίσου σπουδαία σε μία φωτοτεχνική μελέτη είναι η επιρροή του ύψους των ιστών ανάρτησης του φωτιστικού σώματος. Μεγάλο ύψος ανάρτησης συνεπάγεται συνήθως καλύτερη ομοιομορφία και αποφυγή θάμβωσης, αλλά χαμηλότερη ένταση φωτισμού, ενώ αντίθετα από χαμηλότερα ύψη ιστών προκύπτουν ανεπιθύμητες τιμές ομοιομορφίας, οι οποίες για να διορθωθούν απαιτούν την ύπαρξη περισσότερων στύλων. Στύλοι μεγάλου ύψους προτιμώνται σε κόμβους και αυτοκινητόδρομους και αποφεύγονται σε κατοικημένες περιοχές.

3.6 Διατάξεις οδοφωτισμού

Ανάλογα με το είδος του δρόμου, με την περιοχή στην οποία αυτός βρίσκεται και γενικότερα με τις απαιτήσεις φωτισμού της υπό μελέτη εγκατάστασης, τα φωτιστικά σώματα διατάσσονται με διάφορους τρόπους κατά μήκος του δρόμου. Σκοπός σε κάθε περίπτωση είναι ο οδηγός να μη θαμβώνεται και να λαμβάνει την εικόνα ενός επαρκώς και ομοιογενώς φωτισμένου δρόμου, χωρίς να δημιουργούνται σκοτεινά «διάκενα» μέσα στα οποία τα διάφορα αντικείμενα δε θα είναι ορατά. Τα είδη διάταξης των φωτιστικών σωμάτων είναι τα εξής:

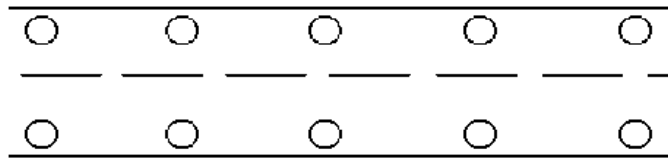
➤ Μονόπλευρη διάταξη:



Σχήμα 3.7 Μονόπλευρη διάταξη φωτιστικών

Στη μονόπλευρη διάταξη τα φωτιστικά βρίσκονται όλα στη μία μεριά του δρόμου. Εφαρμόζεται ως διάταξη σε περιπτώσεις όπου το ύψος των φωτιστικών είναι περίπου ίσο με το πλάτος του δρόμου. Κριτήριο για την επιλογή της συγκεκριμένης διάταξης μπορεί να αποτελέσουν παράγοντες όπως η ανάγκη για περισσότερο φωτισμό της μίας πλευράς του δρόμου λόγω συχνότερης κυκλοφορίας πεζών και οχημάτων στη συγκεκριμένη πλευρά.

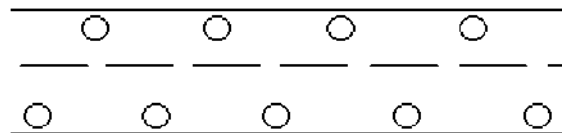
➤ Αμφίπλευρη διάταξη:



Σχήμα 3.8 Αμφίπλευρη διάταξη φωτιστικών

Η αμφίπλευρη διάταξη εφαρμόζεται γενικότερα σε περιπτώσεις όπου υπάρχουν υψηλότερες απαιτήσεις φωτισμού τις οποίες η μονόπλευρη διάταξη δε μπορεί να καλύψει, όπως σε δρόμους διπλής κυκλοφορίας ή δρόμους μεγάλου πλάτους. Τα φωτιστικά είναι τοποθετημένα το ένα απέναντι από το άλλο, αναλαμβάνοντας έτσι έκαστο το φωτισμό του μισού πλάτους του δρόμου.

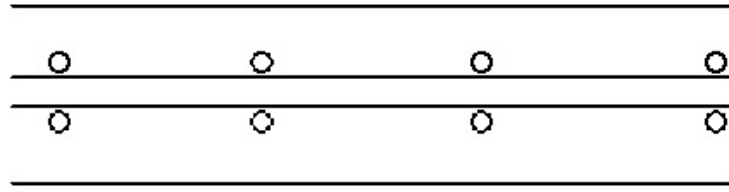
➤ Χιαστί διάταξη:



Σχήμα 3.9 Χιαστί διάταξη φωτιστικών

Στη χιαστί (ή εναλλασσόμενη) διάταξη τα φωτιστικά είναι τοποθετημένα το ένα απέναντι στο άλλο κατά τέτοιο τρόπο ώστε η προβολή ενός φωτιστικού στην απέναντι πλευρά του δρόμου να καταλήγει στο μέσο του ευθύγραμμου τμήματος που ορίζουν τα δύο απέναντι φωτιστικά. Η επιλογή των φωτιστικών γίνεται συνήθως με τέτοιο τρόπο ώστε κάθε φωτιστικό να μπορεί να φωτίζει επαρκώς το δρόμο καθ' όλο το πλάτος του.

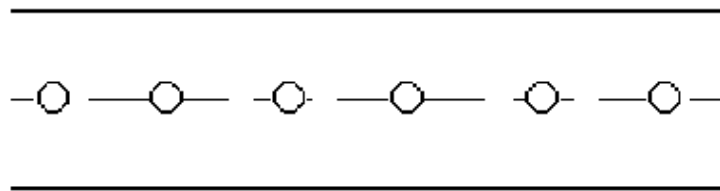
➤ Κεντρική διάταξη:



Σχήμα 3.10 Κεντρική διάταξη φωτιστικών

Η κεντρική διάταξη ενδείκνυται κυρίως για αυτοκινητόδρομους, για δρόμους ταχείας κυκλοφορίας ή γενικότερα για περιπτώσεις δρόμων με νησίδα στο μέσο του οδοστρώματος. Κατά την εφαρμογή της κεντρικής διάταξης δύο φωτιστικά σώματα στηρίζονται σε κάθε ιστό, γεγονός που συνεπάγεται χρήση λιγότερων ιστών.

➤ Αξονική Διάταξη:



Σχήμα 3.11 Αξονική διάταξη φωτιστικών

Στην αξονική διάταξη τα φωτιστικά βρίσκονται στο κέντρο του οδοστρώματος και αιωρούνται σε συρματόσκοινα, τα οποία με τη σειρά τους στερεώνονται συνήθως σε ιστούς στην άκρη του δρόμου. Εξασφαλίζει υψηλές τιμές ομοιομορφίας.

3.7 Συστήματα οδοφωτισμού

Το φως που παράγεται από τους λαμπτήρες μπορεί να κατευθυνθεί προς το οδόστρωμα με δύο διαφορετικού τρόπους:

- Με κατανομή φωτεινής ροής σε μία κατεύθυνση (unidirectional),
- Με κατανομή φωτεινής ροής σε δύο κατευθύνσεις (bidirectional).

3.7.1 Συστήματα οδοφωτισμού μίας κατεύθυνσης

Αυτό το σύστημα φωτισμού μπορεί να έχει δυο μορφές με κύρια διαφοροποίηση τους τις φωτεινές ακτίνες που εκπέμπουν. Τα φωτιστικά σώματα λοιπόν μπορεί να έχουν την ίδια κατεύθυνση με την κίνηση των οχημάτων ή να κατευθύνονται αντίθετα από αυτήν, με κατεύθυνση προς τον οδηγό.

Όταν η κατεύθυνση ακτινοβολιών και κίνησης οχημάτων είναι ίδια όλα τα αντικείμενα εμφανίζονται στον οδηγό φωτεινά σε ένα σκοτεινό περιβάλλον. Επιπροσθέτως, η χρήση των προβολέων των οχημάτων αυξάνει την ορατότητα, καθώς τα αντικείμενα εμφανίζονται ακόμη πιο φωτεινά σε σχέση με το περιβάλλον τους. Αυτό το σύστημα όμως έχει αρκετά μειονεκτήματα τα οποία είναι :

- Ο συντελεστής ανάκλασης της επιφάνειας του οδοστρώματος είναι αρκετά χαμηλός, με αποτέλεσμα να μην παράγεται αποτελεσματικό επίπεδο λαμπρότητας.
- Η χρήση ακτινοβολίας σε υψηλές κατακόρυφες γωνίες στο σύστημα αυτό, για να επιτρέψει μεγαλύτερες αποστάσεις μεταξύ των φωτιστικών σωμάτων, δεν προσφέρει οφέλη στην παραγωγή λαμπρότητας.
- Σε περιπτώσεις που η κατανομή αυτή χρησιμοποιεί πολύ δυνατή ένταση ακτινοβολίας (candela) λαμβάνει χώρα ένα φαινόμενο, κατά το οποίο το εσωτερικό του οχήματος φωτίζεται σε υψηλό επίπεδο, δημιουργώντας μία ενοχλητική λάμψη.
- Ένα τέτοιο σύστημα φωτισμού είναι αποτελεσματικό, όταν το φως δεν επιδρά στους οδηγούς της αντίθετης κατεύθυνσης.

Από την άλλη πλευρά στο σύστημα μονής κατεύθυνσης της ακτινοβολίας προς τον οδηγό, ο συντελεστής ανάκλασης της επιφάνειας του οδοστρώματος είναι κατά πολύ υψηλότερος από αυτόν του προαναφερθέντος συστήματος.

Επίσης, αυξάνοντας την κατακόρυφη γωνία ακτινοβολίας επιτυγχάνεται πιο αποτελεσματική παραγωγή λαμπρότητας. Έτσι, για κατακόρυφη γωνία ακτινοβολίας 80° η δυνατότητα παραγωγής λαμπρότητας είναι 10 φορές μεγαλύτερη της αντίστοιχης του συστήματος με κατεύθυνση ίδια με αυτή της κίνησης των οχημάτων. Παρόλη την αποδοτικότητα του συστήματος αυτού στην παραγωγή λαμπρότητας, το σύστημα έχει τα εξής μειονεκτήματα:

- Όταν οι κατακόρυφες γωνίες ακτινοβολίας γίνουν μεγάλες δημιουργείται θάμβωση, η οποία είναι απαγορευτική για τη χρήση του.
- Κάτω από σταθερό φωτισμό όλα τα αντικείμενα παρουσιάζονται σκοτεινά σε φωτεινό φόντο.

- Όταν ένα αντικείμενο βρίσκεται στη λειτουργική εμβέλεια των προβολέων των οχημάτων εξαφανίζεται εξαιτίας της εξίσωσης της λαμπρότητάς του με αυτή του περιβάλλοντός του και στη συνέχεια εμφανίζεται ξανά, καθώς οι προβολείς το καθιστούν πάλι φωτεινότερο του περιβάλλοντος μέσα στο οποίο γίνεται ορατό.

3.7.2 Σύστημα φωτισμού δύο κατευθύνσεων

Αυτά τα συστήματα φωτισμού χωρίζονται δυο κατηγορίες:

- 1) σε συμμετρικά συστήματα,
- 2) και ασύμμετρα συστήματα.

Η διάκριση μεταξύ των δύο συστημάτων σε σχέση με το συντελεστή αντίθεσης προκύπτει από τον Πίνακα 3.7 που ακολουθεί.

Πίνακας 3.6 Διαφοροποίηση με βάση το συντελεστή αντίθεσης (contrast)

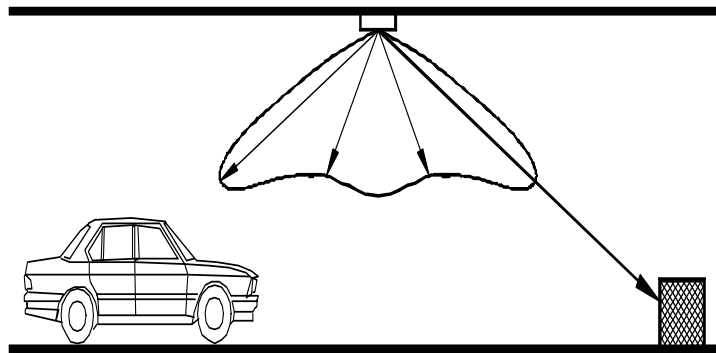
Σύστημα Φωτισμού	Συντελεστής αντίθεσης $q_c = L/E_v$
Συμμετρικό σύστημα	$\leq 0,2$
Ασύμμετρο σύστημα	$\geq 0,6$

3.7.2.1 Συμμετρικό σύστημα φωτισμού

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.

Τα συμμετρικά συστήματα χαρακτηρίζονται από ένα συντελεστή αντίθεσης λαμπρότητας περίπου 0,2 ή λιγότερο όταν η επιφάνεια του δρόμου είναι μαύρη άσφαλτος. Ανάλογα με την ανακλαστικότητα του αντικειμένου που βρίσκεται μπροστά, αυτό γίνεται ορατό είτε ως ένα σκοτεινό αντικείμενο σε ένα φωτεινό περιβάλλον (αρνητική αντίθεση), είτε ως φωτεινό αντικείμενο σε σκοτεινό περιβάλλον (θετική αντίθεση). Παρόλα αυτά αντικείμενα με ανακλαστικότητα που κυμαίνεται από 0,35–0,45 χαρακτηρίζονται από μία αντίθεση μεταξύ των τιμών -0,2 μέχρι +0,2, οι οποίες είναι κάτω από την κρίσιμη τιμή αντίθεσης για την ορατότητα. Σε αυτήν την περίπτωση το αντικείμενο είναι διακριτό στο περιβάλλον λαμπρότητας του οδοστρώματος. Στην πράξη τα αντικείμενα είναι πιο πολύπλοκα, με καμπύλες, διαφορετική υφή και γυαλιστερές επιφάνειες. Κάτω από αυτές τις πραγματικές

συνθήκες είναι πιθανό τουλάχιστον ένα τμήμα του αντικειμένου να έχει επαρκή αντίθεση λαμπρότητας για να γίνει ορατό από τον οδηγό.



Σχήμα 3.12 Συμμετρικό σύστημα φωτισμού

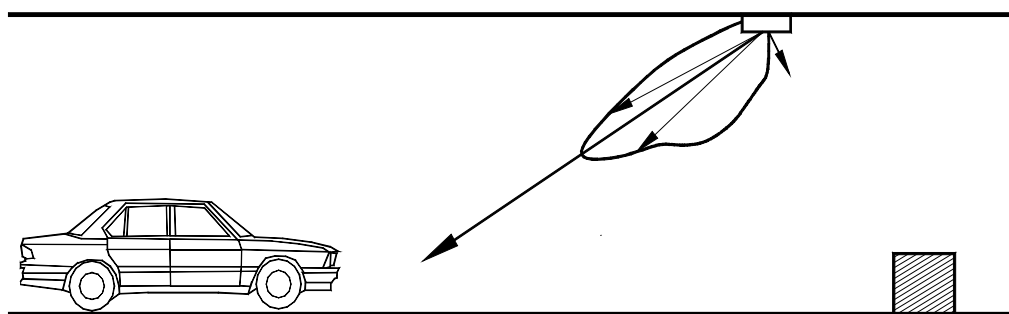
3.7.2.2 Ασύμμετρο σύστημα φωτισμού

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 τον φωτισμό κατά τον οποίο το φως κατευθύνεται κατά το μεγαλύτερο ποσοστό στην αντίθετη προς την ροή των οχημάτων κατεύθυνση. Η μέθοδος αυτή φωτισμού προέρχεται από την Ελβετία και χρησιμοποιείται συχνά στη Γερμανία, Αυστρία, Ιταλία, Γαλλία και Ολλανδία λόγω των οικονομικών και περιβαλλοντικών πλεονεκτημάτων που το χαρακτηρίζουν.

Βασικά πλεονεκτήματα του ασύμμετρου συστήματος είναι:

- Κάνει καλύτερη χρήση των προνομιακών δυνατοτήτων ανάκλασης της επιφάνειας του δρόμου και της διαθέσιμης απόδοσης των λαμπτήρων, με αποτέλεσμα η λαμπρότητα του οδοστρώματος να είναι διπλάσια από αυτή που δίνει το συμμετρικό σύστημα.
- Καθώς ο κατακόρυφος φωτισμός της πρόσψης του αντικειμένου πίσω από το φωτιστικό είναι σημαντικά χαμηλότερος από αυτόν του συμμετρικού συστήματος, αυξάνεται η αντίθεση μεταξύ του αντικειμένου και του οδοστρώματος.
- Βασικό χαρακτηριστικό αυτού του συστήματος φωτισμού είναι ότι τα αντικείμενα, ανεξάρτητα από την ανακλαστικότητά τους, είναι ορατά πάντα ως σκοτεινά αντικείμενα μέσα σε φωτεινό περιβάλλον. Για το λόγο αυτό τα φωτιστικά ασύμμετρου φωτισμού είναι

γνωστά και σαν φωτιστικά αρνητικής αντίθεσης λαμπρότητας. Τα συστήματα αυτά έχουν τυπικά έναν συντελεστή αντίθεσης λαμπρότητας τουλάχιστον 0,6.



Σχήμα 3.13 Ασύμμετρο σύστημα φωτισμού

Ο φωτισμός με ακτινοβολίες με διεύθυνση αυτήν της κυκλοφορίας (pro-beam lighting) είναι το αντίθετο σύστημα από αυτό του ασύμμετρου φωτισμού. Πειράματα με αυτήν την τεχνική φωτισμού που διενεργήθηκαν στον Καναδά οδήγησαν σε αποτελέσματα υψηλότερων τιμών αντίθεσης λαμπρότητας τόσο από το συμμετρικό σύστημα όσο και από το ασύμμετρο σύστημα με ακτίνες προς τον οδηγό.

Πίνακας 3.7 Συστήματα φωτισμού και μέσες Λαμπρότητες

Τύπος κατανομής	Μέση λαμπρότητα (cd/m^2)
Κατανομή σε δύο κατευθύνσεις (με συμμετρία)	
50°V beam (75°L)	1,93
55°V beam (75°L)	1,98
65°V beam (75°L)	2,04
70°V beam (75°L)	2,27
72°V beam (75°L)	2,49
60°L beam (67-1/2°V)	1,59
67,5°L beam (67-1/2°V)	1,82
50°V beam (67-1/2°V)	2,15
50°V beam (67-1/2°V)	2,71
Κατανομή σε μία κατεύθυνση	
Κατεύθυνση αυτή της κυκλοφορίας	
55°V beam	1.02
80° V beam	0.91

Κατεύθυνση αντίθετη της κυκλοφορίας	
55°V	4.33
80°V	9.30
Ασύμμετρη κατανομή (55°V)	
Κατεύθυνση αυτή της κυκλοφορίας	0,95
Κατεύθυνση αντίθετη της κυκλοφορίας	2,84

Από μια συνολική συγκριτική θεώρηση του ασύμμετρου και του συμμετρικού φωτισμού εξάγονται τα παρακάτω συμπεράσματα:

- 1) Τα ανακλαστικά χαρακτηριστικά της επιφάνειας του δρόμου προσφέρουν τη μέγιστη λαμπρότητα για τον ασύμμετρο φωτισμό για ίσο οριζόντιο φωτισμό.
- 2) Η οπτική καθοδήγηση, δηλαδή τα μέσα με τα οποία υποδεικνύεται η πορεία της διεύθυνσης του δρόμου, είναι καλύτερη για τον ασύμμετρο φωτισμό, καθώς οι πηγές του φωτός είναι πιο εμφανείς.
- 3) Ο ασύμμετρος φωτισμός προκαλεί μεγαλύτερο κίνδυνο θάμβωσης.
- 4) Ο συμμετρικός φωτισμός επιτυγχάνει καλύτερη ομοιομορφία της λαμπρότητας της επιφάνειας του οδοστρώματος.
- 5) Στον συμμετρικό φωτισμό απαιτούνται περισσότεροι λαμπτήρες και συνεπώς πιο περίπλοκα συστήματα τροφοδότησης και ελέγχου, καθώς και μεγαλύτερο κόστος συντήρησης.
- 6) Το ασύμμετρο σύστημα φωτισμού αποδείχθηκε πιο οικονομικό όσον αφορά στην κατανάλωση ενέργειας, καθώς επιτρέπει τη χρήση λαμπτήρων μικρότερης ροής.

Στον Πίνακα 3.7 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα μίας έρευνας για τα συστήματα φωτισμού, όπου δίνονται οι μέσες λαμπρότητες οδοστρώματος που παράγονται από λαμπτήρες υψηλής πίεσης νατρίου 400Watt, 50.000lumen και συντελεστή συντήρησης 1.

4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

“ΠΡΟΤΥΠΟ ΕΛΟΤ CEN/TR 13201”

4.1 Το ευρωπαϊκό πρότυπο 13201

Το πρώτο μέρος του Ευρωπαϊκού Προτύπου 13201 (Φωτισμός Δρόμων) περιγράφει τις παραμέτρους που καθορίζουν τον εξωτερικό δημόσιο φωτισμό σε περιοχές οδικής κυκλοφορίας, ενώ στο δεύτερο μέρος του καθορίζονται οι απαιτήσεις των επιδόσεων φωτισμού στις περιοχές αυτές.

Τέτοιες περιοχές είναι οι δημόσια προσβάσιμοι δρόμοι και γέφυρες ανεξάρτητα αν τις εκμεταλλεύεται το δημόσιο (Δήμος κλπ) ή κάποιος ιδιώτης.

Αυτό το Πρότυπο είναι εφαρμόσιμο σε εγκαταστάσεις φωτισμού που παρέχουν καλή ορατότητα στους χρήστες αυτών των περιοχών όταν επικρατεί σκοτάδι προκειμένου να εξασφαλίσουν την ασφάλεια και την ομαλή κυκλοφορία τους.

Τα διαφορετικά σενάρια φωτισμού, βάσει του Προτύπου, περιγράφονται από διάφορες παραμέτρους που διακρίνονται σε βασικές και ειδικές.

Οι βασικές παράμετροι παρουσιάζονται στον πίνακα 4.1

Πίνακας 4.1 Βασικές παράμετροι Προτύπου ΕΛΟΤ CEN/TR 13201.01

ΒΑΣΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ		
ΣΥΜΒΟΛΟ	ΤΙΤΛΟΣ	ΕΠΙΛΟΓΕΣ
B1	Η υπό μελέτη περιοχή (σχετική περιοχή)	
B2	Τύποι χρηστών στην ίδια σχετική περιοχή	M: Μηχανοκίνητα οχήματα S: Αργά κινούμενα οχήματα C: Ποδηλάτες P: Πεζοί
B2a	Κύριοι τύποι χρηστών	Συνδυασμός των M, S, C, P

B2b	Άλλοι επιτρεπόμενοι τύποι χρηστών	Συνδυασμός των M, S, C, P
B2c	Αποκλειόμενοι τύποι χρηστών	Συνδυασμός των M, S, C, P
B3	Τυπική ταχύτητα των κύριων τύπων χρηστών	Υψηλή (> 60 km/h) Μεσαία (> 30 and ≤ 60 km/h) Χαμηλή (> 5 and ≤ 30 km/h) Πολύ χαμηλή (βάδισμα)

Η κατηγοριοποίηση των περιοχών σε σύνολα καταστάσεων φωτισμού γίνεται με βάση τις βασικές παραμέτρους, όπως φαίνεται στον ακόλουθο Πίνακα 4.2:

Πίνακας 4.2 Σύνολα καταστάσεων φωτισμού

Τυπική ταχύτητα του κύριου τύπου χρηστών (B3)	Τύποι χρηστών στην ίδια σχετική περιοχή (B2) (B1)			Σύνολο καταστάσεων φωτισμού
	Κύριος τύπος χρηστών (B2α)	Άλλοι επιτρεπόμενοι τύποι χρηστών (B2β)	Αποκλειόμενοι τύποι χρηστών (B2ο)	
Υψηλή	M	-	S C P	A1
		S	C P	A2
		S C P	-	A3
Μέτρια	M S	C P	-	B1
	M S C	P	-	B2
	C	P	M S	C1
Χαμηλή	M P	-	S C	D1
		S C	-	D2
	M C	S P	-	D3
	M S C P	-	-	D4
Πολύ χαμηλή	P	-	M S C	E1
		M S C	-	E2

Οι ειδικές παράμετροι παρουσιάζονται στον πίνακα 4.3

Πίνακας 4.3 Ειδικές παράμετροι Προτύπου ΕΛΟΤ CEN/TR 13201.01

ΕΙΔΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ		
Περιοχή (Γεωμετρικά χαρακτηριστικά)		
ΣΥΜΒΟΛΟ	ΤΙΤΛΟΣ	ΕΠΙΛΟΓΕΣ
A1	Διαχωρισμός λωρίδων ή δρόμων	α) Ναι β) Όχι

A2	Τύπος διασταυρώσεων	α) Ανισόπεδοι κόμβοι β) Ισόπεδοι κόμβοι
A3α	Πυκνότητα ισόπεδων κόμβων και γεφυρών	α) > 3 km β) ≤ 3 km
A3β	Πυκνότητα διασταυρώσεων	α) < 3 διασταυρώσεις/km β) ≥ 3
A4	Περιοχή σύγκρουσης	α) Όχι β) Ναι
A5	Γεωμετρικά μέτρα ήπιας κυκλοφορίας	α) Όχι β) Ναι

ΕΙΔΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ (συνέχεια)		
Traffic		
ΣΥΜΒΟΛΟ ΤΙΤΛΟΣ		ΕΠΙΛΟΓΕΣ
T1	Κυκλοφοριακά δεδομένα	
T1α	Κυκλοφοριακή ροή σε οχήματα ανά ημέρα	a) < 4000 b) 4000 to 7000 c) 7000 to 15000 d) 15000 to 25000 e) 25000 to 40000 f) > 40000
T1b	Κυκλοφοριακή ροή σε ποδήλατα	a) Φυσιολογική b) Υψηλή
T1c	Κυκλοφοριακή ροή πεζών	a) Φυσιολογική b) Υψηλή
T2	Δυσκολίες στην οδήγηση	a) Φυσιολογική b) Υψηλή
T3	Σταθμευμένα οχήματα	a) Δεν υπάρχουν b) Υπάρχουν
T4	Αναγνώριση προσώπων	a) Δεν απαιτείται b) Απαιτείται

T5	Εγκληματικότητα	a) Φυσιολογική b) Υψηλή
Περιβαλλοντικές και λοιπές εξωτερικές επιδράσεις		
ΣΥΜΒΟΛΟ ΤΙΤΛΟΣ		ΕΠΙΛΟΓΕΣ
E1	Πολυπλοκότητα οπτικού πεδίου	a) Φυσιολογική b) Υψηλή
E2	Υπάρχων Φωτισμός περιβάλλοντος	a) Υπεραστικός b) Αστικός
E3	Καιρικές συνθήκες	a) Στεγνό b) Υγρό

Τα σύνολα των καταστάσεων φωτισμού που προσδιορίστηκαν στον Πίνακα 4.2 (με βάση τις βασικές παραμέτρους) εξειδικεύονται περαιτέρω με βάση ειδικές παραμέτρους και έτσι οδηγούν στην τελική κατηγοριοποίηση των σχετικών περιοχών (δρόμων). Έτσι έχοντας κάνει την κατηγοριοποίηση των οδών, κάνουμε χρήση του 2^{ου} μέρους του Προτύπου και προσδιορίζουμε τις ελάχιστες απαιτήσεις σε φωτισμό των περιοχών αυτών.

Παρακάτω δίνονται, με βάση τις ειδικές παραμέτρους, οι κατηγορίες (κλάσεις) φωτισμού των διαφόρων καταστάσεων φωτισμού, καθώς και οι ελάχιστες απαιτήσεις αυτών σε φωτισμό.

Πίνακας 4.4 Κατηγορίες φωτισμού ΜΕ για το σύνολο καταστάσεων φωτισμού ΑΙ

Βασικός τύπος καιρού (E3)	Διαχωρισμός κατευθύνσεων κυκλοφορίας	Τύπος διασταυρώσεων		Κυκλοφοριακή ροή σε οχήματα ανά ημέρα								
		Ανισόπεδο ι κόμβοι	Ισόπεδοι κόμβοι	< 15 000			15 000 έως 25 000			> 25 000		
		Αποστάσεις μεταξύ των Α.Κ. σε km	Πυκνότητα Διασταυρώσεις/km ²	←	o	→	←	o	→	←	o	→
Στεγνό	Ναι	>3		ME5	ME4	ME3	ME4	ME3	ME2	ME4	ME3	ME
		<3		ME4	ME3	ME2	ME4	ME3	ME2	ME3	ME2	ME
			<3	ME5	ME4	ME3	ME5	ME4	ME3	ME4	ME3	ME
			>3	ME4	ME4	ME3	ME4	ME3	ME2	ME3	ME2	ME
	Όχι	>3		ME4	ME3	ME2	ME3	ME2	ME1	ME3	ME2	ME
		<3		ME3	ME2	ME1	ME3	ME2	ME1	ME2	ME2	ME
			<3	ME4	ME4	ME3	ME4	ME3	ME2	ME3	ME2	ME
			>3	ME4	ME3	ME2	ME3	ME2	ME1	ME2	ME2	ME
Υγρό	Εξέτασε όπως για στεγνό οδόστρωμα αλλά επέλεξε τις αντίστοιχες κατηγορίες MEW											

Όπου τα «←», «→» και «ο» προσδιορίζονται από ειδικές παραμέτρους όπως φαίνεται στον παρακάτω Πίνακα 4.5

Πίνακας 4.5 Παράμετροι προσδιορισμού

Ζώνες σύγκρουσης (A1)	Πολυπλοκότητα οπτικού πεδίου (E4)	Δυσκολία οδήγησης (T2)	Περιβάλλον φωτισμός (E2)		
			Υπερ/κός πόλης	Αστικός	Κ.
Ναι	Κανονικό	Κανονική	←	←	Ο
		Μεγαλύτερη της κανονικής	ο	Ο	→
	Υψηλό	Κανονική	←	Ο	Ο
		Μεγαλύτερη της κανονικής	ο	→	→
Όχι					

Πίνακας 4.6 Κατηγορίες φωτισμού ME για το σύνολο καταστάσεων φωτισμού A2

Βασικός τύπος καιρού (E3)	Πυκνότητα διασταυρώσεων (A3b)	Κυκλοφοριακή ροή σε οχήματα ανά ημέρα (T 1a)					
		< 7000			> 7000		
		←	0	→	←	0	→
Στεγνό	< 3 διασταυρώσεις/km	ME5	ME5	ME4a	ME4a	ME3a	ME3a
	≥ 3 διασταυρώσεις/km	ME5	ME4a	ME3a	ME4a	ME3a	ME 2
Βρεγμένο		Επιλογή όπως παραπάνω, με κατηγορίες φωτισμού MEW					

Όπου τα «←», «→» και «ο» προσδιορίζονται από ειδικές παραμέτρους όπως φαίνεται στον παρακάτω Πίνακα 4.7

Πίνακας 4.7 Παράμετροι προσδιορισμού

Περιοχή σύγκρουσης (A4)	Πολυπλοκότητα οπτικού πεδίου (E1)	Δυσκολίες στην οδήγηση (T2)	Υπάρχων Φωτισμός περιβάλλοντος (E2)		
			Υπεραστικός	Αστικός	Κέντρο πόλης
Όχι	Φυσιολογική	Φυσιολογική	←	←	Ο
		Υψηλή	Ο	ο	→

	Υψηλή	Φυσιολογική	←	ο	Ο
		Υψηλή	Ο	→	→
Ναι			→ ^a		
Για τις περιοχές σύγκρουσης (διασταυρώσεις) το συνιστώμενο κριτήριο σχεδιασμού είναι η λαμπρότητα. Οπου οι αποστάσεις θέασης είναι μικρές > 60 m και άλλοι παράγοντες αποτρέπουν την χρήση της λαμπρότητας μπορεί να χρησιμοποιηθεί το κριτήριο της φωτεινής έντασης.					

Πίνακας 4.8 Κατηγορίες φωτισμού ME για το σύνολο καταστάσεων φωτισμού A3

Βασικός Τύπος καιρού (E3)	Διαχωρισμός κατευθύνσεων κυκλοφορίας (A1)	Πυκνότητα διασταυρώσεων (A3b)	Κυκλοφοριακή ροή σε οχήματα ανά ημέρα (T 1α)											
			< 7 000			≥ 7 000 and< 15 000			≥ 15 000 and < 25 000			≥ 25 000		
			←	O	→	←	o	→	←	o	→	←	o	→
Στεγνό	Ναι	< 3 διασταυρώσεις /km	ME5	ME5	ME4 a	ME5	ME5	ME4a	ME5	ME4 a	ME3 b	ME4 a	ME3 b	ME3 b
		≥ 3 διασταυρώσεις /km	ME5	ME4 a	ME3 b	ME4 a	ME4 a	ME3b	ME4 a	ME3 b	ME 2	ME3 b	ME 2	ME 2
	Όχι	< 3 διασταυρώσεις /km	ME5	ME4 a	ME3 b	ME4 a	ME4 a	ME3b	ME4 a	ME3 b	ME 2	ME3 b	ME 2	ME 2
		≥ 3 διασταυρώσεις /km	ME4 a	ME3 b	ME3 b	ME3 b	ME3 b	ME 2	ME3 b	ME 2	ME 2	ME3 b	ME 2	ME1
Βρεγμένο			Επιλογή όπως παραπάνω, με κατηγορίες φωτισμού MEW											

Πίνακας 4.9 Κατηγορίες φωτισμού ME για το σύνολο καταστάσεων φωτισμού B1

Βασικός Τύπος καιρού (E3)	Γεωμετρικά μέτρα ήπιας κυκλοφορίας (A5)	Πυκνότητα διασταυρώσεων (A3b)	Δυσκολίες στην οδήγηση (T2)	Κυκλοφοριακή ροή σε οχήματα ανά ημέρα (T 1a)					
				< 7000 > 7000					
				←	O	→	←	O	→
Στεγνό	Όχι	< 3 διασταυρώσεις	Φυσιολογική	ME6	ME5	ME4b	ME5	ME4b	ME3c
			Υψηλή	ME5	ME4b	ME3c	ME5	ME4b	ME3c
		≥ 3 διασταυρώσεις	Φυσιολογική	ME5	ME4b	ME3c	ME4b	ME4b	ME3c
			Υψηλή	ME4b	ME3c	ME2	ME3c	ME3c	ME2

	Ναι	Επιλογή όπως παραπάνω αλλά επιλέγουμε -1 μόνο στην περιοχή με γεωμετρικά μέτρα ήπιας κυκλοφορίας
Βρεγμένο		Επιλογή όπως παραπάνω, με κατηγορίες φωτισμού MEW
Όπου το κριτήριο της λαμπρότητας δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί κάνουμε χρήση του κριτηρίου της φωτεινής έντασης. Σύγκριση των κλάσεων CE σε σχέση με τις συνιστώμενες κλάσεις ME μπορεί να γίνει στον πίνακα 4.20		

Πίνακας 4.10 Κατηγορίες φωτισμού ME για το σύνολο καταστάσεων φωτισμού B2

Βασικός Τύπος καιρού (E3)	Γεωμετρικά μέτρα ήπιας κυκλοφορίας (A5)	Πυκνότητα διασταυρώσεων (A3β)	Δυσκολίες στην οδήγηση (T2)	Κυκλοφοριακή ροή σε οχήματα ανά ημέρα (T1α)					
				< 7000			> 7000		
				←	0	→	←	0	→
Στεγνό	Όχι	< 3	Φυσιολογική	ME5	ME5	ME4b	ME4b	ME4b	ME3c
			Υψηλή	ME4b	ME4b	ME3c	ME4b	ME4b	ME3c
		≥ 3	Φυσιολογική	ME4b	ME3c	ME2	ME3c	ME3c	ME2
			Υψηλή	ME3c	ME3c	ME2	ME3c	ME3c	ME2
	Ναι			Επιλογή όπως παραπάνω αλλά επιλέγουμε -1 μόνο στην περιοχή με γεωμετρικά μέτρα ήπιας κυκλοφορίας					
Βρεγμένο				Επιλογή όπως παραπάνω, με κατηγορίες φωτισμού MEW					
Όπου το κριτήριο της λαμπρότητας δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί κάνουμε χρήση του κριτηρίου της φωτεινής έντασης. Σύγκριση των κλάσεων CE σε σχέση με τις συνιστώμενες κλάσεις ME μπορεί να γίνει στον πίνακα 4.21									

Όπου τα «←», «→» και «ο» για το σύνολο καταστάσεων φωτισμού B1 και B2, προσδιορίζονται από ειδικές παραμέτρους όπως φαίνεται στον παρακάτω Πίνακα 4.11:

Πίνακας 4.11 Ειδικές παράμετροι για το σύνολο καταστάσεων φωτισμού B1 και B2

Περιοχή σύγκρουσης (A4)	Πολυπλοκότητα οπτικού πεδίου (E1)	Σταθμευμένα οχήματα (T3)	Υπάρχων Φωτισμός περιβάλλοντος (E2)					
			Υπεραστικός		Αστικός		Κέντρο πόλης	
			Ροή ποδηλάτων(T1b)		Ροή ποδηλάτων (T1b)		Ροή ποδηλάτων(T1b)	
			Φυσιολογική	Υψηλή	Φυσιολογική	Υψηλή	Φυσιολογική	Υψηλή
Όχι	Φυσιολογική	Δεν υπάρχουν Υπάρχουν	←	O	←	ο	O	O
			O	→	O	→	→	→
	Υψηλή	Δεν υπάρχουν Υπάρχουν	O	O	O	ο	O	O
			O	O	→	→	→	→
Ναι			→ ^A					
Για τις περιοχές σύγκρουσης (διασταυρώσεις) το συνιστώμενο κριτήριο σχεδιασμού είναι η λαμπρότητα. Όπου οι αποστάσεις θέασης είναι μικρές > 60 m και άλλοι παράγοντες αποτρέπουν την χρήση της λαμπρότητας μπορεί να χρησιμοποιηθεί το κριτήριο της φωτεινής έντασης. Σύγκριση των κλάσεων CE σε σχέση με τις συνιστώμενες κλάσεις ME μπορεί να γίνει στον πίνακα 4.20								

Πίνακας 4.12 Κατηγορίες φωτισμού Σγια το σύνολο καταστάσεων φωτισμού C1

Γεωμετρικά μέτρα ήπιας κυκλοφορίας (A5)	Εγκληματικότητα(T5)	Αναγνώριση προσώπων (T4)	Ροή ποδηλάτων(T1b)					
			Φυσιολογική			Υψηλή		
			←	0	→	←	0	→
Όχι	Φυσιολογική	Δεν απαιτείται	S6	S5	S4	S5	S4	S3
	Υψηλή	Απαιτείται	S5	S4	S3	S4	S3	S2
			S4	S3	S2	S3	S2	S1
Ναι			S3	S2	S1	S3	S2	S1

Πίνακας 4.13 Κατηγορίες φωτισμού CE για το σύνολο καταστάσεων φωτισμού D1, D2

Γεωμετρικά μέτρα ήπιας κυκλοφορίας (A5)	Εγκληματικότητα (T5)	Αναγνώριση προσώπων (T4)	Δυσκολίες στην οδήγηση (T2)	Συχνότητα κυκλοφορίας πεζών(T1c)					
				Φυσιολογική			Υψηλή		
				←	0	→	←	0	→

Όχι	Φυσιολογική	Δεν απαιτείται	Φυσιολογική	CE5	CE5	CE4	CE5	CE4	CE3
			Υψηλή	CE5	CE4	CE3	CE4	CE3	CE2
		Απαιτείται	Φυσιολογική	CE4	CE4	CE4	CE4	CE4	CE3
	Υψηλή		CE4	CE4	CE3	CE4	CE3	CE2	
	Υψηλή		Φυσιολογική	CE4	CE4	CE3	CE4	CE3	CE3
		Υψηλή	CE4	CE3	CE2	CE3	CE2	CE2	
Ναι				Επιλογή όπως παραπάνω αλλά επιλέγουμε ≤ 4 μόνο στην περιοχή με γεωμετρικά μέτρα					
Επιπλέον ES και EV κατηγοριοποιήσεις που ενδείκνυται για την κατηγοριοποίηση CE υπάρχουν στον πίνακα 4.22									

Όπου τα «←», «→» και «ο» για το σύνολο καταστάσεων φωτισμού C1, D1 και D2, προσδιορίζονται από ειδικές παραμέτρους όπως φαίνεται στον παρακάτω Πίνακα 4.14:

Πίνακας 4.14 Ειδικές παράμετροι καταστάσεων φωτισμού C1, D1 και D2

Υπάρχων Φωτισμός περιβάλλοντος (E2)		
Υπεραστικός	Αστικός	Κέντρο πόλης
←	O	→

Πίνακας 4.15 Κατηγορίες φωτισμού S για το σύνολο καταστάσεων φωτισμού D3, D4

Γεωμετρικά μέτρα ήπιας κυκλοφορίας (A5)	Σταθμευμένα οχήματα (T3)	Δυσκολίες στην οδήγηση (T2)	Συχνότητα κυκλοφορίας πεζών και ποδηλάτων (T1b, c)					
			Φυσιολογική			Υψηλή		
			←	ο	→	←	Ο	→
Όχι	Δεν υπάρχουν	Φυσιολογική	S6	S5	S4	S5	S4	S3
		Υψηλή	S5	S4	S3	S4	S3	S2
	Υπάρχουν	Φυσιολογική	S5	S4	S3	S4	S3	S2
		Υψηλή	S4	S3	S2	S3	S2	S1
Ναι			Επιλογή όπως παραπάνω αλλά επιλέγουμε ≤ 4 μόνο στην περιοχή με γεωμετρικά μέτρα ήπιας κυκλοφορίας					
Εναλλακτικά η κατηγοριοποίηση της κλάσης Α σε σχέση με την κλάση S μπορεί να γίνει στον πίνακα 4.22 Επιπλέον οι ES και EV κατηγοριοποιήσεις που ενδείκνυται για την κατηγοριοποίηση CE υπάρχουν στον πίνακα 4.23								

Όπου τα «←», «→» και «ο» για το σύνολο καταστάσεων φωτισμού D3 και D4, προσδιορίζονται από ειδικές παραμέτρους όπως φαίνεται στον παρακάτω Πίνακα 4.16:

Πίνακας 4.16 Ειδικοί παράμετροι το σύνολο καταστάσεων φωτισμού D3, D4

Πολυπλοκότητα οπτικού πεδίου (E1)	Εγκληματικότητα (T5)	Αναγνώριση προσώπων (T4)	Υπάρχων φωτισμός περιβάλλοντος (E2)		
			Υπεραστικός	Αστικός	Κέντρο πόλης
Φυσιολογική	Φυσιολογική	Δεν απαιτείται	←	Ο	Ο
			←	Ο	→
	Υψηλή	Απαιτείται	Ο	→	→
Υψηλή	Φυσιολογική	Δεν απαιτείται	Ο	Ο	Ο
			Ο	→	→
	Υψηλή	Απαιτείται	→	→	→

Πίνακας 4.17 Κατηγορίες φωτισμού S για το σύνολο καταστάσεων φωτισμού E1

Εγκληματικότητα (T5)	Αναγνώριση προσώπων (T4)	Συχνότητα κυκλοφορίας πεζών(T1c)					
		Φυσιολογική			Υψηλή		
		←	Ο	→	←	Ο	→
Φυσιολογική	Δεν απαιτείται	S6	S5	S4 ^a	S5	S4	S3 ^a
	Απαιτείται	S5	S4	S3 ^b	S4	S3	S2 ^b
Υψηλή		S3	S2	S1 ^b	S2	S1	CE2 ^b

Πίνακας 4.18 Κατηγορίες φωτισμού S για το σύνολο καταστάσεων φωτισμού E2

Εγκληματικότητα (T5)	Αναγνώριση προσώπων (T4)	Συχνότητα κυκλοφορίας πεζών(T1c)					
		Φυσιολογική			Υψηλή		
		←	Ο	→	←	ο	→
Φυσιολογική	Δεν απαιτείται	S5	S4	S3 ^a	S4	S3	S2 ^a
	Απαιτείται	S3	S2	S1 ^b	S3	S2	S1 ^b
Υψηλή		S2	S1	CE2 ^b	S2	S1	CE2 ^b

Όπου τα «←», «→» και «ο» για το σύνολο καταστάσεων φωτισμού E1 και E2, προσδιορίζονται από ειδικές παραμέτρους όπως φαίνεται στον παρακάτω Πίνακα 4.19:

Πίνακας 4.19 Ειδικές παράμετροι για το σύνολο καταστάσεων φωτισμού E1 και E2

Υπάρχων Φωτισμός περιβάλλοντος (E2)		
Υπεραστικός	Αστικός	Κέντρο πόλης
←	O	→

Πίνακας 4.20 Συγκρίσιμες κατηγορίες/κλάσεις φωτισμού δρόμων

CE 0	ME 1	ME 2	ME 3	ME 4	ME 5	ME 6		
	MEW 1	MEW 2	MEW 3	MEW 4	MEW 5			
	CE 1	CE 2	CE 3	CE 4	CE 5			
			S 1	S 2	S 3	S 4	S 5	S 6
ΓΙΑ ME / MEW κατηγοριοποιήσεις : CIE αντανάκλαση επιφανειών δρόμων έκδοση 66:1984, πίνακας C.2.								

Οι παραπάνω πίνακες δίνουν τις απαιτήσεις και προτάσεις κατηγοριών φωτισμού βασιζόμενοι στη λαμπρότητα ή οριζόντια ένταση φωτισμού. Αν υπάρχει προτίμηση για κατηγοριοποίηση βασιζόμενοι εναλλακτικά στην ημισφαιρική ένταση φωτισμού, μπορούν να εφαρμοστούν τα όρια φωτισμού για τις κατηγορίες/κλάσεις A, που παρουσιάζουν συγκρίσιμα επίπεδα φωτισμού με τις κατηγορίες/κλάσεις S ως ακολούθως:

Πίνακας 4.21 Όρια για τις κλάσεις A σε σύγκριση με τις κλάσεις S

Κλάση αναφοράς	S1	S2	S3	S4	S5	S6
Εναλλακτική κλάση		A1	A2	A3	A4	A5

Ομοίως, αν υπάρχει προτίμηση για κατηγοριοποίηση βασιζόμενοι πέρα από την οριζόντια και στην ημικυλινδρική ή κατακόρυφη ένταση φωτισμού, μπορούν να εφαρμοστούν τα όρια φωτισμού για τις κατηγορίες/κλάσεις E8 ή EV επιπροσθέτως αυτών για τις κατηγορίες/κλάσεις OE ή 3, ως ακολούθως:

Πίνακας 4.22 Όρια φωτισμού για τις κατηγορίες/κλάσεις E8 ή EV για τις κατηγορίες/κλάσεις OE ή 3

Κλάση αναφοράς	CE0	CE1	CE2	CE3 S1	CE4 S2	CE5 S4 S3	S4	S5 ES8	SE6 ES9
Εναλλακτικές επιπρόσθετες κλάσεις	ES1	ES2 EV3	ES3 EV4	ES4 EV5	ES5	ES6	ES7		

Οι απαιτήσεις φωτισμού των κατηγοριών/κλάσεων φωτισμού που αναφέρθηκαν παραπάνω δίνονται στους παρακάτω Πίνακες 4.23÷4.29.

Οι κατηγορίες/κλάσεις φωτισμού ME και MEW αφορούν οδηγούς μηχανοκίνητων οχημάτων (motorized vehicles) για οδήγηση σε δρόμους κυκλοφορίας και δρόμους κατοικημένων περιοχών, επιτρέποντας μεσαίες με μεγάλες ταχύτητες. Επίσης οι κατηγορίες/κλάσεις φωτισμού ME παρουσιάζουν αυξημένες απαιτήσεις σε φωτισμό καθώς πάμε από την ME6, ME5, ..., ME1. Ομοίως, και οι άλλες κατηγορίες/κλάσεις φωτισμού παρουσιάζουν αυξημένες απαιτήσεις καθώς τα νούμερα μειώνονται.

Πίνακας 4.23 Κατηγορίες /Κλάσεις Φωτισμού ME

Κατηγορία	Λαμπρότητα επιφανείας οδοστρώματος σε στεγνή κατάσταση			Θάμβωση	Φωτισμός περιβάλλοντος
	L_{incd}/m^2 [Ελάχιστη απαιτούμενη]	U_o [Ελάχιστη]	U_l [Ελάχιστη]	TI in % ^a [Μέγιστη]	SR^{2b} [Ελάχιστη]
ME1	2,0	0,4	0,7	10	0,5
ME2	1,5	0,4	0,7	10	0,5
ME3a	1,0	0,4	0,7	15	0,5
ME3b	1,0	0,4	0,6	15	0,5
ME3c	1,0	0,4	0,5	15	0,5
ME4a	0,75	0,4	0,6	15	0,5
ME4b	0,75	0,4	0,5	15	0,5
ME5	0,5	0,35	0,4	15	0,5
ME6	0,3	0,35	0,4	15	καμία απαίτηση

^aAn increase of 5 percentage points in TI can be permitted where low luminance light sources are used. (see note 6) ^b This criterion can be applied only where there are no traffic areas with their own requirements adjacent to the carriageway.

Πίνακας 4.24 Κατηγορίες/Κλάσεις Φωτισμού MEW

Κατηγορία	Λαμπρότητα επιφανείας οδοστρώματος σε στεγνή ή βρεγμένη κατάσταση			Θάμβωση		Φωτισμός περιβάλλοντος
	Στεγνό			Βρεγμένο		
	L_{incd}/m^2 [Ελάχιστη]	U_o [Ελάχιστη]	U_1^a [Ελάχιστη]	U_o [Ελάχιστη]	TI in % ^b [Μέγιστη]	SR^c [Ελάχιστη]
MEW1	2,0	0,4	0,6	0,15	10	0,5
MEW2	1,5	0,4	0,6	0,15	10	0,5
MEW3	1,0	0,4	0,6	0,15	15	0,5
MEW4	0,75	0,4	καμία απαίτηση	0,15	15	0,5
MEW5	0,5	0,35	καμία απαίτηση	0,15	15	0,5

^a The application of this criterion is voluntary, but it can be applied on motorways.
^b An increase of 5 percentage points in TI can be permitted where low luminance light sources are used. (see note 6)
^c This criterion can only be applied where there are no traffic areas with their own requirements adjacent to the carriageway.

Οι κατηγορίες/κλάσεις φωτισμού CE αφορούν οδηγούς μηχανοκίνητων οχημάτων (motorized vehicles) καθώς και άλλους χρήστες των δρόμων σε περιοχές όπως εμπορικούς δρόμους, διασταυρώσεις δρόμων κάποιας πολυπλοκότητας κλπ.

Πίνακας 4.25: Κατηγορίες/Κλάσεις Φωτισμού CE

Κατηγορία	Οριζόντια ένταση φωτισμού	
	E_{inlx} [Ελάχιστη απαιτούμενη]	U_o [Ελάχιστη]
CE0	50	0,4
CE1	30	0,4
CE2	20	0,4
CE3	15	0,4
CE4	10	0,4
CE5	7,5	0,4

Οι κατηγορίες/κλάσεις φωτισμού S και A αφορούν πεζούς και ποδηλάτες σε πεζόδρομους, ποδηλατοδρόμους, λωρίδες επείγουσας ανάγκης και άλλες κατηγορίες παράπλευρων δρόμων που βρίσκονται δίπλα (ξεχωριστά ή μη) σε αυτοκινητόδρομους κύριας κυκλοφορίας. Αφορούν επίσης πεζούς και ποδηλάτες σε δρόμους κατοικημένων περιοχών, ανεξάρτητους πεζόδρομους, περιοχές στάθμευσης κλπ.

Πίνακας 4.26 Κατηγορίες/Κλάσεις Φωτισμού S

Κατηγορία	Οριζόντια ένταση φωτισμού	
	E_{inlx}^a [Ελάχιστη απαιτούμενη]	E_{min} in lx [Απαιτούμενη]
S1	15	5
S2	10	3
S3	7,5	1,5
S4	5	1
S5	3	0,6
S6	2	0,6
S7	performance not determined	performance not determined
^a To provide for uniformity, the actual value of the maintained average illuminance may not exceed 1,5 times the minimum E value indicated for the class.		

Πίνακας 4.27 Κατηγορίες/Κλάσεις Φωτισμού A

Κατηγορία	Ημισφαιρική ένταση φωτισμού	
	E_{hsinlx} [Ελάχιστη απαιτούμενη]	U_0 [Ελάχιστη]
A1	5	0,15
A2	3	0,15
A3	2	0,15
A4	1,5	0,15
A5	1	0,15
A6	performance not determined	performance not determined

Οι κατηγορίες/κλάσεις φωτισμού ES αναφέρονται ως επιπρόσθετες κλάσεις φωτισμού για περιοχές πεζών προκειμένου να μειώσουμε την εγκληματικότητα και το αίσθημα ανασφάλειας.

Πίνακας 4.28 Κατηγορίες/Κλάσεις Φωτισμού ES

Κατηγορία	Ημικυλινδρική ένταση φωτισμού
	$E_{sc,mininlx}$ [Απαιτούμενη]
ES1	10
ES2	7,5
ES3	5
ES4	3
ES5	2

ES6	1,5
ES7	1
ES8	0,75
ES9	0,5

Οι κατηγορίες/κλάσεις φωτισμού EV αναφέρονται ως επιπρόσθετες κλάσεις φωτισμού σε καταστάσεις όπου οι κάθετες επιφάνειες χρειάζεται να είναι ορατές (π.χ. περιοχές διασταυρώσεων, σταθμούς διοδίων).

Πίνακας 4.29 Κατηγορίες/Κλάσεις Φωτισμού EV

Κατηγορία	Κατακόρυφη ένταση φωτισμού
	$E_{v,min} \text{ lx}$ [Απαιτούμενη]
EV1	50
EV2	30
EV3	10
EV4	7,5
EV5	5
EV6	0,5

Πέραν από τις ελάχιστες απαιτήσεις σε φωτισμό που δόθηκαν στους προηγούμενους πίνακες 4.23÷4.29, ο σχεδιαστής-μελετητής της εγκατάστασης φωτισμού δρόμων πρέπει να λάβει υπόψη του και τις ακόλουθες απαιτήσεις φωτισμού (όπως αναφέρονται στο Πρότυπο) :

1) Έλεγχος της θάμβωσης

Ο έλεγχος της θάμβωσης πρέπει να λαμβάνεται υπόψη σε κάθε περίπτωση. Όταν αναφερόμαστε στις κατηγορίες/κλάσεις φωτισμού ME ή MEW, ο έλεγχος της θάμβωσης επιτυγχάνεται με τον δείκτη θάμβωσης ανικανότητας TI (Threshold Increment) της αντίστοιχης κατηγορίας/κλάσης. Στις υπόλοιπες κατηγορίες/κλάσεις φωτισμού ή όπου ο δείκτης θάμβωσης ανικανότητας δεν μπορεί να υπολογιστεί, πρέπει να αποφεύγεται το ανεπιθύμητο φώς κατατάσσοντας τον δρόμο σε μια από τις παρακάτω κατηγορίες/κλάσεις φωτεινής έντασης:

Πίνακας 4.30 Κατηγορίες/Κλάσεις φωτεινής έντασης για έλεγχο της θάμβωσης ανικανότητας

Κατηγορία	Μέγιστη Φωτεινή ένταση σε cd / klm			Λοιπές απαιτήσεις
	at 70° ^a	at 80° ^a	at 90° ^a	
G1		200	50	Καμία
G2		150	30	Καμία

G3		100	20	Καμία
G4	500	100	10	Οι φωτεινές εντάσεις πάνω από τις 95° ^a να είναι μηδέν
G5	350	100	10	Οι φωτεινές εντάσεις πάνω από τις 95° ^a να είναι μηδέν
G6	350	100	0	Οι φωτεινές εντάσεις πάνω από τις 90° ^a να είναι μηδέν

^a Για κάθε κατεύθυνση που ορίζεται από την συγκεκριμένη γωνία στο κατακόρυφο επίπεδο, με το φωτιστικό σώμα εγκατεστημένο για χρήση.

Οι κατηγορίες/κλάσεις φωτεινής έντασης G1, G2 και G3 αντιστοιχούν σε “semicut-off” και “cutoff” φωτιστικά, ενώ οι G4, G5 και G6 αντιστοιχούν σε “fullcut-off”. Εκτός από τον δείκτη θάμβωσης ανικανότητας πρέπει να εξετάζεται και ο δείκτης θάμβωσης ενόχλησης. Έτσι ένας δρόμος μπορεί να κατατάσσεται σε μία κατηγορία/κλάση του δείκτη θάμβωσης ενόχλησης. Οι κατηγορίες/κλάσεις δίνονται στον παρακάτω Πίνακα 4.31:

Πίνακας 4.31 Κατηγορίες/κλάσεις του δείκτη θάμβωσης ενόχλησης

Κατηγορία	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6
Μέγιστος Δείκτης θάμβωσης	–	7000	5500	4000	2000	1000	500

Ο δείκτης αυτός υπολογίζεται ως εξής: $I \cdot A^{-0.5}$ σε [cd/m], όπου I είναι η μέγιστη τιμή της φωτεινής έντασης σε cd από κάθε κατεύθυνση που σχηματίζει γωνία 85° από την προς τα κάτω κάθετο στον δρόμο και A είναι η εξωτερική επιφάνεια όλων των φωτεινών μερών του φωτιστικού σε επίπεδο κάθετο στη διεύθυνση του I.

2) Χρωματική απόδοση

Η χρωματική απόδοση της φωτεινής πηγής πρέπει να εξετάζεται σε κάθε περίπτωση και μπορεί να ανήκει σε κάποια από τις παρακάτω κατηγορίες:

- A: Καμία πρόταση-απαίτηση για τη χρωματική απόδοση της εγκατάστασης φωτισμού.
- B: Η εγκατάσταση φωτισμού πρέπει να παρέχει τον απαραίτητο δείκτη χρωματικής απόδοσης για την οπτική καθοδήγηση του οδηγού και του πεζού (π.χ αναγνώριση των κυκλοφοριακών σημάτων ή των γεωμετρικών μέτρων κυκλοφοριακού περιορισμού – traffic calming).
- C: Η εγκατάσταση φωτισμού πρέπει να παρέχει τον απαραίτητο δείκτη χρωματικής απόδοσης για την αναγνώριση των ανθρώπων και των αντικειμένων (π.χ. αναγνώριση αυτοκινήτων σε χώρους στάθμευσης, περιοχές με υψηλή εγκληματικότητα κλπ).

Ο παρακάτω Πίνακας 4.32 μας καθοδηγεί για τη σωστή επιλογή της κατηγορίας δείκτη χρωματικής απόδοσης B ή C, με βάση βασικές και ειδικές παραμέτρους του υπό εξέταση δρόμου:

Πίνακας 4.32 Επιλογή κατηγορίας δείκτη χρωματικής απόδοσης

Κατάσταση	Παράμετροι	Κατηγορία χρώματος
Περιοχή σύγκρουσης	(A4)	B ¹⁾
Γεωμετρικά μέτρα ήπιας κυκλοφορίας	(A5)	
Δυσκολίες στην οδήγηση	(T2)	
Σταθμευμένα οχήματα	(T3)	
Αναγνώριση προσώπων	(T4)	C ¹⁾
Εγκληματικότητα	(T5)	
¹⁾ Είναι πιθανόν να χρειαστεί να επιλέξουμε υψηλότερα επίπεδα φωτισμού σε μια περιοχή έτσι ώστε να επιτύχουμε την κατάλληλη χρωματική κατηγορία.		

3) Όλες οι παραπάνω βασικές και ειδικές παράμετροι του δρόμου προσδιορίζονται έχοντας κατά νου, ότι αναφερόμαστε σε ώρες της νύχτας. Κατά την διάρκεια της νύχτας και σε διαφορετικές περιόδους του χρόνου είναι δυνατόν οι τιμές αυτών των παραμέτρων να ποικίλουν (π.χ. φωτεινότητα περιβάλλοντος χώρου και κυκλοφοριακός φόρτος). Έτσι και οι απαιτήσεις ή προτάσεις φωτισμού μπορεί να ποικίλουν κατά την διάρκεια του έτους ή ακόμα και της νύχτας. Έτσι οι προηγούμενοι Πίνακες οδηγούν σε διαφορετικές κατηγορίες/κλάσεις φωτισμού για τον ίδιο δρόμο κατάλληλες για διαφορετικές περιόδους.

4.1.1 Μέτρηση επιδόσεων φωτισμού

Το τρίτο και τέταρτο μέρος του Προτύπου ΕΛΟΤ CEN/TR 13201 αναφέρεται στον τρόπο μέτρησης και υπολογισμού επιδόσεων φωτισμού ενός δρόμου. Εμείς θα αναφερθούμε συνοπτικά στον υπολογισμό της οριζόντιας έντασης φωτισμού και λαμπρότητας ενός δρόμου, καθώς τεχνικές μέτρησης αυτών.

Η ένταση φωτισμού σε ένα σημείο M του οδοστρώματος λόγω ενός φωτιστικού, υπολογίζεται από τον τύπο:

$$E = (I \cdot \cos^3 \gamma \cdot F \cdot MF) / H^2 \quad (4.1)$$

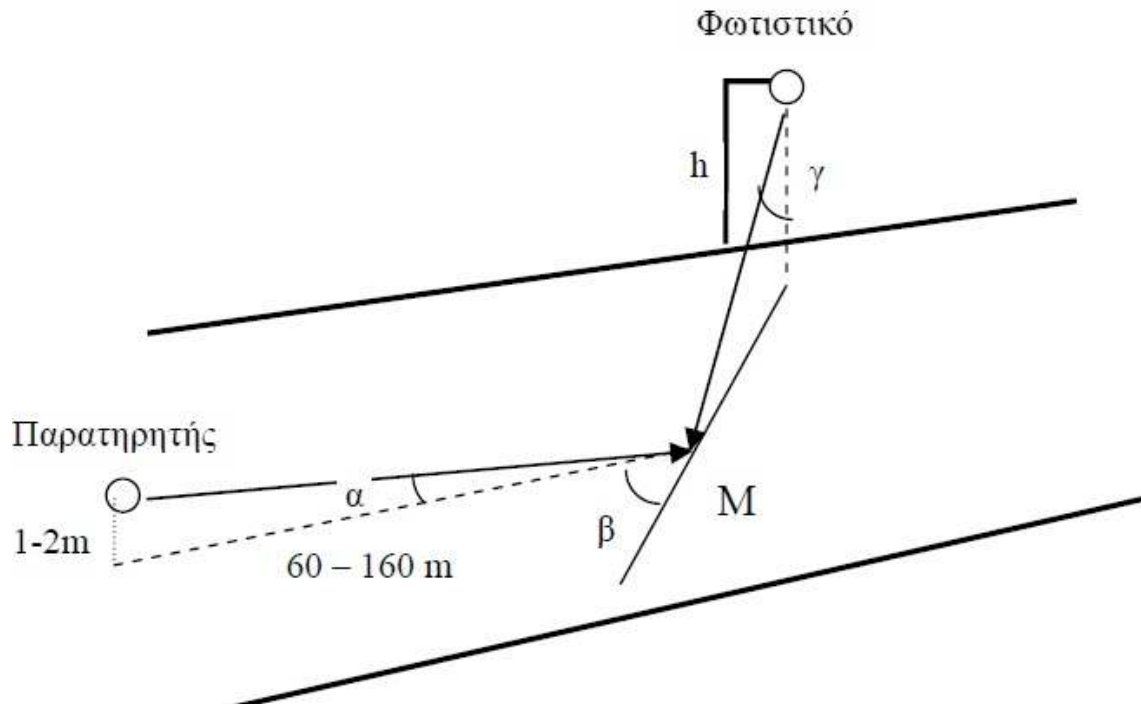
Όπου, I είναι η φωτεινή ένταση της πηγής σε cd/klm με κατεύθυνση από την πηγή προς το σημείο M, H είναι το ύψος του στύλου στήριξης του φωτιστικού, γ είναι η γωνία πρόσπτωσης, F είναι η αρχική φωτεινή ροή σε klm των λαμπτήρων του φωτιστικού και MF είναι το γινόμενο του συντελεστή συντήρησης (maintenance factor) του λαμπτήρα με τον συντελεστή συντήρησης του φωτιστικού σώματος.

Για έναν παρατηρητή όμως, η ορατότητα του οδοστρώματος δεν καθορίζεται από την ένταση φωτισμού E, αλλά από την λαμπρότητά του L. Η λαμπρότητα L εξαρτάται από την ένταση φωτισμού, από την κατεύθυνση παρατήρησης και από το χρώμα, την στεγνότητα και την ποιότητα της επιφάνειας του οδοστρώματος. Ένα νέο και μη λείο οδόστρωμα διαχέει ομοιόμορφα το φως. Ένα λείο οδόστρωμα δεν διαχέει το φως ομοιόμορφα. Τέλος, σε ένα πολύ υγρό οδόστρωμα γίνεται σχεδόν κατοπτρική ανάκλαση του φωτός και επομένως η λαμπρότητα ενός σημείου του οδοστρώματος εξαρτάται πολύ περισσότερο από την λαμπρότητα της πηγής παρά από την ένταση φωτισμού στο συγκεκριμένο σημείο. Επομένως, η λαμπρότητα σε ένα σημείο του οδοστρώματος εξαρτάται από την ποιότητα της επιφάνειάς του καθώς και από τις κατευθύνσεις παρατήρησης και πρόσπτωσης του φωτός.

Έτσι η λαμπρότητα L_M σε ένα σημείο M του οδοστρώματος, που φωτίζεται από μία πηγή, και το βλέπει ο οδηγός είναι ανάλογη της έντασης φωτισμού E_M στο σημείο M υπολογίζεται ως:

$$L_M = q \cdot E_M \quad (4.2)$$

Όπου ο συντελεστής q εξαρτάται από τις γωνίες α, β και γ, όπου γ είναι η γωνία πρόσπτωσης, α είναι η γωνία παρατήρησης από το οριζόντιο επίπεδο (που μετρείται πάνω στο κατακόρυφο επίπεδο), β είναι η γωνία μεταξύ των δύο κατακόρυφων επιπέδων (πρόσπτωσης και παρατήρησης), όπως φαίνονται στο ακόλουθο Σχήμα 4.1:



Σχήμα 4.1 Γωνίες α , β και γ για τον προσδιορισμό του συντελεστή λαμπρότητας q

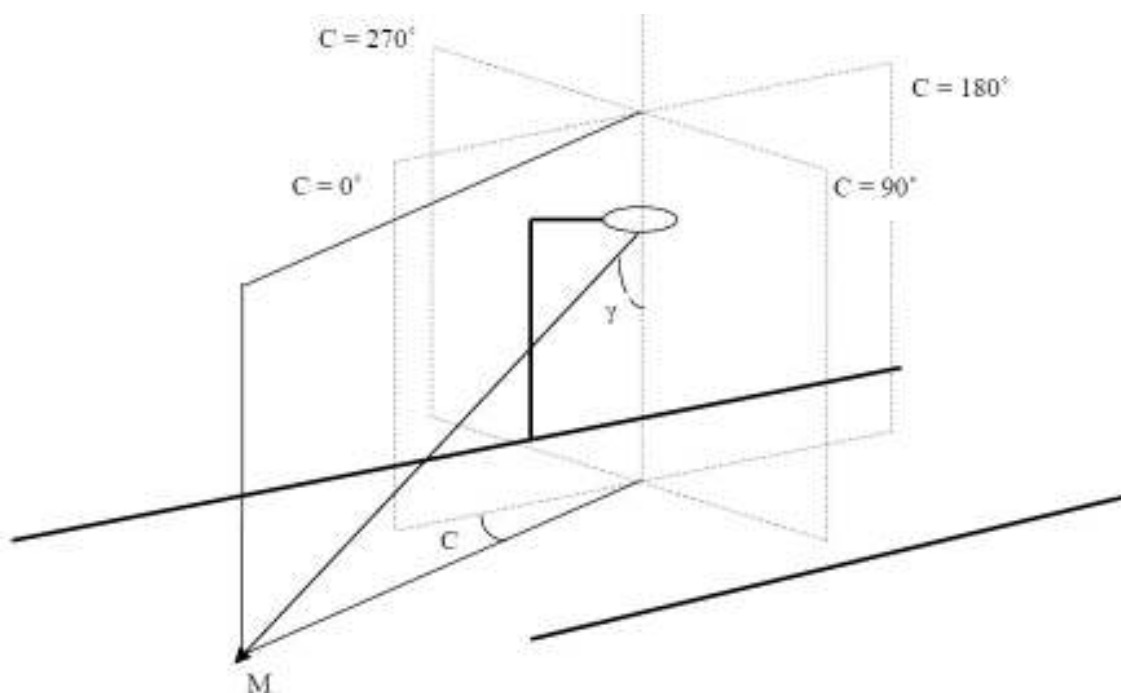
Ο οδηγός παρατηρεί το οδόστρωμα που είναι σε απόσταση από 60m έως 160m μπροστά από το αυτοκίνητό του και τα μάτια του είναι σε ύψος από 1m έως 2m από την επιφάνεια του οδοστρώματος. Υπό τις συνθήκες αυτές, η γωνία παρατήρησης είναι $0.5^\circ \leq \alpha \leq 1.5^\circ$. Μεταξύ αυτών των δύο τιμών, ο συντελεστής q είναι πρακτικά ανεξάρτητος της γωνίας παρατήρησης α . Επομένως ο συντελεστής λαμπρότητας q μετριέται για $\alpha \approx 1^\circ$, συναρτήσει των β και γ . Έτσι προκύπτει :

$$L = (I \cdot q \cdot \cos^3 \gamma \cdot F \cdot MF) / H^2 \quad (4.3)$$

Όπου I η φωτεινή ένταση, H το ύψος του στύλου στήριξης του φωτιστικού, q ο συντελεστής λαμπρότητας, γ η γωνία πρόσπτωσης, F είναι η αρχική φωτεινή ροή σε klm των λαμπτήρων του φωτιστικού και MF είναι το γινόμενο του συντελεστή συντήρησης (maintenance factor) του λαμπτήρα με τον συντελεστή συντήρησης του φωτιστικού σώματος.

Οι τιμές του γινομένου $q \cdot \cos^3 \gamma$, που συνήθως χρησιμοποιείται για υπολογισμούς, μπορούν να παρασταθούν υπό μορφή πίνακα. Ο πίνακας αυτός, που ονομάζεται «Φωτομετρικός πίνακας- r », περιέχει τις τιμές του r , όπου $r = q \cdot \cos^3 \gamma \cdot 10^4$ ο μειωμένος συντελεστής λαμπρότητας, για κάθε ζεύγος τιμών των παραμέτρων β και $\tan \gamma$. Ο φωτομετρικός πίνακας- r μας δίνει τις ιδιότητες ανάκλασης του οδοστρώματος και για αυτό είναι απαραίτητος στον υπολογισμό της λαμπρότητας του δρόμου.

Το φωτιστικό σώμα ενδέχεται να περιέχει λαμπτήρες διαφόρων ειδών (π.χ. υδραργύρου και νατρίου) και πρέπει να εξασφαλίζεται η ανάμειξη των φωτεινών ροών, ώστε να υπάρχει σχετική ομοιογένεια στο χρώμα. Έτσι έχει ως προορισμό την τροποποίηση της κατανομής της φωτεινής έντασης των λαμπτήρων. Αποτελείται δε, από συστήματα που ανακλούν (για να κατευθύνουν την φωτεινή δέσμη και να αυξάνουν την απόδοση), διαθλούν και διαχέουν το φως (ειδικά όταν οι απαιτήσεις οπτικής άνεσης είναι μεγάλες). Οι τιμές της φωτεινής έντασης I δίνονται σε μορφή πίνακα, που ονομάζεται «**Φωτομετρικός πίνακας – I**», και είναι συνάρτηση της οριζόντιας γωνίας C , που σχηματίζει το κάθετο επίπεδο πρόσπτωσης με ένα επίπεδο παράλληλο στον δρόμο, και της γωνίας πρόσπτωσης γ . Οι γωνίες αυτές φαίνονται στο παρακάτω Σχήμα 4.2.



Σχήμα 4.2 Γωνίες C και γ για τον προσδιορισμό της φωτεινής έντασης I

Έτσι, η συνολική λαμπρότητα σε ένα σημείο M του δρόμου που φωτίζεται από πολλά φωτιστικά δίνεται από τον τύπο:

$$L_M = \Sigma [I(C,\gamma) \cdot r(\beta,\gamma) \cdot F \cdot MF \cdot 10^{-4}] / H^2 \quad (4.4)$$

όπου το άθροισμα πρέπει να περιέχει (κατά κανόνα) όλα τα φωτιστικά της εγκατάστασης. Επίσης, εδώ H είναι το ύψος του στύλου του αντίστοιχου φωτιστικού, F είναι η αρχική φωτεινή ροή σε klm των λαμπτήρων του αντίστοιχου φωτιστικού και MF είναι το γινόμενο

του συντελεστή συντήρησης (maintenance factor) του λαμπτήρα με τον συντελεστή συντήρησης του φωτιστικού σώματος.

Η φωτεινή ένταση I και ο μειωμένος συντελεστής λαμπρότητας r επιλέγονται μέσω παρεμβολής στους αντίστοιχους φωτομετρικούς πίνακες. Χρησιμοποιείται παρεμβολή σε δύο διαστάσεις καθώς και η I και ο r είναι συναρτήσεις δύο μεταβλητών (C, γ) και (β, γ) αντίστοιχα.

Ομοίως, η συνολική οριζόντια ένταση φωτισμού σε ένα σημείο M του δρόμου που φωτίζεται από πολλά φωτιστικά δίνεται από τον τύπο:

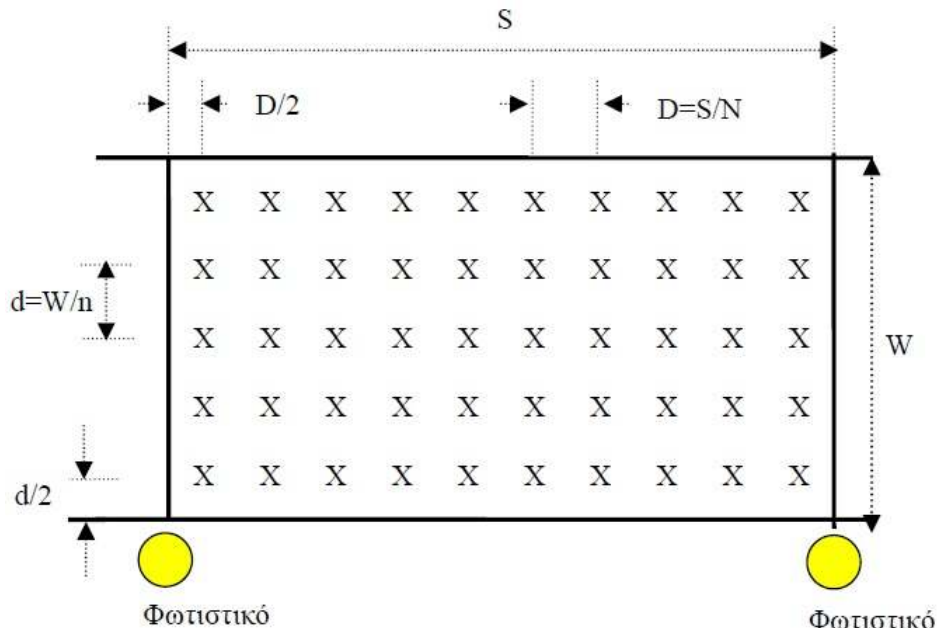
$$E_M = \Sigma [I(C, \gamma) \cdot \cos^3 \gamma \cdot F \cdot MF] / H^2 \quad (4.5)$$

όπου το άθροισμα πρέπει να περιέχει (κατά κανόνα) όλα τα φωτιστικά της εγκατάστασης. Επίσης, εδώ H είναι το ύψος του στύλου του αντίστοιχου φωτιστικού, F είναι η αρχική φωτεινή ροή σε klm των λαμπτήρων του αντίστοιχου φωτιστικού και MF είναι το γινόμενο του συντελεστή συντήρησης (maintenance factor) του λαμπτήρα με τον συντελεστή συντήρησης του φωτιστικού σώματος.

4.2 Υπολογισμός οριζόντιας έντασης φωτισμού

Τα σημεία υπολογισμού της έντασης φωτισμού πρέπει να βρίσκονται πάνω στο επίπεδο του εδάφους του δρόμου. Αναφέρονται δε, μεταξύ δύο διαδοχικών φωτιστικών του δρόμου όταν το κομμάτι αυτό του δρόμου επαναλαμβάνεται καθόλο το μήκος του.

Το πλέγμα των σημείων αυτών προσδιορίζεται τόσο κατά μήκος όσο και κατά πλάτος του αντιπροσωπευτικού κομματιού του δρόμου όπως φαίνεται στο παρακάτω Σχήμα 4.3.



Σχήμα 4.3 Πλέγμα σημείων υπολογισμού της οριζόντιας έντασης φωτισμού

όπου:

S : είναι η απόσταση δύο διαδοχικών φωτιστικών του δρόμου

D: είναι η απόσταση δύο διαδοχικών σημείων υπολογισμού της έντασης φωτισμού κατά μήκος του δρόμου και δίνεται από την σχέση: $D = S/N$,

N: είναι ο αριθμός των σημείων υπολογισμού στην κατά μήκος κατεύθυνση του δρόμου και παίρνει τις ακόλουθες τιμές:

- $N = 10$, για $S \leq 30\text{m}$
- $N = \text{ο μικρότερος ακέραιος που δίνει } D \leq 3\text{m, για } S > 30\text{m,}$

W: είναι το πλάτος του δρόμου,

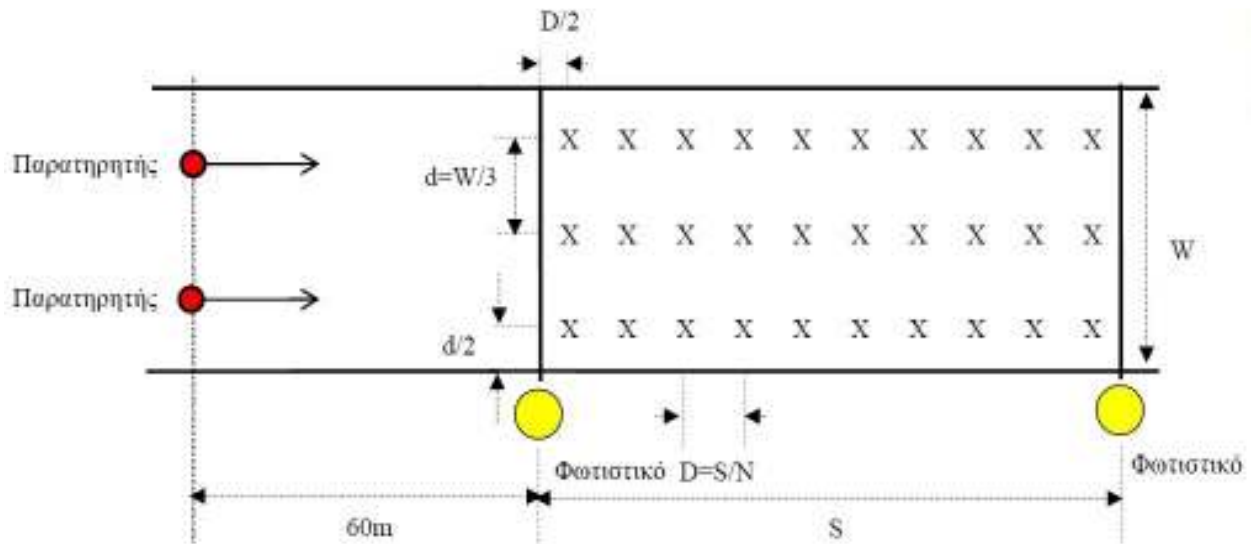
d: είναι η απόσταση δύο διαδοχικών σημείων υπολογισμού της έντασης φωτισμού κατά πλάτος του δρόμου και δίνεται από την σχέση: $d = W/n$,

n: είναι ο αριθμός των σημείων υπολογισμού στην κατά πλάτος κατεύθυνση του δρόμου, με τιμή μεγαλύτερη ή ίση με 3 και είναι ο μικρότερος ακέραιος που δίνει $d \leq 1.5\text{m}$.

4.3 Υπολογισμός λαμπρότητας

Τα σημεία υπολογισμού της λαμπρότητας βρίσκονται πάνω στο επίπεδο του εδάφους του δρόμου. Αναφέρονται δε, μεταξύ δύο διαδοχικών φωτιστικών της ίδιας πλευράς του δρόμου

όταν το κομμάτι αυτό του δρόμου επαναλαμβάνεται καθόλο το μήκος του. Το πρώτο φωτιστικό στο υπό εξέταση κομμάτι του δρόμου πρέπει να βρίσκεται σε απόσταση 60m μπροστά από τον παρατηρητή. Το σημείο παρατήρησης δε, πρέπει να είναι 1.5m πάνω από την επιφάνεια του δρόμου (εδάφους). Το πλέγμα των σημείων αυτών προσδιορίζεται τόσο κατά μήκος όσο και κατά πλάτος του αντιπροσωπευτικού κομματιού του δρόμου όπως φαίνεται στο παρακάτω Σχήμα 4.4 :



Σχήμα 4.4 Πλέγμα σημείων υπολογισμού της λαμπρότητας

όπου:

S: είναι η απόσταση δύο διαδοχικών φωτιστικών της ίδιας πλευράς του δρόμου,

D: είναι η απόσταση δύο διαδοχικών σημείων υπολογισμού της λαμπρότητας κατά μήκος του δρόμου και δίνεται από την σχέση: $D = S/N$,

N: είναι ο αριθμός των σημείων υπολογισμού στην κατά μήκος κατεύθυνση του δρόμου και παίρνει τις ακόλουθες τιμές:

- $N = 10$, για $S \leq 30m$
- $N =$ ο μικρότερος ακέραιος που δίνει $D \leq 3m$, για $S > 30m$,

W: είναι το πλάτος του δρόμου,

d: είναι η απόσταση δύο διαδοχικών σημείων υπολογισμού της λαμπρότητας κατά πλάτος του δρόμου και δίνεται από την σχέση: $d = W/3$.

5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

“ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ - ΦΩΤΟΡΥΠΑΝΣΗ”

5.1 Οδοφωτισμός και φωτορύπανση

Όλα τα έμβια όντα ρυθμίζουν τον κύκλο λειτουργιών τους σύμφωνα με το φυσικό φως. Η χρήση τεχνητού φωτός έχει πολλές εφαρμογές στην προστασία του νυχτερινού περιβάλλοντος, αλλά ο μη σωστός σχεδιασμός των εφαρμογών του έχει σαν αποτέλεσμα το μη ελεγχόμενο διάχυτο φως το οποίο μπορεί να προκαλέσει σοβαρά περιβαλλοντικά και οικολογικά προβλήματα. Ο νυχτερινός φωτισμός επηρεάζει άμεσα τους ανθρώπους, τα ζώα και τα φυτά είτε αυτά βρίσκονται πάνω στους αυτοκινητόδρομους είτε εκτός. Οι επιδράσεις του φωτισμού ενός δρόμου πρέπει να λαμβάνονται σοβαρά υπόψη και να αξιολογούνται σε κάθε έργο φωτισμού.



Σχήμα 5.1 Δορυφορική λήψη φαινόμενου φωτορύπανσης

Η έννοια της φωτορύπανσης περιλαμβάνει πολλαπλά προβλήματα που προκαλούνται από την υπερβολική, αδιάκριτη και ανεπαρκή χρήση του τεχνητού φωτός. Κάποια από αυτά αναφέρονται παρακάτω:

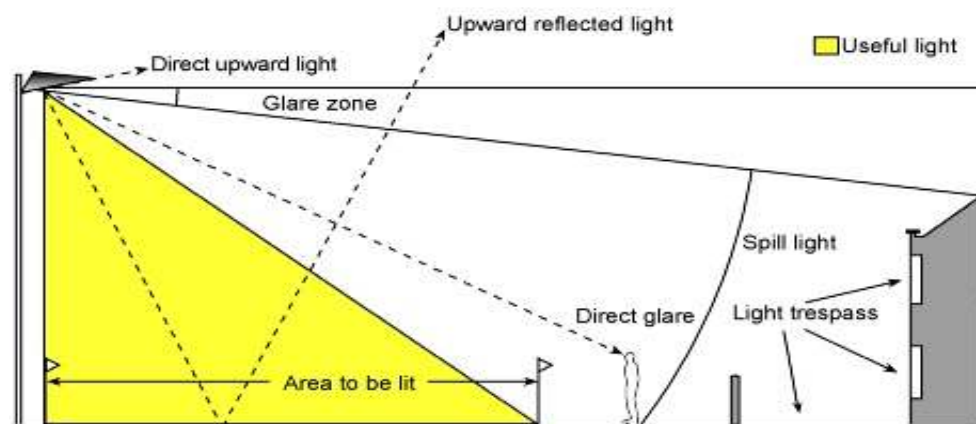
Οχληρό φως: Αναφέρεται στο φως που διαφεύγει πέρα από τα όρια των εγκαταστάσεων μέσα στις οποίες εκπέμπεται, προκαλώντας ενόχληση στους ανθρώπους στις γειτονικές εγκαταστάσεις. Ένα συνηθισμένο πρόβλημα οχληρού φωτός εμφανίζεται όταν εισάγεται ισχυρό φως στο σπίτι, μέσω των παραθύρων, προκαλώντας διαταραχές, όπως στέρηση ύπνου.

Υπερφωταγώγηση: Η υπερφωταγώγηση οδηγεί σε άσκοπη απώλεια ενέργειας και συμβάλλει στο πρόβλημα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Θάμβωση: Η θάμβωση (έντονο φως) είναι μια οπτική αίσθηση που προκαλείται από την υπερβολική και ανεξέλεγκτη φωτεινότητα. Μπορεί να είναι από απλά ενοχλητική έως πλήρως αποπροσανατολιστική για τον άνθρωπο. Η θάμβωση προκαλείται από έντονες πηγές φωτός, όπως π.χ. φώτα αυτοκινήτων, προβολείς κτιρίων, διαφημίσεις κλπ.

Συνοθύλευμα φωτός: (light clutter): Το συνοθύλευμα φωτός οφείλεται σε ομαδοποιήσεις διαφορετικών πηγών φωτός, οι οποίες μπορούν να δημιουργήσουν σύγχυση, να αποσπάσουν την προσοχή, και ενδεχομένως να προκαλέσουν ατυχήματα. Είναι ιδιαίτερα εμφανές κατά μήκος δρόμων, με πολλούς φωτεινούς σηματοδότες καθώς και σημεία διαφήμισης.

Ουράνια λάμψη: Η ουράνια λάμψη αναφέρεται στην όξυνση της λαμπρότητας του ουρανού που προκαλείται από ανθρώπινες πηγές φωτός. Το τεχνητό φως που εκπέμπεται προς τα πάνω από τις πηγές φωτός του εδάφους καθώς και το φως που ανακλάται από τις φωτιζόμενες επιφάνειες επηρεάζει την αύξηση της φωτεινότητας του ουρανού νύχτας.



Σχήμα 5.2 Τα είδη της φωτορύπανσης

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, η φωτορύπανση είναι ένα σημαντικό φαινόμενο που έχει περιβαλλοντικές αλλά και κοινωνικές διαστάσεις. Ένας μεγάλος αριθμός μελετών έχει αποκαλύψει ότι η φωτορύπανση μπορεί να προκαλέσει δυσμενή αποτελέσματα στο περιβάλλον και το οικοσύστημα.

Η ζωή εξελίσσεται σύμφωνα με τις φυσικές εναλλαγές φωτός και σκοταδιού, και η οποιαδήποτε αλλαγή τους, έχει σημαντικές επιπτώσεις στη συμπεριφορά των έμβιων όντων του πλανήτη μας.

Τα αποτελέσματα της οικολογικής φωτορύπανσης στη ζωική συμπεριφορά περιλαμβάνουν αλλαγές στον προσανατολισμό, τον αποπροσανατολισμό, κ.α., τα οποία μπορεί στη συνέχεια να έχουν επιπτώσεις στην αναπαραγωγή των οργανισμών.

Έχει βρεθεί ότι οι θαλάσσιες χελώνες αποπροσανατολίζονται από τον φωτισμό των παραλιών, με επίδραση στην αναπαραγωγή τους.

Υπάρχει επίσης ιατρική έρευνα για τα αποτελέσματα του υπερβολικού φωτός στους ανθρώπινους οργανισμούς και στη λειτουργία του ανθρώπινου σώματος. Η έρευνα αυτή αποδεικνύει ότι η φωτορύπανση προκαλεί ποικίλα δυσμενή αποτελέσματα στην υγεία και στην ψυχολογία του ανθρώπου όπως:

- κατάθλιψη
- κακή ποιότητα ύπνου
- επαγρύπνηση

Το φως είναι το αρχικό ερέθισμα για τη ρύθμιση του βιολογικού ρολογιού, το οποίο ρυθμίζει το καθημερινό σχέδιο του σώματος. Επομένως, η διαφορετική έκθεση σε φως έχει σημαντικότερες επιπτώσεις στον συγχρονισμό του βιολογικού ρολογιού.

Επιπλέον, έχει πιθανολογηθεί ότι η έκθεση σε αυξημένο φως κατά είναι τη διάρκεια της νύχτας είναι ένας πιθανός λόγος για τα υψηλότερα ποσοστά καρκίνου στήθους και του ορθού εντέρου, στον αναπτυγμένο κόσμο τις ημέρες μας. Αυτό οφείλεται στην καταστολή της παραγωγής μελατονίνης, μιας ορμόνης που παράγεται κανονικά κατά τη διάρκεια των πρώτων πρωινών ωρών που υπάρχει σκοτάδι.

Τα επίπεδα του διαφεύγοντος φωτισμού έχουν μελετηθεί και χωριστεί σε βαθμίδες από την IES (Illuminating Engineering Society) στο τεύχος IESNA TM-11 *Lighting Trespass: Research, Results and Recommendations* και στο IESNA RP-33 *Lighting for Exterior Environments* και προτείνεται η τήρηση τους όπου αυτό είναι δυνατό.

Πριν αναφερθούμε στα ανώτατα επίπεδα διαφεύγοντος φωτισμού ανά κατηγορία περιοχής, ας δούμε τις τέσσερις κατηγορίες περιοχών (περιβαλλοντικές ζώνες) της CIE:

- **Ζώνη E1:** Πρόκειται για περιοχές με εν γένει σκοτεινό τοπίο. Παραδείγματα είναι τα εθνικά πάρκα, περιοχές εξαιρετικής φυσικής ομορφιάς, περιοχές γύρω από μεγάλα

αστρονομικά παρατηρητήρια ή κατοικημένες περιοχές, όπου οι αρχές ορίζουν αυστηρούς περιορισμούς για τον διαφεύγων φωτισμό.

- **Ζώνη E2:** Πρόκειται για περιοχές με μικρή φωτεινότητα και λαμπρότητα. Αυτές είναι ημιαστικές και αγροτικές κατοικημένες περιοχές.
- **Ζώνη E3:** Πρόκειται για περιοχές μέσης φωτεινότητας, δηλαδή κυρίως για αστικές οικιστικές περιοχές.
- **Ζώνη E4:** Συνήθως πρόκειται για περιοχές αστικές που έχουν τόσο οικιακούς όσο και εμπορικούς χώρους και παρουσιάζουν υψηλά επίπεδα νυκτερινής δραστηριότητας
-

Οι προτεινόμενες ανώτατες τιμές διαφοροποιούνται ανάλογα με την τοπική ώρα της περιοχής. Από το σούρουπο μέχρι τις 11 μ.μ. και από τις 11 μ.μ. μέχρι τις 7 π.μ. παρέχονται συνιστάμενες τιμές για την ουράνια λάμψη, το ανεπιθύμητο φως, και την θάμβωση.

Πίνακας 5.1 Προτεινόμενα όρια απωλειών φωτισμού

Περιβαλλοντική ζώνη	Ποσότητες χαμένου φωτισμού (%)
E1	0%
E2	5%
E3	15%
E4	25%

Αυτά τα υψηλότερα ποσοστά χαμένου φωτισμού βασίζονται στα ποσοστά του παραγόμενου φωτισμού από τα υπάρχοντα εγκατεστημένα φωτιστικά στους εξωτερικούς χώρους. Δηλαδή εάν ένα εγκατεστημένο φωτιστικό σώμα παράγει 1000 μονάδες, το χαμένο φως στην ζώνη E4 δεν πρέπει να είναι παραπάνω από 250 μονάδες. Ένα άλλο στοιχείο που περιλαμβάνεται στις οδηγίες, είναι η απόσταση που πρέπει να υπάρχει μεταξύ των διαφόρων ζωνών, δηλαδή χρειάζονται:

- 1 χιλιόμετρο μεταξύ ζώνης E1 και E2,
- 10 χιλιόμετρα μεταξύ ζώνης E1 και E2 και E3,
- 100 χιλιόμετρα μεταξύ ζώνης E1 και E3 και E4,
- 1 χιλιόμετρο μεταξύ E2 και E3
- 10 χιλιόμετρα μεταξύ E2 και E4.

5.1.1 Περιορισμός λάμψης νυχτερινού ουρανού

Το φαινόμενο του λαμπρού ουρανού εξαρτάται από το ποσοστό του φωτός που διαφεύγει στην ατμόσφαιρα. Μπορούμε να περιορίσουμε το φαινόμενο με διάφορους τρόπους. Αρχικά πρέπει να χρησιμοποιούνται φωτιστικά πλήρους αποκοπής για να ελαχιστοποιείται το φως που διαφεύγει στο ουρανό από το ίδιο το φωτιστικό. Η θέσπιση ορίων για τον φωτισμό των αστικών περιοχών και των κέντρων των πόλεων, καθώς θα πρέπει να μειωθεί η υπερφωταγώγιση τους, ο έλεγχος στον διαφημιστικό φωτισμό και ο περιορισμός των εξωτερικών διαφημιστικών πινακίδων μπορούν να βοηθήσουν στην κατεύθυνση αυτή.

Μια υψηλότερη ομοιομορφία είναι προτιμότερη από έναν υψηλό φωτισμό. Γι' αυτόν τον λόγο, πρέπει η επιλογή των υψών και αποστάσεων των φωτιστικών σωμάτων, να είναι απόλυτα μελετημένη. Κατά τη διεξαγωγή της μελέτης θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ο παρακείμενος χώρος και να χρησιμοποιούνται φωτιστικά που φωτίζουν αποδοτικά το οδόστρωμα χωρίς απώλειες φωτός στα πεζοδρόμια και στις αυλές. Ακόμη όταν γίνεται χρήση προβολέων θα πρέπει να υπάρχει μέριμνα ώστε τα φωτιστικά να φωτίζουν αποκλειστικά τον χώρο χρήσης και όχι να σπαταλούν το φως στην ατμόσφαιρα. Αυτό αφορά κυρίως βιτρίνες μαγαζιών που υπερφωτίζονται με τέτοιου είδους φωτιστικά.

Πίνακας 5.2 Κατακόρυφη ένταση φωτισμού σύμφωνα με την ώρα

Περιβαλλοντική ζώνη	Κατακόρυφη ένταση φωτισμού φωτιστικών σωμάτων (lux)/τμ	
	Προ συσκότισης	Μετά συσκότισης
E1	2	1*
E2	5	1
E3	10	2
E4	25	5
* Αποδεκτό μόνο για εγκαταστάσεις φωτισμού δρόμων		

5.1.2 Περιορισμός θάμβωσης

Οι φωτεινές πηγές παράγουν θάμβωση στο οπτικό πεδίο των ανθρώπων. Το φως διαχέεται στο ανθρώπινο μάτι δημιουργώντας το φαινόμενο της διάχυτης λαμπρότητας (Veiling Luminance). Το επίπεδο αυτής της λαμπρότητας μειώνει την οπτική απόδοση του οφθαλμού. Η αντίληψη της θάμβωσης ποικίλει σε μεγάλο βαθμό και εξαρτάται από τον παρατηρητή.

Η IESNA περιγράφει τη θάμβωση ως « η αίσθηση που προκαλείται από φωτεινές πηγές, μέσα στο οπτικό πεδίο του ανθρώπου, για την οποία το μάτι δεν είναι προσαρμοσμένο και προκαλείται δυσφορία, ενόχληση ή απώλεια της δυνατότητας όρασης».

Η ένταση του ερεθίσματος της θάμβωσης είναι αποτέλεσμα διάφορων παραγόντων, όπως το μέγεθος, η θέση, η φωτεινότητα της πηγής και η φωτεινότητα στην οποία τα μάτια του παρατηρητή είναι συνηθισμένα.

Στον οδοφωτισμό η θάμβωση όπως έχει αναλυθεί, μετράται και έχουν θεσπιστεί αυστηρά όρια. Προκαλείται από την διάταξη των φωτιστικών, την ένταση του φωτισμού δρόμων, την διάχυση φωτός του φωτιστικού με ανύψωση από τις 70° μέχρι τις 90° στο κάθετο επίπεδο που παρατηρείται κ.α.

Η θάμβωση διακρίνεται σε δύο είδη:

- **Θάμβωση ανικανότητας διάκρισης (disability glare):** Το επίπεδο της θάμβωσης είναι τόσο μεγάλο που εμποδίζει τον παρατηρητή από το να βλέπει επαρκώς. Ένα παράδειγμα τέτοιου είδους θάμβωσης είναι η ενόχληση από τα φώτα των διερχόμενων αυτοκινήτων
- **Θάμβωση ενόχλησης (discomfort glare):** Η θάμβωση αυτή μας προκαλεί ενόχληση αλλά όχι απώλεια όρασης. Μπορεί να προκαλέσει δάκρυα και να αυξήσει τον ρυθμό που ανοιγοκλείνουμε τα μάτια μας (blink rate)

Τα δυο είδη θάμβωσης είναι πολύ διαφορετικά φαινόμενα. Το πρώτο εξαρτάται από την ποσότητα του φωτός που πέφτει στο μάτι και τη γωνία θέασης. Από την άλλη πλευρά η θάμβωση ενόχλησης εξαρτάται από τη λαμπρότητα.

Πίνακας 5.3 Όρια θάμβωσης για διαφορετικές περιβαλλοντικές ζώνες

Περιβαλλοντική ζώνη	Ένταση πηγής(kcd)	
	Προ συσκότησης	Μετά συσκότησης
E1	0	0.0
E2	20	0.5
E3	30	1.0
E4	30	2.5

Η IESNA αναφέρει πως το φαινόμενο της θάμβωσης που προκαλείται από μια φωτεινή πηγή είναι ο λόγος για τον οποίο οι άνθρωποι διαμαρτύρονται σε εγκαταστάσεις φωτισμού εξωτερικών χώρων. Έχουν θεσπιστεί όρια για την ένταση φωτισμού ανά περιβαλλοντική ζώνη τα οποία φαίνονται στον Πίνακα 5.3:

5.2 Ενεργειακές απώλειες

Η ενέργεια που καταναλώνεται στον εξωτερικό φωτισμό δεν είναι με ακρίβεια γνωστή. Ο οδικός φωτισμός εκτιμάται ότι αντιπροσωπεύει περίπου το 1% της συνολικής φωτεινής ενέργειας.

Σύμφωνα με στοιχεία του κέντρου δοκιμών ερευνών & προτύπων της ΔΕΗ (ΚΔΕΠ) το 2007 η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για οδοφωτισμό ανήλθε στις 813.813.309 kWh και το 2008 στις 869.723.027 kWh με εκπομπές 632.333 και 675.775 τόνους διοξειδίου του άνθρακα αντίστοιχα.

Ο εξωτερικός φωτισμός για τα σπίτια, το εμπόριο, τη βιομηχανία και τις υπόλοιπες παρόμοιες χρήσεις, δαπανά ένα άγνωστο ποσό ενέργειας. Ακόμη μεγαλύτερη απροσδιοριστία υπάρχει όσον αφορά στις απώλειες της φωτεινής ενέργειας.

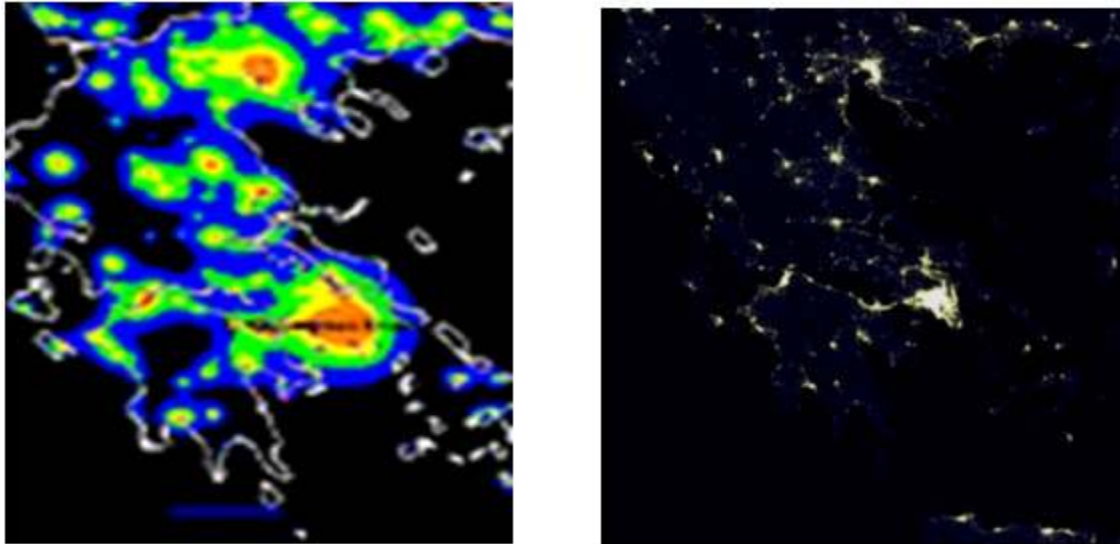
Οι απώλειες αυτές σχετίζονται μάλιστα με τον πληθυσμό, το κλίμα, το οικονομικό περιβάλλον, τις συνήθειες, την τεχνολογία των φωτιστικών κ.α. Κάθε μη χρήσιμο φως είναι απώλεια. Το ανεπιθύμητο φως και το φαινόμενο της λάμψης του ουρανού των πόλεων είναι μεγάλες απώλειες ενέργειας εκτός από ενοχλητικά για τον άνθρωπο φαινόμενα.

Στις ΗΠΑ το διασκορπιζόμενο με αυτό τον τρόπο φως, αντιστοιχεί σύμφωνα με κάποιες εκτιμήσεις, στο 30% της ηλεκτρικής ενέργειας που προορίζεται για τον εξωτερικό φωτισμό.

Η τεχνολογία των δορυφορικών επισκοπήσεων μπορεί να δώσει μια εκτίμηση των απωλειών ενέργειας λόγω των φαινομένων της φωτορύπανσης. Η εκτίμηση αυτή βασίζεται στο τμήμα της φωτεινής ενέργειας που λαμβάνεται από τους δορυφόρους.

Στις συνολικές απώλειες θα πρέπει να προσθέσουμε την ενέργεια που μετατρέπεται σε θερμότητα στα φωτιστικά, και γενικότερα τη φωτεινή ενέργεια που χάνεται αλλά δεν έχει τη δυνατότητα να καταγραφεί από τους δορυφόρους.

Η εκτιμώμενη απώλεια ενέργειας, που προκύπτει από την μελέτη και επεξεργασία των δορυφορικών εικόνων είναι της τάξης του 0,2%. Στην περίπτωση της Αθήνας οι απώλειες του νυκτερινού φωτισμού αντιστοιχούν στο 0,13% της συνολικά καταναλισκόμενης ενέργειας.



Σχήμα 5.3 Άποψη απωλειών φωτισμού στην Ελλάδα και στην Αθήνα

5.3 Οδοφωτισμός και έμβια όντα

Ο φωτισμός δεν επηρεάζει μόνο τον άνθρωπο, αλλά και τα ζώα. Ειδικότερα εάν σκεφτεί κανείς πως η μεγαλύτερη περίοδος δραστηριοποίησης των ζώων είναι το βράδυ. Σχεδόν όλα τα μικρά τρωκτικά και τα σαρκοφάγα, το 80% των μαρσιποφόρων και το 20% όλων των πρωτευόντων δραστηριοποιούνται σχεδόν εξ ολοκλήρου το βράδυ. Ο φωτισμός σε περιβαλλοντικά ευαίσθητες περιοχές με ύπαρξη ζώων, θα πρέπει να είναι περιορισμένος, ακριβής και μελετημένος, και με όσο το δυνατόν μικρότερη ένταση φωτισμού.

Ένα παράδειγμα της επίδρασης του εξωτερικού φωτισμού στην ζωή των ζώων, είναι η Ζάκυνθος και ο κόλπος του Λαγανά όπου οι θαλάσσιες χελώνες εναποθέτουν τα αυγά τους. Τα νεογνά είναι από τη φύση τους προγραμματισμένα να αναζητούν ανακλάσεις του φεγγαριού και των άστρων για να βρουν τον δρόμο από τις ακτές στην θάλασσα. Όμως οι φωτισμένοι δρόμοι και γενικά η φωτορύπανση τα οδηγεί μακριά από τη θάλασσα, προς τις λεωφόρους. Σε αυτήν την περιοχή θα πρέπει επομένως να θεσπιστούν κανονισμοί για τη χρήση του φωτισμού.

Η χρήση φωτιστικών πλήρους αποκοπής στους δρόμους, ο περιορισμός του εξωτερικού φωτισμού, και ο έλεγχος του, μπορούν να συμβάλλουν θετικά στο φαινόμενο. Τα φυτά έχουν αναπτύξει ένα μεγάλο εύρος από φωτουποδοχείς, οι οποίοι αντιλαμβάνονται και ενεργοποιούνται σε ένα ευρύ φάσμα ακτινοβολίας. Παρόλο που δεν υπάρχει κάποια σοβαρή ερευνητική κινητοποίηση για την μελέτη της επίδρασης του τεχνητού φωτισμού στα φυτά, είναι σίγουρο πως και αυτά επηρεάζονται σε κάποιο βαθμό.

Είναι γνωστό ότι οι αυτοκινητόδρομοι, μας μεταφέρουν ταχύτερα και ασφαλέστερα. Αυτός είναι και ο λόγος που πρέπει να είναι σωστά φωτισμένοι την νύχτα, χωρίς όμως να παρενοχλούν τις φυσικές περιοχές από όπου διέρχονται.

6^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

“ΦΩΤΟΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ”

6.1 Εισαγωγή

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο θα γίνει ανάλυση της υπάρχουσας κατάστασης οδοφωτισμού για να ελεγχθεί κατά πόσο πληρεί τα όρια του προτύπου 13201. Στη συνέχεια θα γίνει προσπάθεια βελτίωσης του υπάρχοντος συστήματος με γνώμονα την εξοικονόμηση ενέργειας αλλά πάντα εντός των ορίων που θεσπίζουν τα πρότυπα οδοφωτισμού.

6.2 Το πακέτο λογισμικού Dialux

Για την πραγματοποίηση της μελέτης φωτισμού και συγκεκριμένα για την αποτύπωση της υπάρχουσας κατάστασης των υπό μελέτη δρόμων αλλά και για το σχεδιασμό των προτεινόμενων σεναρίων εξοικονόμησης ενέργειας χρησιμοποιήθηκε η έκδοση 4.7 του πακέτου λογισμικού Dialux.



Σχήμα 6.1 Λογότυπο του πακέτου λογισμικού Dialux

Στόχος του προγράμματος είναι να προσομοιώσει κατά το δυνατόν καλύτερα την κατάσταση φωτισμού σε έναν δρόμο. Για να το πετύχει αυτό λαμβάνει υπόψη μία πληθώρα παραγόντων τους οποίους εισάγει ως δεδομένα ο χρήστης. Συγκεκριμένα, εισάγεται ή ανακαλύπτεται μέσω ερωτηματολογίου η κατηγορία φωτισμού του δρόμου καθώς και τα γεωμετρικά και δομικά χαρακτηριστικά του (πλάτος, λωρίδες κυκλοφορίας, είδος οδοστρώματος, ύπαρξη ή όχι νησίδας, πεζοδρομίου, ποδηλατοδρόμου, λωρίδας στάθμευσης, λωρίδας πρασίνου, λωρίδας εκτάκτου ανάγκης κλπ). Έπειτα, θεωρείται ένας συντελεστής συντήρησης, ο οποίος

στις μελέτες της παρούσας πτυχιακής εργασίας υπολογίζεται με βάση το πρότυπο CIE 154-2003. Χαμηλότεροι συντελεστές συντήρησης χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις σπάνιας συντήρησης του δρόμου ή σε περιπτώσεις υψηλής ρύπανσης περιβάλλοντος. Στη συνέχεια ο μελετητής προμηθεύεται μέσω ηλεκτρονικής βιβλιοθήκης της εκάστοτε εταιρείας κατασκευής φωτιστικών, τα διαγράμματα πολικής κατανομής της φωτεινής έντασης του φωτιστικού που θα χρησιμοποιηθεί, με τα οποία και ενημερώνει το πρόγραμμα. Εισάγεται η διάταξη των φωτιστικών, το ύψος τοποθέτησής τους, η κλίση και το μήκος του βραχίονα στήριξής τους και η απόσταση μεταξύ των ιστών.

Με δεδομένες τις παραπάνω πληροφορίες το πρόγραμμα είναι σε θέση να δώσει μια εικόνα του φωτισμού του δρόμου σε τρισδιάστατη απεικόνιση ή μέσω ψευδοχρωμάτων, καθένα από τα οποία αντιστοιχεί σε συγκεκριμένη ένταση φωτισμού. Ελέγχει για τη δεδομένη κλάση φωτισμού του δρόμου αν τηρούνται τα όρια του Προτύπου EN13201 και παρέχει φωτοτεχνικά αποτελέσματα μέσω πινάκων και γραφικών παραστάσεων, δίνοντας έτσι μια πληρέστερη εικόνα για το φωτισμό του δρόμου.

6.3 Αποτύπωση παρούσας κατάστασης

Ο υπό εξέταση οδικός άξονας αποτελεί μέρος της εθνικής οδού Τρίπολης-Σπάρτης και βρίσκεται στην ευρύτερη περιοχή της Τρίπολης. Στην περιοχή υπάρχουν μονοκατοικίες και μεγάλα εμπορικά καταστήματα.

Κύριοι χρήστες του δρόμου είναι τα μηχανοκίνητα οχήματα με ταχύτητες άνω των 60 χλμ/ώρα αλλά επιτρέπονται επίσης τα αργά κινούμενα οχήματα οι πεζοί και τα ποδήλατα. Οι λωρίδες κυκλοφορίας είναι μία για κάθε ρεύμα ενώ δεν υπάρχει διαχωριστική νησίδα ούτε λωρίδες έκτακτης ανάγκης χαρακτηριστικά του δρόμου περιγράφονται συνοπτικά στον παρακάτω Πίνακα 6.1

Πίνακας 6.1 Συνοπτικά χαρακτηριστικά οδού

Οδός	Κόμβος Αγίου Σώστη
Χαρακτηρισμός	Περιφερειακή οδός
Κύριοι Χρήστες	M
Άλλοι επιτρεπόμενοι Χρήστες	S,C,P
Συνήθης ταχύτητα κύριου χρήστη	> 60 χλμ/ώρα
Αξιολόγηση δρόμου (κατάσταση φωτισμού)	A3
Κατηγορία (κλάση) φωτισμού δρόμου	ME4a
Αριθμός λωρίδων κυκλοφορίας	2
Ασφαλικό σκυρόδεμα	R3

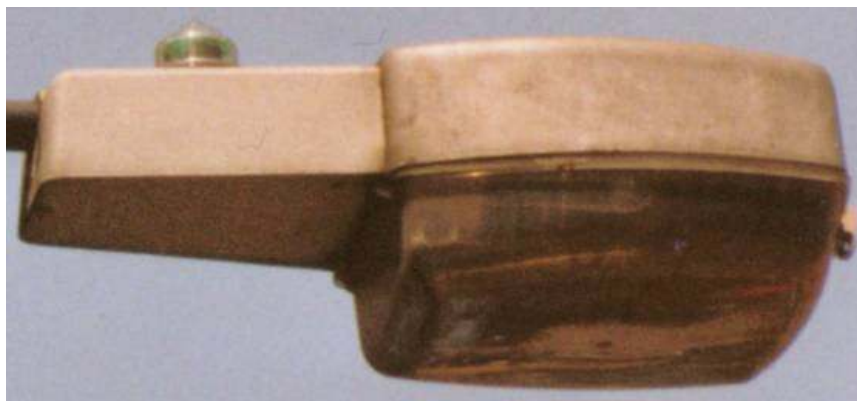
Συντελεστής ανάκλασης	0.07
Συντελεστής συντήρησης	0.7
Μήκος δρόμου (m)	3500 m
Πλάτος δρόμου (m)	8

Τα φωτιστικά που χρησιμοποιούνται για τον φωτισμό της οδού, ανήκουν στην Philips και είναι τα SGS 203. Για το φωτισμό της οδού χρησιμοποιούνται συνολικά 117 φωτιστικά σώματα. Διαθέτουν λαμπτήρες Νατρίου Υψηλής Πίεσης SON-T 250W, πραγματικής ηλεκτρικής ισχύος 276W (στην οποία συμπεριλαμβάνονται οι απώλειες του ballast) και φωτεινής ροής 28000lm. Η διάταξή τους στο δρόμο είναι μονόπλευρη, ενώ η απόσταση μεταξύ των ιστών στήριξης των φωτιστικών κατά μήκος του δρόμου μετρήθηκε ίση με 30 μέτρα. Το ύψος συναρμολόγησης των φωτιστικών ανέρχεται στα 12 μέτρα, ενώ η προβολή του φωτεινού τους σημείου καταλήγει σε απόσταση μισού μέτρου από την άκρη του οδοστρώματος. Η κλίση του βραχίονα του φωτιστικού ισούται με 10° . Τα παραπάνω χαρακτηριστικά παρουσιάζονται συγκεντρωμένα στον Πίνακα 6.2 που ακολουθεί:

Πίνακας 6.2 Τεχνικά χαρακτηριστικά φωτισμού οδού

Φωτιστικά	Philips SGS 203
Αριθμός φωτιστικών	117
Αριθμός ιστών	117
Τρόπος διάχυσης φωτός	Semi-cutoff
Λαμπτήρες	SON
Πραγματική Ισχύς λαμπτήρων(W)	276
Φωτεινή Ροή λαμπτήρων (lm)	28000
Διάταξη	Μονόπλευρη
Απόσταση Ιστών (m)	30
Ύψος ιστών (m)	12
Προεξοχή φωτεινού σημείου (m)	0.5
Κλίση βραχίονα ($^{\circ}$)	10°

Μια άποψη του είδους των φωτιστικών που χρησιμοποιούνται για το φωτισμό της οδού παρουσιάζεται στο Σχήμα 6.2.



Σχήμα 6.2 Υπάρχον εγκατεστημένο φωτιστικό

Πίνακας 6.3 Τεχνικά χαρακτηριστικά φωτιστικού

Φωτιστικό	Philips SGS 203
Τρόπος διάχυσης φωτός	Semi-cut off
Βαθμός απόδοσης	---
Λαμπτήρες	SON
Πραγματική Ισχύς λαμπτήρων	276
Φωτεινή Ροή λαμπτήρων (lm)	28000
Πολικό Διάγραμμα	

6.4 Κατανάλωση-παραδοχές

Για να υπολογίσουμε με ακρίβεια το ποσό της ενέργειας που καταναλώνεται ανά έτος, θεωρούμε ότι ο λαμπτήρας λειτουργεί 4200 ώρες/έτος (CIE 154-2003). Με βάση το τιμολόγιο φωτισμού οδών και πλατειών T-49,T-49/1, Γ-4 της ΔΕΗ το μέσο κόστος της κιλοβατώρας ρυθμίζεται στα 0.08103 €/kWh. Οι παραδοχές αυτές θα ισχύουν σε όλα τα επόμενα σενάρια.

Ο συντελεστής συντήρησης της υπάρχουσας κατάστασης είναι άγνωστος γιατί υπάρχουν σημαντικές αλλοιώσεις στις επιφάνειες των φωτιστικών σωμάτων όμως όλοι οι λαμπτήρες λειτουργούν άρα υπάρχει μεταβλητό πρόγραμμα αντικατάστασης λαμπτήρων. Για να υπολογίσουμε την απόδοση της τωρινής κατάστασης θα θεωρήσουμε ότι υπάρχει πλάνο καθαρισμού ανά τρία έτη.

Με βάση την παραδοχή αυτή ο MF διαμορφώνεται στο : $MF = (0.9 * 0.82 * 0.95) = 0,70$

Όπου LLMF=0.9 (πίνακας 3.1), LMF=0.82 (πίνακας 3.2), LSF=0.95

(στοιχεία κατασκευαστή)

Στην υπάρχουσα κατάσταση, για 117 λαμπτήρες έχουμε:

117 λαμπτήρες x 276W/λαμπτήρα x 4200 h/χρόνο = 135626.4 kWh /χρόνο.

Με ετήσιο κόστος της τάξης των:

135626.4 kWh/χρόνο x 0.08103€ /kWh= 10990 € / χρόνο.

Με τη βοήθεια του λογισμικού Dialux ελέγξαμε κατά πόσο η υπάρχουσα κατάσταση είναι σύμφωνη με τα Ευρωπαϊκά πρότυπα και κυρίως με το 13201. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στη συνέχεια στους Πίνακες 6.4 και 6.5

Πίνακας 6.4 Οδόστρωμα 1 (ME4a)

Πυκνότητα φωτεινότητας σε στεγνό οδόστρωμα [cd/m ²]										
7.333	1.91	1.87	1.84	1.85	1.91	1.91	1.92	1.96	1.88	1.86
6.000	1.55	1.55	1.53	1.51	1.60	1.62	1.64	1.69	1.59	1.58
4.667	1.35	1.31	1.28	1.22	1.33	1.34	1.32	1.36	1.32	1.38
m	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500

Κάνναβος: 10 x 5 Σημεία

Πίνακας 6.5 Οδόστρωμα 2 (ME4a)

Πυκνότητα φωτεινότητας σε στεγνό οδόστρωμα [cd/m ²]										
11.333	1.68	1.67	1.65	1.63	1.65	1.68	1.66	1.68	1.68	1.70
10.000	1.91	1.90	1.87	1.86	1.91	1.97	1.94	1.93	1.89	1.89
8.667	1.75	1.74	1.70	1.73	1.79	1.82	1.81	1.85	1.81	1.78
m	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500

Κάνναβος: 10 x 5 Σημεία

Όπως μπορούμε να δούμε κάνοντας τη σύγκριση με τα όρια που θεσπίζει το πρότυπο 13201 το υπό εξέταση τμήμα της εθνικής οδού Τρίπολης-Σπάρτης είναι εντός των ελάχιστων και μέγιστων επιτρεπτών ορίων που θεσπίζονται στο πρότυπο αυτό.

Μια σημαντική παρατήρηση που θα μπορούσε να γίνει είναι πως αλλάζοντας ελάχιστα την κλίση του βραχίονα αλλάζουν εντελώς το φωτοτεχνικά αποτελέσματα με αποτέλεσμα να έχουν υπερφωταγώγηση στο ρεύμα κυκλοφορίας που φιλοξενεί τους ιστούς οδοφωτισμού και υποφωταγώγηση στο αντίθετο ρεύμα κυκλοφορίας με αποτέλεσμα σε κανένα από τα δύο ρεύματα να μην πληρούνται τα κριτήρια του 13201.

Με βάση τα αποτελέσματα των Πινάκων 6.3 και 6.4 και γνωρίζοντας τα ελάχιστα προβλεπόμενα όρια με βάση την κλάση του υπό εξέταση αυτοκινητοδρόμου (Πίνακας 4.23) προκύπτει ότι στη παρούσα κατάσταση έχουμε:

Πίνακας 6.6 Αποτελέσματα με βάση την κλάση ME4a

ME4a	$L_m(\text{cd/m}^2)$ $\geq 0,75$	U_0 $\geq 0,4$	U_I $\geq 0,6$	$TI\%$ < 15	SR $\geq 0,5$
Οδόστρωμα 1	1,60	0,76	0,89	7	0,86
Οδόστρωμα 2	1,78	0,91	0,94	6	0,97

6.5 Ανάλυση σεναρίων

Στην παρούσα φάση της πτυχιακής θα προσπαθήσουμε να κάνουμε βελτιστοποίηση του υπάρχοντος συστήματος οδοφωτισμού υπολογίζοντας παράλληλα το κόστος της αντικατάστασης καθώς και τον χρόνο απόσβεσης της επένδυσής μας.

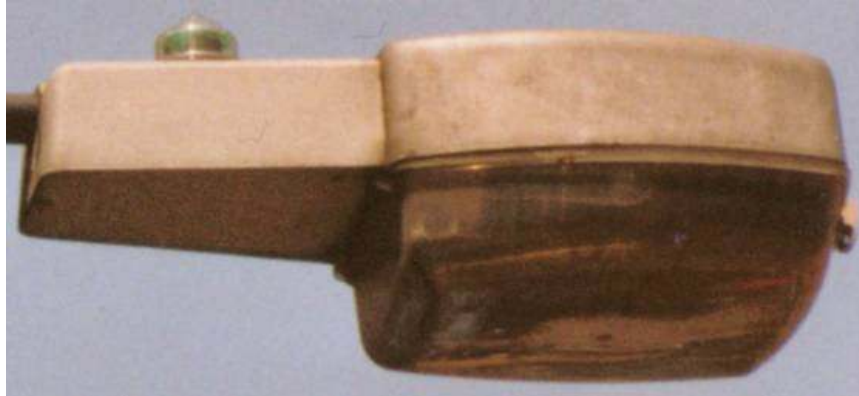
Βασικό κριτήριο είναι η ελαχιστοποίηση της δαπανώμενης ηλεκτρικής ενέργειας πάντα όμως με σεβασμό των ορίων που θεσπίζει ο 13201.

6.5.1 Σενάριο 1^ο: Αντικατάσταση λαμπτήρων διατηρώντας την υπάρχουσα διάταξη

Στην περίπτωση του 1^ο σεναρίου παρεμβάσεων θα εξετάσουμε αν μόνο με την αντικατάσταση των λαμπτήρων 250W με λαμπτήρες μικρότερης ισχύος 150W και άρα μικρότερης κατανάλωσης μπορούν να εκπληρωθούν οι απαιτήσεις του προτύπου 13201 χωρίς να αντικατασταθεί τίποτα άλλο από την υπάρχουσα διάταξη.

Δεδομένου ότι στο συγκεκριμένο σενάριο δεν απαιτείται αντικατάσταση φωτιστικών σωμάτων διατηρούνται τα φωτιστικά που ήδη υπάρχουν. Σχήμα 6.3.

Σχήμα 6.3 Φωτιστικό 1ου Σεναρίου (υπάρχουσα κατάσταση)



Πίνακας 6.7 Τεχνικά χαρακτηριστικά φωτιστικού

Φωτιστικό	Philips SGS 203
Τρόπος διάχυσης φωτός	Semi-cutoff
Συντελεστής συντήρησης	0.7
Λαμπτήρες	SON
Πραγματική Ισχύς λαμπτήρων	169 W
Φωτεινή Ροή λαμπτήρων (lm)	14000
Πολικό Διάγραμμα	

Όπως μπορούμε να δούμε στους παρακάτω Πίνακες 6.6 με 6.8 με την αντικατάσταση των λαμπτήρων τα κριτήρια του προτύπου δεν ικανοποιούνται.

Πίνακας 6.8 Οδόστρωμα 1 (ME4a)

Πυκνότητα φωτεινότητας σε στεγνό οδόστρωμα [cd/m ²]										
7,333	0.67	0.65	0.62	0.61	0.61	0.63	0.65	0.69	0.68	0.68
6,000	0.68	0.66	0.64	0.62	0.63	0.65	0.66	0.68	0.68	0.68
4,667	0.62	0.61	0.60	0.58	0.59	0.60	0.62	0.64	0.64	0.64
m	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500

Κάνναβος: 10 x 3 Σημεία

Πίνακας 6.9 Οδόστρωμα 2 (ME4a)

Πυκνότητα φωτεινότητας σε στεγνό οδόστρωμα [cd/m ²]										
11.333	0.69	0.68	0.64	0.62	0.67	0.68	0.68	0.69	0.69	0.71
10.000	0.73	0.73	0.70	0.70	0.74	0.76	0.78	0.79	0.76	0.74
8.667	0.80	0.78	0.75	0.75	0.76	0.78	0.81	0.84	0.80	0.78

m	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500
---	-------	-------	-------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Κάνναβος: 10 x 4 Σημεία

Πίνακας 6.10 Αποτελέσματα με βάση την κλάση ME4

ME4a	Lm(cd/m ²) ≥ 0,75	U ₀ ≥0,4	U _I ≥0,6	TI % <15	SR ≥0,5
Οδόστρωμα 1	0.67	0.87	0.92	5	1.13
Οδόστρωμα 2	0.73	0.81	0,87	6	0,82

Όπως μπορούμε να διαπιστώσουμε και από τον Πίνακα 6.10 το επίπεδο φωτισμού με λαμπτήρες 150 W (πραγματικής κατανάλωσης 169 W) είναι σε χαμηλότερα από τα απαιτούμενα επίπεδα. Για να εκπληρωθούν τα κριτήρια του προτύπου 13201 χρειάζεται το ύψος ανάρτησης του φωτιστικού σώματος να κατέβει στα 10 μέτρα.

Με την αλλαγή αυτή τα κριτήρια του προτύπου ικανοποιούνται όπως διαπιστώνουμε και στους παρακάτω Πίνακες 6.11 και 6.12

Πίνακας 6.11 Οδόστρωμα 1 (ME4a)

Πυκνότητα φωτεινότητας σε στεγνό οδόστρωμα [cd/m ²]										
7.333	0.82	0.82	0.75	0.74	0.74	0.77	0.81	0.88	0.89	0.85
6.000	0.84	0.82	0.77	0.76	0.76	0.78	0.79	0.79	0.82	0.85
4.667	0.77	0.75	0.72	0.71	0.72	0.72	0.72	0.73	0.75	0.79
m	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500

Κάνναβος: 10 x 3 Σημεία

Πίνακας 6.12 Οδόστρωμα 2 (ME4a)

Πυκνότητα φωτεινότητας σε στεγνό οδόστρωμα [cd/m ²]										
11.333	0.81	0.76	0.68	0.65	0.63	0.67	0.74	0.71	0.79	0.82
10.000	0.88	0.86	0.79	0.77	0.74	0.82	0.90	0.91	0.92	0.91
8.667	0.96	0.96	0.87	0.86	0.86	0.91	0.99	1.04	1.02	0.96
m	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500

Κάνναβος: 10 x 4 Σημεία

Πίνακας 6.13 Αποτελέσματα με βάση την κλάση ME4a

ME4a	$L_m(\text{cd/m}^2)$ $\geq 0,75$	U_0 $\geq 0,4$	UI $\geq 0,6$	$TI \%$ < 15	SR $\geq 0,5$
Οδόστρωμα 1	0.78	0.83	0.87	7	1.11
Οδόστρωμα 2	0.78	0.64	0.76	7	0.72

Κόστος εφαρμογής και λειτουργίας σεναρίου

Λόγο του ότι χρησιμοποιούμε τα ήδη υπάρχοντα φωτιστικά σώματα το κόστος εφαρμογής του συγκεκριμένου σεναρίου διαμορφώνεται από την αντικατάσταση φωτιστικών και βραχιόνων. Για λόγους οικονομίας κρίθηκε σκόπιμο να διατηρηθούν οι ήδη υπάρχοντες ιστοί απλά το φωτιστικό θα αναρτηθεί χαμηλότερα. Οι τιμές που παρουσιάζονται στον παρακάτω Πίνακα 6.14 και αφορούν επώνυμους και πιστοποιημένους κατασκευαστές.

Πίνακας 6.14 Κόστος αντικατάστασης των λαμπτήρων και των ballast

	Τεμάχια	Τιμή/τεμάχιο	Σύνολο(€)
Λαμπτήρες	117	13.5	1579,5
Ballast	117	10	1170
Συνολικό κόστος			2749,5

Η κατανάλωση με την εφαρμογή του σεναρίου 1 ανέρχεται σε :

$$117 \text{ λαμπτήρες} \times 169\text{W/λαμπτήρα} \times 4200 \text{ h/χρόνο} = 83047 \text{ kWh / χρόνο.}$$

Με κόστος της τάξης των:

$$83047 \text{ kWh} \times 0.08103\text{€ /kWh} = 6729.2 \text{ € / χρόνο.}$$

Με βάση την υπάρχουσα κατάσταση το κόστος λειτουργίας ανέρχεται σε 10990 € / χρόνο οπότε με την εφαρμογή του σεναρίου 1 έχουμε εξοικονόμηση :

$$10990 - 6729.2 = 4261 \text{ € /χρόνο}$$

Με βάση το κόστος αντικατάστασης λαμπτήρων και ballast απόσβεση θα έχουμε σε :

$$4261\text{€ (ετήσιο κέρδος)}/365 = 11.67 \text{ € (ημερήσιο κέρδος).}$$

$$2749.5\text{€ (κόστος υλικών) / 11.67 € (ημερήσιο κέρδος)} = 236 \text{ ημέρες ή 7,5 μήνες.}$$

Πίνακας 6.15 Συνοπτικά στοιχεία 1ου σεναρίου

Σενάριο	Είδος Φωτιστικού	Ύψος ανάρτησης	Ισχύς φωτιστικού (W)	Ιστοί ανά Km	Κατανάλωση (W/km)	Κόστος €	Χρόνος Απόσβεσης
1 ^ο	SON	10	169	33	5577	2749,5	7,5M

Το εν λόγω σενάριο αν και από πλευρά αριθμών δείχνει ιδανικό δεν είναι καθώς τα φωτιστικά σώματα έχουν ήδη κλείσει τον κύκλο ζωής τους και χρειάζονται αντικατάσταση.

6.5.2 Σενάριο 2^ο: Αντικατάσταση φωτιστικών σωμάτων

Στο σενάριο αυτό θα αντικαταστήσουμε τα ήδη υπάρχοντα φωτιστικά σώματα διατηρώντας την υπόλοιπη διάταξη ως έχει. Έχουν επιλεγεί τα φωτιστικά σώματα SGS501 1*SON-TPP 100W ηλεκτρικής ισχύος 114W (συμπεριλαμβανομένων απωλειών ballast) και φωτεινής απόδοσης 10700 lm της Philips.



Σχήμα 6.4 Φωτιστικό 2ου σεναρίου PHILIPS SGS 501

Πίνακας 6.16 Τεχνικά χαρακτηριστικά φωτιστικού

Φωτιστικό	Philips SGS501
Τρόπος διάχυσης φωτός	Semi cut-off
Βαθμός απόδοσης	0,84
Λαμπτήρες	SON
Πραγματική Ισχύς λαμπτήρων	114 W
Φωτεινή Ροή λαμπτήρων (lm)	10700
Πολικό Διάγραμμα	
IP	55

Όπως μπορούμε να δούμε στους παρακάτω Πίνακες 6.16 και 6.17 με την χρήση των συγκεκριμένων φωτιστικών τα κριτήρια του προτύπου ικανοποιούνται.

Πίνακας 6.17 Οδόστρωμα 1 (ME4a)

Πυκνότητα φωτεινότητας σε στεγνό οδόστρωμα [cd/m ²]										
7,333	0.84	0.80	0.74	0.74	0.72	0.74	0.76	0.78	0.82	0.85
6,000	0.86	0.84	0.77	0.73	0.71	0.73	0.77	0.80	0.86	0.89
4,667	0.74	0.71	0.67	0.62	0.58	0.58	0.66	0.72	0.77	0.79
m	1.50	4.50	7.50	10.50	13.50	16.50	19.50	22.50	25.50	28.50

Κάνναβος: 10 x 3 Σημεία

Πίνακας 6.18 Οδόστρωμα 2 (ME4a)

Πυκνότητα φωτεινότητας σε στεγνό οδόστρωμα [cd/m ²]										
11.333	0.64	0.61	0.61	0.63	0.67	0.67	0.67	0.61	0.58	0.64
10.000	0.77	0.75	0.73	0.76	0.78	0.78	0.80	0.76	0.74	0.76
8.667	0.96	0.92	0.85	0.85	0.84	0.86	0.86	0.86	0.90	0.93
m	1.50	4.50	7.50	10.50	13.50	16.50	19.50	22.50	25.50	28.50

Κάνναβος: 10 x 3 Σημεία

Πίνακας 6.19 Αποτελέσματα με βάση την κλάση ME4a

ME4a	Lm(cd/m ²) ≥ 0,75	U ₀ ≥0,4	UI ≥0,6	TI % <15	SR ≥0,5
Οδόστρωμα 1	0.75	0.77	0.81	6	1.06
Οδόστρωμα 2	0.76	0.77	0.91	7	0.80

Κόστος εφαρμογής και λειτουργίας σεναρίου 2

Στο συγκεκριμένο σενάριο έχουμε αντικατάσταση μόνο των φωτιστικών σωμάτων καθώς όλη η υπόλοιπη διάταξη παραμένει ως έχει.. Το ύψος ανάρτησης έχει παραμείνει σταθερό στα 12 μέτρα καθώς και οι βραχίονες στήριξης δεν χρήζουν αντικατάστασης αφού είναι ρυθμιζόμενοι ως προς την κλίση τους. Το κόστος εφαρμογής διαμορφώνεται ως εξής:

Πίνακας 6.20 Κόστος αντικατάστασης φωτιστικών σωμάτων.

	Τεμάχια	Τιμή/τεμάχιο	Σύνολο(€)
Φωτιστικά σώματα	117	250	29250
Συνολικό κόστος			29250

Η κατανάλωση με την εφαρμογή του σεναρίου 2 ανέρχεται σε :

$$117 \text{ λαμπτήρες} \times 114 \text{ W/λαμπτήρα} \times 4200 \text{ h/χρόνο} = 56020 \text{ kWh / χρόνο.}$$

Με κόστος της τάξης των:

$$56020 \text{ kWh} \times 0.08103 \text{ €/kWh} = 4539 \text{ € / χρόνο.}$$

Με βάση την υπάρχουσα κατάσταση το κόστος λειτουργίας ανέρχεται σε 10990 € / χρόνο
οπότε με την εφαρμογή του σεναρίου 1 έχουμε εξοικονόμηση :

$$10990 - 4539 = 6451 \text{ € /χρόνο}$$

Με βάση το κόστος αντικατάστασης φωτιστικών σωμάτων απόσβεση θα έχουμε σε :

$$6541 \text{ € (ετήσιο κέρδος)} / 365 = 17,67 \text{ € (ημερήσιο κέρδος).}$$

$$29250 \text{ € (κόστος υλικών)} / 17,67 \text{ € (ημερήσιο κέρδος)} = 1655 \text{ ημέρες ή 4,5 έτη.}$$

Στα 4,5 αυτά έτη θα πρέπει να συνυπολογίσουμε και το κόστος αντικατάστασης λαμπτήρων

(έχουμε πλάνο συντήρησης 3 έτη καθώς και μία φορά τουλάχιστον αλλαγή των ballast
(χρόνος ζωής 5000 ώρες περίπου).

Πίνακας 6.21 Κόστος αντικατάστασης των λαμπτήρων και των ballast

	Τεμάχια	Τιμή/τεμάχιο
Λαμπτήρες	117	13.5
Ballast	117	10

Οπότε το κόστος συντήρησης διαμορφώνετε σε(117 x13,5)+(117x10) = 2749.5€

Πίνακας 6.22 Συνοπτικά στοιχεία 2ου σεναρίου

Σενάριο	Είδος Φωτιστικού	Ύψος ανάρτησης	Ισχύς φωτιστικού (W)	Ιστοί ανά km	Κατανάλωση (W/km)	Κόστος €	Χρόνος Απόσβεσης
2 ^ο	SON	12	114	33	3762	29250	4.5 Y

Σύμφωνα με τα παραπάνω σε 4.5 έτη θα έχουμε εξοικονομήσει το κεφάλαιο της επένδυσης μας.

6.5.3 Σενάριο 3^ο: Αντικατάσταση διάταξης και χρήση SON 70 W

Στο συγκεκριμένο σενάριο θα εξετάσουμε τον φωτισμό της εν λόγω περιοχής με χρήση των φωτιστικών σωμάτων SGS501 1*SON-TPP 70W ηλεκτρικής ισχύος 80W (συμπεριλαμβανομένων απωλειών ballast) και φωτεινής απόδοσης 6600lm.

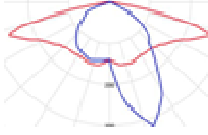
Για να μπορέσουμε να χρησιμοποιήσουμε λαμπτήρες τόσο μικρής ηλεκτρικής κατανάλωσης αλλά και να είμαστε σύμφωνοι με τις απαιτήσεις του προτύπου 13201 είναι απαραίτητο να χρησιμοποιηθεί αμφίπλευρη διάταξη φωτισμού με μετατόπιση.

Το ύψος ανάρτησης αλλάζει και διαμορφώνεται στα 8 μέτρα ενώ οι αποστάσεις μεταξύ των ιστών αλλάζουν και αυτές και καταλήγουν στα 47 μέτρα από κάθε πλευρά του δρόμου.



Σχήμα 6.5 Φωτιστικό 3ου Σεναρίου PHILIPS SGS501

Πίνακας 6.23 Τεχνικά χαρακτηριστικά φωτιστικού

Φωτιστικό	Philips SGS501
Τρόπος διάχυσης φωτός	Semi cut-off
Βαθμός απόδοσης	0,84
Λαμπτήρες	SON
Πραγματική Ισχύς λαμπτήρων	80 W
Φωτεινή Ροή λαμπτήρων (lm)	6600
Πολικό Διάγραμμα	
IP	55

Όπως μπορούμε να δούμε στους παρακάτω Πίνακες 6.22 και 6.23 με την χρήση των συγκεκριμένων φωτιστικών τα κριτήρια του προτύπου ικανοποιούνται

Πίνακας 6.24 Οδόστρωμα 1 (ME4a)

Πυκνότητα φωτεινότητας σε στεγνό οδόστρωμα [cd/m ²]																
7,333	0.91	0.90	0.91	0.90	0.92	0.88	0.78	0.77	0.80	0.86	0.91	0.99	1.05	1.08	1.00	0.91
6,000	0.80	0.74	0.68	0.66	0.68	0.67	0.67	0.78	0.80	0.84	0.88	0.92	0.96	0.92	0.85	0.83
4,667	0.54	0.51	0.46	0.47	0.48	0.51	0.57	0.66	0.68	0.66	0.65	0.64	0.62	0.60	0.58	0.58
m	1.46	4.40	7.34	10.28	13.21	16.15	19.09	22.03	24.96	27.90	30.84	33.78	36.71	39.65	42.59	45.53

Κάνναβος: 16 x 3 Σημεία

Πίνακας 6.25 Οδόστρωμα 2 (ME4a)

Πυκνότητα φωτεινότητας σε στεγνό οδόστρωμα [cd/m ²]																
11.33	0.68	0.67	0.66	0.65	0.63	0.61	0.59	0.58	0.55	0.51	0.47	0.47	0.49	0.51	0.57	0.67
10.00	0.80	0.84	0.88	0.92	0.97	0.92	0.85	0.83	0.79	0.74	0.68	0.67	0.67	0.66	0.66	0.77
8.66	0.79	0.85	0.91	0.99	1.05	1.08	1.00	0.91	0.89	0.89	0.90	0.89	0.92	0.89	0.79	0.78
m	1.46	4.40	7.34	10.28	13.21	16.15	19.09	22.03	24.96	27.90	30.84	33.78	36.71	39.65	42.59	45.53

Κάνναβος: 16 x 3 Σημεία

Πίνακας 6.26 Αποτελέσματα με βάση την κλάση ME4a

ME4a	Lm(cd/m ²) ≥ 0,75	U ₀ ≥0,4	UI ≥0,6	TI % <15	SR ≥0,5
Οδόστρωμα 1	0.76	0.61	0.69	11	0.87
Οδόστρωμα 2	0.76	0.61	0.68	11	0.87

Δεδομένου ότι η υπό εξέταση περιοχή έχει μήκος 3500 μέτρα και οι ιστοί απέχουν 47 μέτρα έχουμε:

$$3500 / 47 \times 2 = 147 \text{ (συνολικά απαιτούμενοι ιστοί)}$$

Το συνολικό κόστος εφαρμογής του συγκεκριμένου σεναρίου υπολογίζεται στο Πινάκα 6.25

Πίνακας 6.27 Κόστος εφαρμογής σεναρίου 3

	Τεμάχια	Τιμή/τεμάχιο	Σύνολο(€)
Φωτιστικά σώματα	147	250	36750
Ιστοί 8 m	147	8000	1176000
Βραχίονες	147	50	7350
Συνολικό κόστος			1220100

Η κατανάλωση με την εφαρμογή του σεναρίου 3 ανέρχεται σε :

147 λαμπτήρες x 80W / λαμπτήρα x 4200 h /χρόνο = 49329 kWh / χρόνο.

Με κόστος της τάξης των: 49329 kWh x 0.08103€ /χρόνο = 3997 € / χρόνο.

Στην παρούσα κατάσταση έχουμε ετήσιο κόστος λειτουργίας 10990 €/ χρόνο οπότε με την εφαρμογή του σεναρίου 3 θα έχουμε εξοικονόμηση

$10990 - 3997 = 6993 \text{ € / χρόνο.}$

Με βάση το συνολικό κόστος των υλικών που θα χρειαστούμε για την εφαρμογή του σεναρίου 3 θα έχουμε απόσβεση σε:

$6993\text{€} / 365 = 19.2 \text{ €/ημέρα}$

$1220100 / 19.2 = 63547 \text{ ημέρες ή αλλιώς σε } 174 \text{ χρόνια.}$

Πίνακας 6.28 Συνοπτικά στοιχεία 3ου σεναρίου

Σενάριο	Είδος Φωτιστικού	Ύψος ανάρτησης	Ισχύς φωτιστικού (W)	Ιστοί ανά km	Κατανάλωση (W/km)	Κόστος €	Χρόνος Απόσβεσης
3 ^ο	SON	8	80	42	3360	1220100	174Y

Ο χρόνος απόσβεσης κρίνει μη εφαρμόσιμο το σενάριο 3 στην περίπτωση μας, παρ όλα αυτά ίσως είναι μια πολύ καλή επιλογή για καινούργιες εγκαταστάσεις οδοφωτισμού καθώς έχει πολύ μικρή ηλεκτρική κατανάλωση.

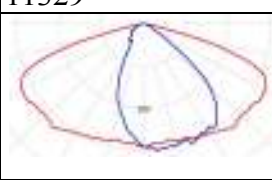
6.5.4 Σενάριο 4^ο: Φωτισμός με χρήση LED

Στην περίπτωση του 4^{ου} σεναρίου παρεμβάσεων θα εξετάσουμε την αντικατάσταση των λαμπτήρων Νατρίου Υψηλής Πίεσης SON 250W, πραγματικής ηλεκτρικής ισχύος 276W (στην οποία συμπεριλαμβάνονται οι απώλειες του ballast) φωτεινής ροής 28000 lm με το φωτιστικό LED BGP 352 T25 1 x ECO113-2S/740 DC ηλεκτρικής ισχύος 111.6 W και φωτεινής ροής 11329 lm που μπορούν να εκπληρώσουν τις απαιτήσεις του προτύπου 13201 χωρίς να αντικατασταθεί τίποτα άλλο από την υπάρχουσα διάταξη. Μια άποψη του είδους των φωτιστικών που προτείνονται για το φωτισμό της οδού παρουσιάζεται στο Σχήμα 6.6.



Σχήμα 6.6 Προτεινόμενο φωτιστικό 4ου Σεναρίου - LED Philips iridium BGP352

Πίνακας 6.29 Τεχνικά χαρακτηριστικά φωτιστικού

Φωτιστικό	LED Philips iridium BGP 352
Τρόπος διάχυσης φωτός	Cut off
Βαθμός απόδοσης	0.86
Λαμπτήρες	LED
Πραγματική Ισχύς λαμπτήρων	111,6 W
Φωτεινή Ροή λαμπτήρων (lm)	11329
Πολικό Διάγραμμα	
IP	65

Όπως μπορούμε να δούμε στους παρακάτω Πίνακες 6.18 έως και 6.19 με την χρήση των συγκεκριμένων φωτιστικών τα κριτήρια του προτύπου ικανοποιούνται.

Πίνακας 6.30 Οδόστρωμα 1 (ME4a)

Πυκνότητα φωτεινότητας σε στεγνό οδόστρωμα [cd/m ²]										
7,333	0.95	0.94	0.93	0.91	0.90	0.89	0.90	0.94	0.92	0.95
6,000	1.10	1.10	1.06	1.03	1.02	1.05	1.07	1.08	1.07	1.10
4,667	1.06	1.04	1.02	1.00	0.97	1.00	1.05	1.03	1.05	1.06
m	1.50	4.50	7.50	10.50	13.50	16.50	19.50	22.50	25.50	28.50

Κάνναβος: 10 x 3 Σημεία

Πίνακας 6.31 Οδόστρωμα 2 (ME4a)

Πυκνότητα φωτεινότητας σε στεγνό οδόστρωμα [cd/m ²]										
11.333	0.61	0.64	0.63	0.62	0.64	0.62	0.62	0.59	0.59	0.60
10.000	0.73	0.75	0.75	0.74	0.73	0.71	0.73	0.73	0.71	0.72
8.667	0.94	0.93	0.91	0.89	0.86	0.84	0.86	0.90	0.88	0.89
m	1.50	4.50	7.50	10.50	13.50	16.50	19.50	22.50	25.50	28.50

Κάνναβος: 10 x 3 Σημεία

Πίνακας 6.32 Αποτελέσματα με βάση την κλάση ME4a

ME4a	Lm(cd/m ²) ≥ 0,75	U ₀ ≥ 0,4	UI ≥ 0,6	TI % <15	SR ≥ 0,5
Οδόστρωμα 1	1,01	0.89	0.93	4	0,88
Οδόστρωμα 2	0.75	0.79	0.94	5	0.97

Λόγω του ότι οι υπάρχοντες βραχίονες έχουν δυνατότητα μεταβλητής ρύθμισης της κλίσης τους δεν είναι απαραίτητη η αντικατάσταση τούς. Έτσι το κόστος περιορίζεται στην αγορά των λαμπτήρων LED. Οι τιμές που παρουσιάζονται στον παρακάτω Πίνακα 6.30 και αφορούν επώνυμους και πιστοποιημένους κατασκευαστές

Πίνακας 6.33 Κόστος αντικατάστασης φωτιστικών σωμάτων

	Τεμάχια	Τιμή/τεμάχιο	Σύνολο(€)
Φωτιστικά LED	117	600	70200
Συνολικό κόστος			70200

Η κατανάλωση με την εφαρμογή του σεναρίου 3 ανέρχεται σε :

117 λαμπτήρες x 111.2W/λαμπτήρα x 4200h/χρόνο = 54644 kWh / χρόνο.

Με κόστος της τάξης των:

54644 kWh x 0.08103 € /kWh = 4428€ / χρόνο.

Με βάση την υπάρχουσα κατάσταση το κόστος λειτουργίας ανέρχεται σε 10990 € / χρόνο οπότε με την εφαρμογή του σεναρίου 3 έχουμε εξοικονόμηση :

10990 – 4428 = 6562 € /χρόνο

Με βάση το κόστος αντικατάστασης λαμπτήρων LED απόσβεση θα έχουμε σε :

$6562 \text{ € (ετήσιο κέρδος)} / 365 = 18 \text{ € (ημερήσιο κέρδος)}$.

$70200 \text{ € (κόστος υλικών)} / 18 \text{ € (ημερήσιο κέρδος)} = 3900 \text{ ημέρες ή } 10.5 \text{ έτη}$

Πίνακας 6.34 Συνοπτικά στοιχεία 4ου σεναρίου

Σενάριο	Είδος Φωτιστικού	Ύψος ανάρτησης	Ισχύς φωτιστικού (W)	Ιστοί ανά km	Κατανάλωση (W/km)	Κόστος €	Χρόνος Απόσβεσης
4 ^ο	LED	12	111.2	33	3683	70200	10.5Y

Σύμφωνα με τα παραπάνω σε λιγότερο από 10.5 χρόνια θα έχουμε εξοικονομήσει το κεφάλαιο της επένδυσης μας με την εγκατάσταση των LED να έχουν χρόνο ζωής πάνω από τα 20 έτη.

6.5.5 Σενάριο 5^ο: Φωτισμός με χρήση LED και αλλαγή διάταξης

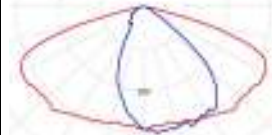
Το συγκεκριμένο σενάριο είναι το πλέον παρεμβατικό αφού για να μπορέσουμε να χρησιμοποιήσουμε λαμπτήρες μικρής ηλεκτρικής ισχύος αλλά και να είμαστε σύμφωνοι με τις απαιτήσεις του προτύπου 13201 είμαστε υποχρεωμένοι να αλλάξουμε την διάταξη των ιστών από μονόπλευρη σε αμφίπλευρη εναλλάξ με αποτέλεσμα το αυξημένο αρχικό κόστος. Το ύψος των ιστών στα διαμορφώνεται στα 8 μέτρα και η μεταξύ τους απόσταση καταλήγει στα 57 μέτρα.

Στο συγκεκριμένο σενάριο το φωτιστικό που θα χρησιμοποιηθεί είναι το BGP 352 T 25 1 x EKO 85-2S/740 DC ηλεκτρικής ισχύος 80,9 W και αποδίδει 8497 lm φωτεινής ροής. Μια άποψη του είδους των φωτιστικών που χρησιμοποιούνται για το φωτισμό της οδού παρουσιάζεται στο Σχήμα 6.7



Σχήμα 6.7 Προτεινόμενο φωτιστικό 5ου Σεναρίου - LED Philips iridium BGP 352

Πίνακας 6.35 Τεχνικά χαρακτηριστικά φωτιστικού

Φωτιστικό	LED Philips iridium BGP 352
Τρόπος διάχυσης φωτός	Full-cut off
Βαθμός απόδοσης	0,89
Λαμπτήρες	LED
Πραγματική Ισχύς λαμπτήρων	80,9W
Φωτεινή Ροή λαμπτήρων (lm)	8497
Πολικό Διάγραμμα	
IP	65

Όπως μπορούμε να δούμε στους παρακάτω Πίνακες 6.32 έως και 6.34 με την χρήση των συγκεκριμένων φωτιστικών τα κριτήρια του προτύπου ικανοποιούνται.

Πίνακας 6.36 Οδόστρωμα 1 (ME4a)

Πυκνότητα φωτεινότητας σε στεγνό οδόστρωμα [cd/m ²]																		
7,333	0.81	0.77	0.74	0.77	0.78	0.75	0.70	0.70	0.69	0.73	0.75	0.74	0.79	0.85	0.87	0.82	0.82	0.80
6,000	0.75	0.69	0.65	0.63	0.60	0.62	0.61	0.60	0.67	0.75	0.84	0.88	0.96	1.00	1.00	0.99	0.96	0.87
4,667	0.68	0.61	0.55	0.50	0.49	0.49	0.50	0.48	0.58	0.67	0.77	0.84	0.92	0.96	0.97	0.95	0.93	0.86
m	1,5	4,5	7,5	10,5	13,5	16,5	19,5	22,5	25,5	28,5	31,8	34,5	37,5	40,5	43,5	46,5	49,5	52,5

Κάνναβος: 19 x 3 Σημεία

Πίνακας 6.37 Οδόστρωμα 2 (ME4a)

Πυκνότητα φωτεινότητας σε στεγνό οδόστρωμα [cd/m ²]																		
11,333	0.70	0.79	0.87	0.94	9.95	0.94	0.94	0.87	0.87	0.75	0.63	0.57	0.53	0.51	0.50	0.50	0.49	0.53
10,000	0.79	0.85	0.92	0.98	1.00	1.00	0.98	0.92	0.83	0.78	0.71	0.66	0.64	0.62	0.62	0.60	0.61	0.63
8,667	0.71	0.73	0.75	0.80	0.85	0.84	0.81	0.84	0.79	0.79	0.77	0.73	0.74	0.78	0.77	0.72	0.71	0.68
m	1.50	4.50	7.50	10.50	13.50	16.50	19.50	22.50	25.50	28.50	31.50	34.50	37.50	40.50	43.50	46.50	49.50	52.50

Κάνναβος: 19 x 3 Σημεία

Πίνακας 6.38 Αποτελέσματα με βάση την κλάση ME4a

ME4a	$L_m(\text{cd/m}^2)$ $\geq 0,75$	U_0 $\geq 0,4$	UI $\geq 0,6$	TI % <15	SR $\geq 0,5$
Οδόστρωμα 1	0.76	0.66	0.60	7	0.87
Οδόστρωμα 2	0.75	0.66	0.60	6	0.88

Δεδομένου ότι η υπό εξέταση περιοχή έχει μήκος 3500 μέτρα και οι ιστοί απέχουν 57 μέτρα έχουμε :

$$3500 / 57 \times 2 = 123 \text{ (συνολικά απαιτούμενοι ιστοί)}$$

Το συνολικό κόστος εφαρμογής του συγκεκριμένου σεναρίου υπολογίζεται στο Πινάκα 6.32

Πίνακας 6.39 Κόστος αντικατάστασης των λαμπτήρων και αλλαγής διάταξης ιστών

	Τεμάχια	Τιμή/τεμάχιο	Σύνολο(€)
Φωτιστικά σώματα	123	600	73800
Ιστοί 9	123	9000	1107000
Βραχίονες	123	50	6150
Συνολικό κόστος			1186950

Η κατανάλωση με την εφαρμογή του σεναρίου 2 ανέρχεται σε :

$$123 \text{ λαμπτήρες} \times 80,9 \text{ W/λαμπτήρα} \times 4200 \text{ h/χρόνο} = 41793 \text{ kWh / χρόνο.}$$

Με κόστος της τάξης των:

$$41793 \text{ kWh} \times 0.08103 \text{ € /χρόνο} = 3386 \text{ € / χρόνο.}$$

Στην παρούσα κατάσταση έχουμε ετήσιο κόστος λειτουργίας 10990 €/ χρόνο οπότε με την εφαρμογή του σεναρίου 5 θα έχουμε εξοικονόμηση

$$10505.73 - 6205,8 = 7604 \text{ € / χρόνο.}$$

Με βάση το συνολικό κόστος των υλικών που θα χρειαστούμε για την εφαρμογή του σεναρίου 2 θα έχουμε απόσβεση σε :

$$7604 \text{ €} / 365 = 20.8 \text{ €/ημέρα}$$

$$1186950 / 20.8 = 57065 \text{ ημέρες ή αλλιώς σε σχεδόν 156 χρόνια.}$$

Πίνακας 6.40 Συνοπτικά στοιχεία 5ου σεναρίου

Σενάριο	Είδος Φωτιστικού	Ύψος ανάρτησης	Ισχύς φωτιστικού (W)	Ιστοί ανά km	Κατανάλωση (W/km)	Κόστος €	Χρόνος Απόσβεσης
5 ^ο	LED	8	80.9	33	2912	1186950	150Y

Το σενάριο 5 λόγο του μεγάλου αρχικού κόστους και του μεγάλου χρόνου απόσβεσης κρίνεται μη εφαρμόσιμο.

7^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

“ΤΕΛΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ”

Για ευκολότερη σύγκριση, συνοψίζουμε τα στοιχεία των παραπάνω σεναρίων στον πίνακα 7.1.

Πίνακας 7.41 Σύνοψη σεναρίων

	Είδος Φωτιστικού	Ηλεκτρική ισχύς φωτιστικού (W)	Ιστοί ανά km	Κατανάλωση (W/km)	Απαιτούμενο Κεφάλαιο Επένδυσης	Χρόνος Απόσβεσης Επένδυσης
Υπάρχουσα	SON	276	33	10990	--	--
Σενάριο 1	SON	169	33	5577	2749.5	7.5 M
Σενάριο 2	SON	114	33	3762	29250	4.5 Y
Σενάριο 3	SON	80	42	3360	1220100	174 Y
Σενάριο 4	LED	111,2	33	3683	70200	10.5 Y
Σενάριο 5	LED	80.9	35	2912	1186950	150 Y

Εξετάζοντας παράλληλα τα πέντε διαφορετικά σενάρια είναι προφανές ότι:

Το υπό εξέταση τμήμα εθνικής οδού, υπερπλήρη τα κριτήρια που ορίζονται από το πρότυπο και άρα υπάρχει υπερφωταγώγιση με αποτέλεσμα φωτορύπανσης και σπατάλη ενέργειας.

Ο χρόνος απόσβεσης επένδυσης επηρεάζεται σημαντικά από το κόστος αγοράς και εγκατάστασης ιστών και άλλων υλικών οδοφωτισμού.

Δεδομένου ότι υπάρχει ήδη ολοκληρωμένο σύστημα οδοφωτισμού στο συγκεκριμένο τμήμα εθνικής οδού, το οικονομικότερο σενάριο από πλευράς κατανάλωσης κρίνεται το σενάριο 4 με 3683 W/km.

Σε περίπτωση κατασκευής καινούργιου έργου οδοφωτισμού, προτιμητέο επίσης κρίνεται το σενάριο 5 με κατανάλωση 2192 W/km.

Άξιο προσοχής είναι επίσης το γεγονός πως παρότι αρκετά παλιά τεχνολογία οι λαμπτήρες νατρίου υψηλής πίεσης είναι αρκετά κοντά σε απόδοση με τους πιο πρόσφατης τεχνολογίας λαμπτήρες LED οι οποίοι από ότι φαίνεται έχουν πολλά περιθώρια εξέλιξης και βελτίωσης ακόμα.

Θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στο γεγονός ότι στις εγκαταστάσεις που αφορούν λαμπτήρες υψηλής πίεσεως νατρίου είναι απαραίτητη αντικατάσταση λαμπτήρων κάθε 3 χρόνια καθώς και αντικατάσταση ballast κάθε 5000 ώρες περίπου, ενώ για τα φωτιστικά LED είναι απαραίτητος μόνο καθαρισμός καθώς ο χρόνος ζωής των λαμπτήρων ξεπερνά τα 20 χρόνια .

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Φ.Β. Τοπαλής, Λ. Οικονόμου και Σ. Κουρτέση (2014), “Φωτοτεχνία”, Έκδοση 2^η, Εκδόσεις Τζίολα, Θεσσαλονίκη.
- [2] Γεώργιος Ιωαννίδης (2016), "Σημειώσεις Εργαστηρίου Φωτοτεχνίας", ΑΕΙ Πειραιά Τεχνολογικού Τομέα
- [3] Παναγιώτης Παναγάκος, (2017), "Ο οδικός φωτισμός σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN13201/2004", Δελτίο ΠΣΔΜ-Η
- [4] Μάριος Βαλσαμάκης (2008), Διπλωματική Εργασία, "Φωτισμός Δρόμων και Εξοικονόμηση Ενέργειας" Αθήνα, ΕΜΠ
- [5] Χαράλαμπος Γ. Κουτρούλης (2002), "ΠΕΡΙΣΚΟΠΙΟ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ", Τεύχος 267
- [6] Department of Energy USA (2016), SSL Program, "Solid-State Lighting R&D Plan", [Online]. Available: https://energy.gov/sites/prod/files/2016/06/f32/ssl_rdplan_%20jun2016_2.pdf, Accessed: Μάρτιος 2018
- [7] LED Philips SpeedStar BGP323 [Online]. Available: <http://www.lighting.philips.com/main/prof/outdoor-luminaires/road-and-urban-lighting/road-and-urban-luminaires/speedstar>, Accessed: Μάρτιος 2018
- [8] Dialux Download Link. [Online]., Available: <https://www.dial.de/en/software/dialux/download/>, Accessed: Μάρτιος 2018
- [9] Ελληνικό Πρότυπο (2014a), "CEN/TR 13201 Road lighting – Part 1: Selection of Lighting Classes", ΕΛΟΤ-CEN
- [10] Ελληνικό Πρότυπο (2014b), "CEN/TR 13201 Road lighting – Part 2: Performance Requirements " , ΕΛΟΤ-CEN

- [11] Ελληνικό Πρότυπο (2014c), "CEN/TR 13201 Road lighting – Part 3: Calculation of Performance", ΕΛΟΤ-CEN
- [12] Ελληνικό Πρότυπο (2014d), "CEN/TR 13201 Road lighting – Part 4: Methods of Measuring Lighting Performance", ΕΛΟΤ-CEN
- [13] Technical Report (2003), " CIE 154: The maintenance of outdoor Lighting systems", CIE

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1

1.1 Αναλυτική Αποτύπωση Φωτισμού Υπάρχουσας Κατάστασης

1.2 Αναλυτική Μελέτη Φωτισμού 1^{ου} Σεναρίου

1.3 Αναλυτική Μελέτη Φωτισμού 2^{ου} Σεναρίου

1.4 Αναλυτική Μελέτη Φωτισμού 3^{ου} Σεναρίου

1.5 Αναλυτική Μελέτη Φωτισμού 4^{ου} Σεναρίου

1.6 Αναλυτική Μελέτη Φωτισμού 5^{ου} Σεναρίου

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2

Τιμολόγιο Φωτισμού Οδών και Πλατειών

Αιγάλεω

Ιούλιος - 2018

Υπεύθυνος επεξεργασίας:
Καραμπελής Νικόλαος
nikos_karavel@hotmail.com

Ημερομηνία:
4/8/2018

Αναλυτική Αποτύπωση Φωτισμού Υπάρχουσας Κατάστασης(SON 250 W)

Περιεχόμενα

Αναλυτική Αποτύπωση Φωτισμού Υπάρχουσας Κατάστασης(SON 250 W)

Philips Lighting SGP398 FG 1xSON-T250W SGR 1xSON-T250W/220

Δελτίο στοιχείων φωτιστικού (1xSON-T250W/220)..... 3

Σχήμα δρόμου 1

Σχήμα δρόμου 1

Στοιχεία σχεδιασμού..... 6

Οδόστρωμα 1 (ME4a)

Περίληψη αποτελεσμάτων..... 8

Πίνακας..... 9

Ισοδύναμες γραμμές..... 10

Γραφική παράσταση τιμών..... 13

Οδόστρωμα 2 (ME4a)

Περίληψη αποτελεσμάτων..... 16

Πίνακας..... 17

Ισοδύναμες γραμμές..... 18

Γραφική παράσταση τιμών..... 21

Philips Lighting SGP398 FG 1xSON-T250W SGR 1xSON-T250W/220 / Δελτίο στοιχείων φωτιστικού (1xSON-T250W/220)

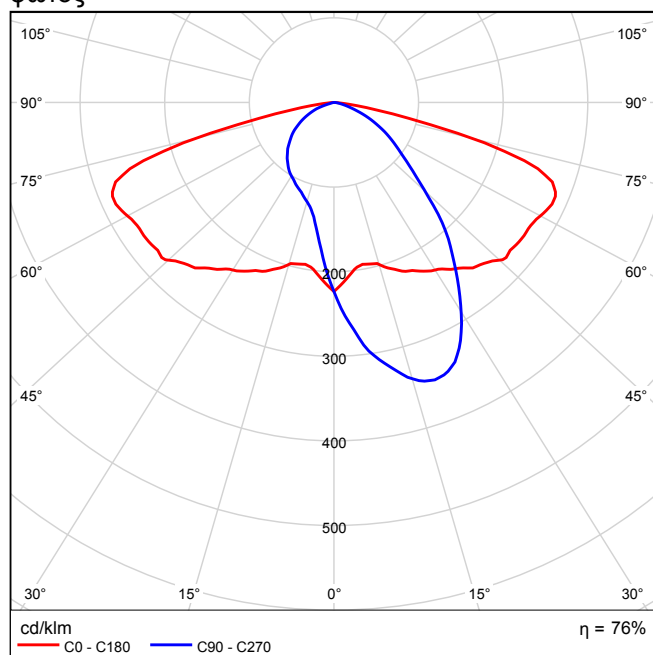


Βαθμός απόδοσης λειτουργίας: 75.99%
Φωτεινή ροή λαμπτήρα: 28000 lm
Φωτεινή ροή φωτιστικού: 21278 lm
Ισχύς: 276.0 W
Ωφέλιμος φωτός: 77.1 lm/W

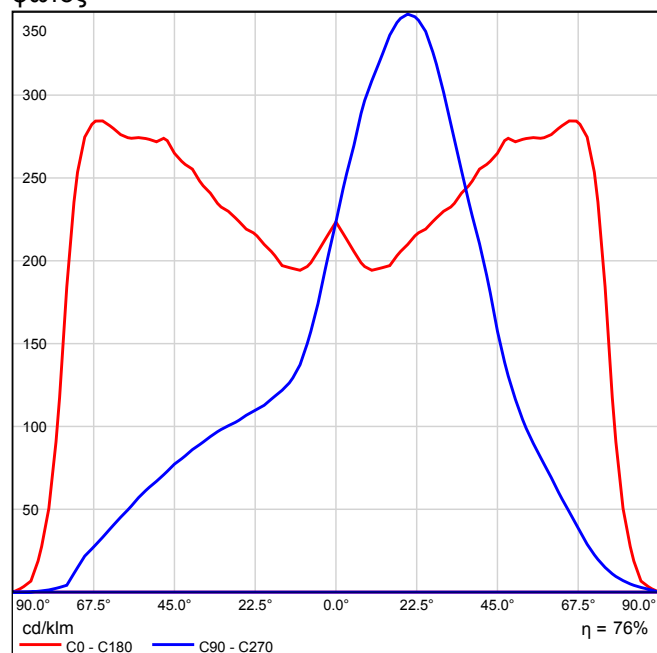
SGP398

SGP398 is the first luminaire in its class to bring together beauty and lighting efficiency, and harmoniously combines elegance as well as photometric performance. The SGP398 range of luminaires is suitable for lamps up to SON-T 400W. It is equipped with an adjustable lamp holder so that lamp position can be adjusted to different light distribution for flexible application.

Εκπομπή φωτός 1 / Πολικό διάγραμμα κατανομής φωτός

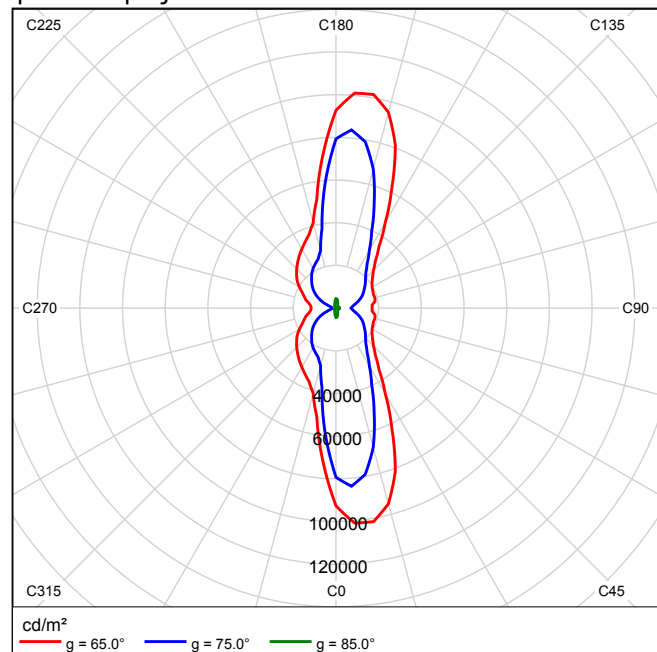


Εκπομπή φωτός 1 / Γραμμικό διάγραμμα κατανομής φωτός



Δεν δημιουργείται διάγραμμα κώνου επειδή η κατανομή φωτός δεν είναι συμμετρική.

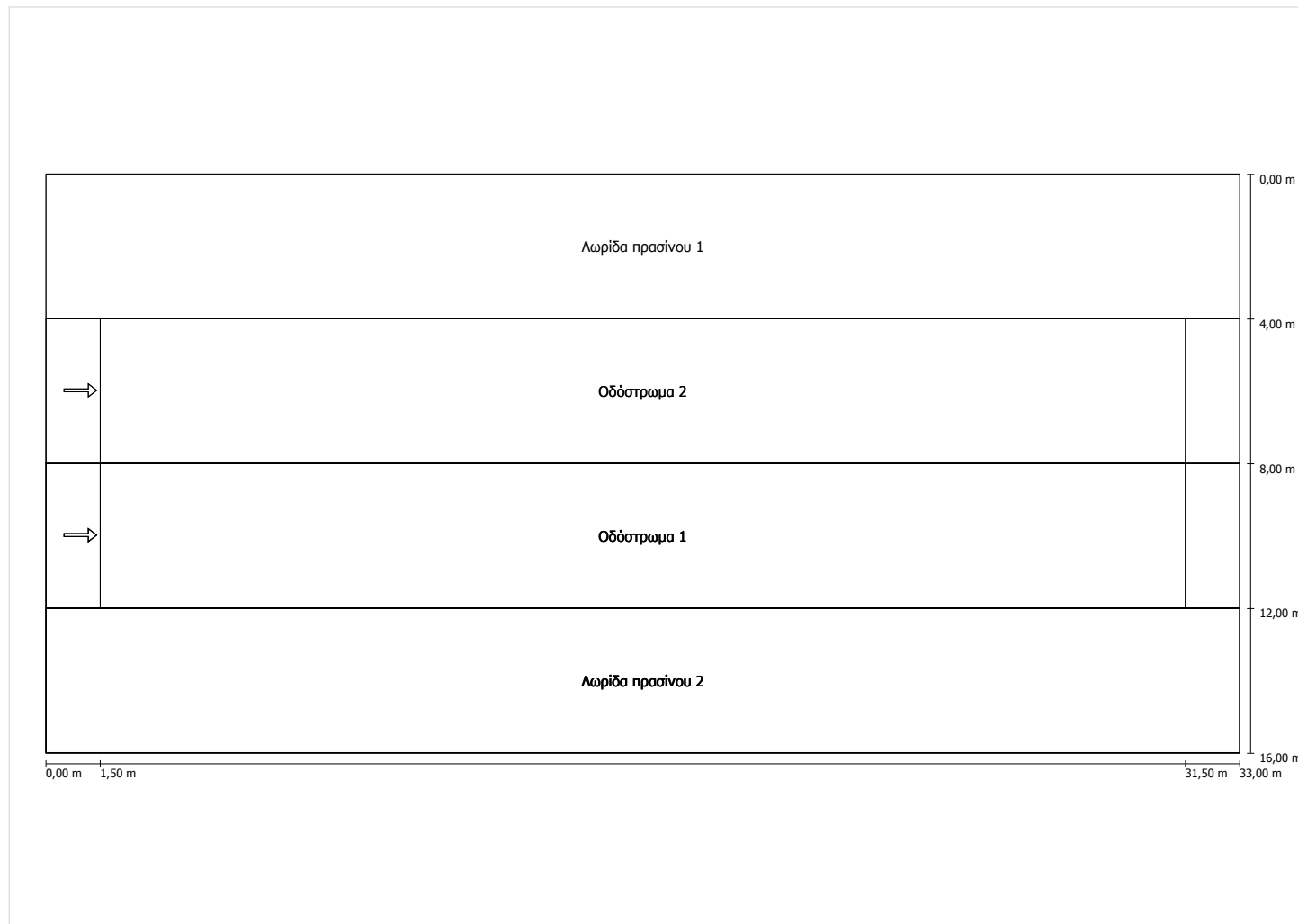
Εκπομπή φωτός 1 / Διάγραμμα πυκνότητας φωτεινότητας



Σχήμα δρόμου 1 / Στοιχεία σχεδιασμού

Σχεδιασμός κατά EN 13201

Προφίλ δρόμου



Κλίμακα: 1 : 100

Λωρίδα πρασίνου 1

Πλάτος: 4.000 m

Οδόστρωμα 2

Πλάτος: 4.000 m

Αριθμός λωρίδων κυκλοφορίας: 1

Ασφαλτοτάπητας (στεγνός): CIE R3

q0 (στεγνό): 0.070

Ασφαλτοτάπητας (υγρός): Wet surface W3

q0 (υγρό): 0.200

Οδόστρωμα 1

Πλάτος: 4.000 m

Αριθμός λωρίδων κυκλοφορίας: 1

Ασφαλτοτάπητας (στεγνός): CIE R3

q0 (στεγνό): 0.070

Ασφαλτοτάπητας (υγρός): Wet surface W3

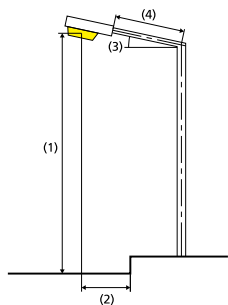
q0 (υγρό): 0.200

Λωρίδα πρασίνου 2

Πλάτος: 4.000 m

Συντελεστής συντήρησης: 0.70

Διατάξεις φωτιστικών



Φωτιστικό:	Philips Lighting SGP398 FG 1xSON-T250W SGR	ULR:	0.00
Φωτεινή ροή (φωτιστικό):	21278.06 lm	ULOR:	0.00
Φωτεινή ροή (λαμπτήρας):	28000.00 lm	W/km:	9108.00
Ισχύς φωτιστικού:	276.0 W	Μέγιστες τιμές της έντασης φωτός	
Διάταξη:	μονόπλευρα επάνω	στις 70°:	315 cd/klm
Απόσταση ιστών (κολόνες):	30.000 m	στις 80°:	93 cd/klm
Κλίση βραχίονα (3):	10.0 °	στις 90°:	13 cd/klm
Μήκος βραχίονα (4):	1.000 m	Κάθε φορά σε όλες τις κατευθύνσεις, που σχηματίζουν τη	
Ύψος σημείου φωτός (1):	12.000 m	δεδομένη γωνία με την κάτω κάθετο σε εγκαταστημένα	
Προεξοχή φωτεινών σημείων (2):	0.500 m	φωτιστικά που λειτουργούν.	
		Η διάταξη εκπληρεί την κατηγορία δείκτη τύφλωσης D.6	

Οδόστρωμα 1 (ME4a) / Περίληψη αποτελεσμάτων

Συντελεστής συντήρησης: 0.70
Κάναβος: 10 x 3 Σημεία
Επιλεγμένη κατηγορία φωτισμού: ME4a
Αντίστοιχα στοιχεία δρόμου:

Οδόστρωμα 1 Πλάτος: 4.000 m
Αριθμός λωρίδων κυκλοφορίας: 1
Ασφαλοτόπησης (στεγνός): CIE R3
q0 (στεγνό): 0.070
Ασφαλοτόπησης (υγρός): Wet surface W3
q0 (υγρό): 0.200

	Lm [cd/m²]	U0	UI	TI [%]	SR
Πραγματική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	1.60	0.76	0.89	7	0.86
Ονομαστική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.50
Εκπληρείται/δεν εκπληρείται	✓	✓	✓	✓	✓

Αντίστοιχος παρατηρητής (1):

Παρατηρητής	Θέση [m]	Lm [cd/m²]	U0	UI	TI [%]
Παρατηρητής 1	(-60, 6, 1,5)	1.60	0.76	0.89	7

Οδόστρωμα 1 (ME4a) / Πίνακας

Οριζόντια ένταση φωτισμού [lx]

7.333	34	31	28	24	23	23	24	28	31	34
6.000	34	31	28	24	23	23	24	28	31	34
4.667	32	29	27	23	22	22	23	27	29	32
m	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500

Κάναβος: 10 x 3 Σημεία

EAvg [lx]	EMin [lx]	EMax [lx]	g1	g2
27	22	34	0.783	0.635

Παρατηρητής 1

Πυκνότητα φωτεινότητας σε στεγνό οδόστρωμα [cd/m²]

7.333	1.91	1.87	1.84	1.85	1.91	1.91	1.92	1.96	1.88	1.86
6.000	1.55	1.55	1.53	1.51	1.60	1.62	1.64	1.69	1.59	1.58
4.667	1.35	1.31	1.28	1.22	1.33	1.34	1.32	1.36	1.32	1.38
m	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500

Κάναβος: 10 x 3 Σημεία

Πυκνότητα φωτεινότητας με καινούριο λαμπτήρα [cd/m²]

7.333	2.72	2.67	2.62	2.64	2.73	2.73	2.74	2.80	2.68	2.66
6.000	2.22	2.21	2.18	2.15	2.28	2.31	2.34	2.41	2.27	2.26
4.667	1.93	1.87	1.82	1.74	1.90	1.91	1.88	1.94	1.89	1.97
m	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500

Κάναβος: 10 x 3 Σημεία

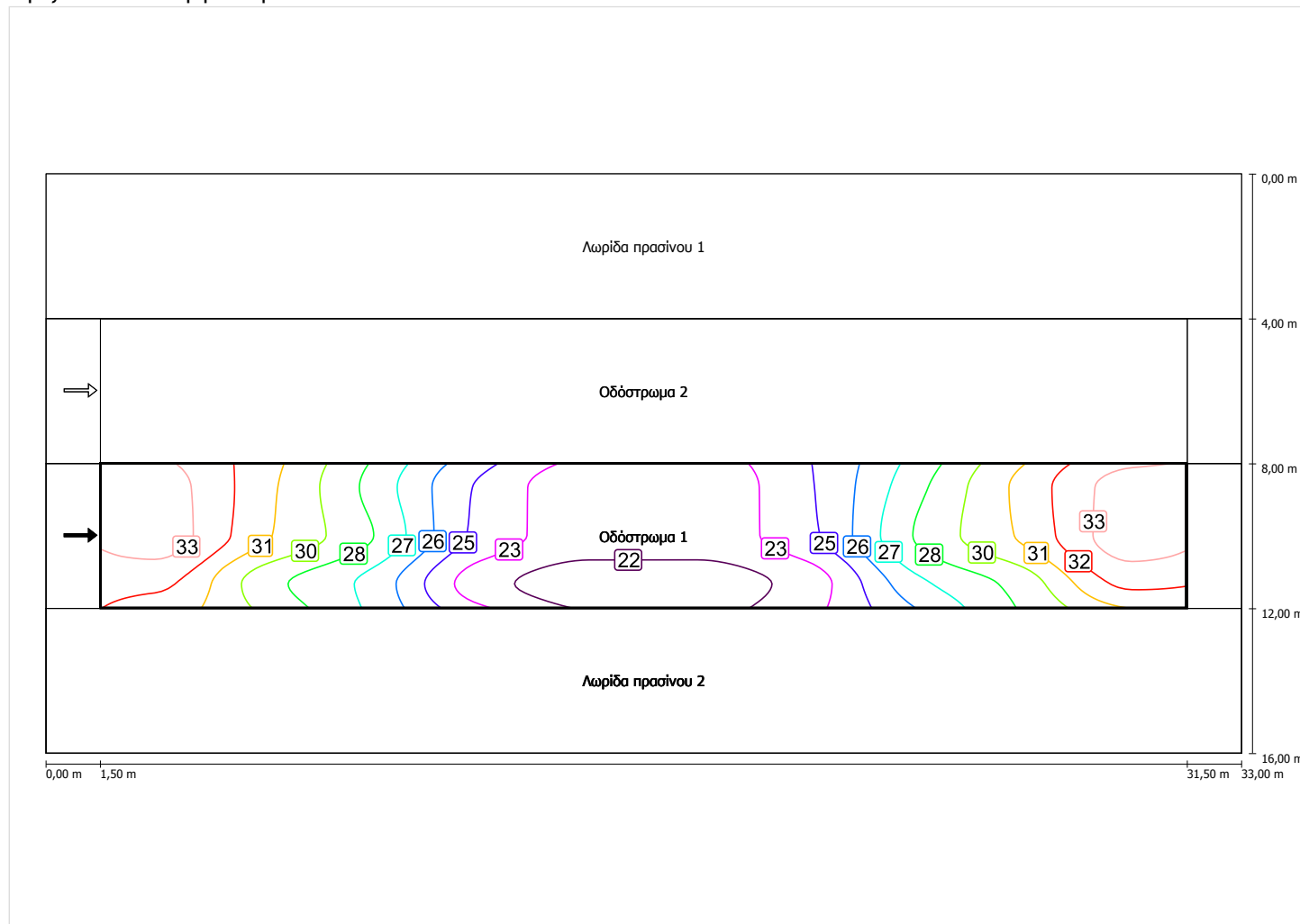
Οδόστρωμα 1 (ME4a) / Ισοδύναμες γραμμές

Συντελεστής συντήρησης: 0.70
Κάναβος: 10 x 3 Σημεία
Επιλεγμένη κατηγορία φωτισμού: ME4a
Αντίστοιχα στοιχεία δρόμου:

Οδόστρωμα 1	Πλάτος: 4.000 m
	Αριθμός λωρίδων κυκλοφορίας: 1
	Ασφαλοτότητας (στεγνός): CIE R3
	q0 (στεγνό): 0.070
	Ασφαλοτότητας (υγρός): Wet surface W3
	q0 (υγρό): 0.200

	Lm [cd/m²]	U0	UI	TI [%]	SR
Πραγματική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	1.60	0.76	0.89	7	0.86
Ονομαστική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.50
Εκπληρείται/δεν εκπληρείται	✓	✓	✓	✓	✓

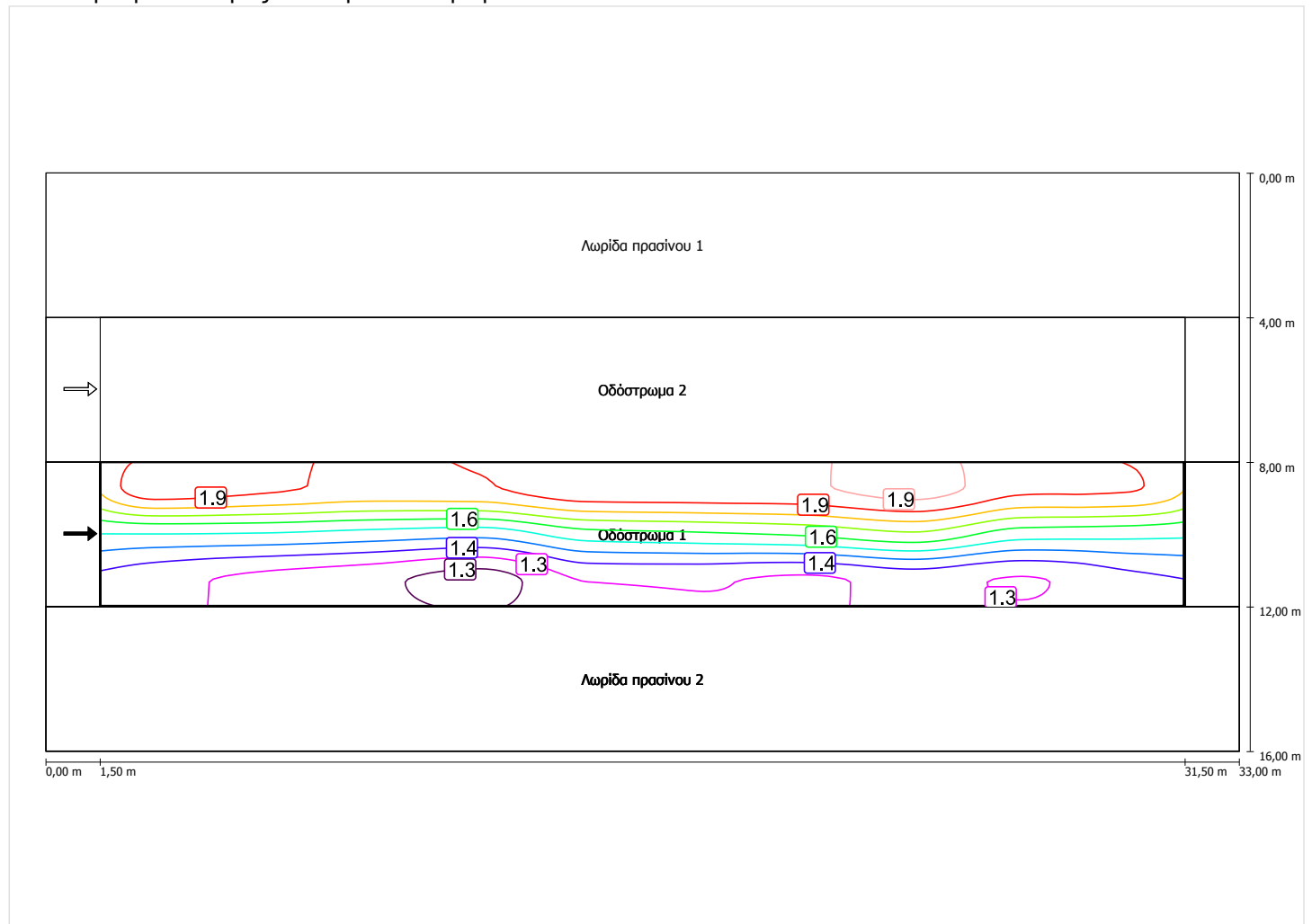
Οριζόντια ένταση φωτισμού



Κλίμακα: 1 : 200

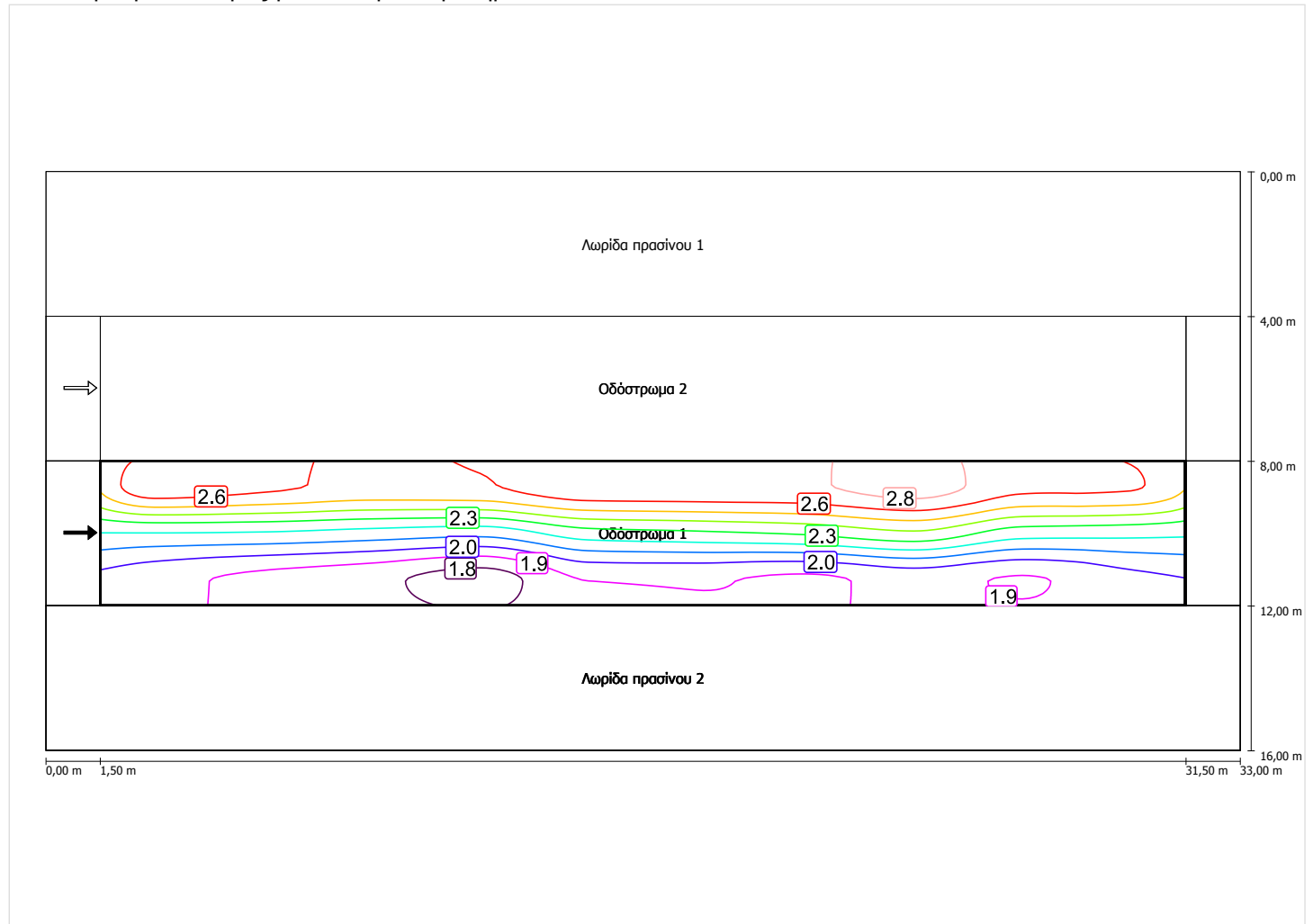
Παρατηρητής 1

Πυκνότητα φωτεινότητας σε στεγνό οδόστρωμα



Κλίμακα: 1 : 200

Πυκνότητα φωτεινότητας με καινούριο λαμπτήρα



Κλίμακα: 1 : 200

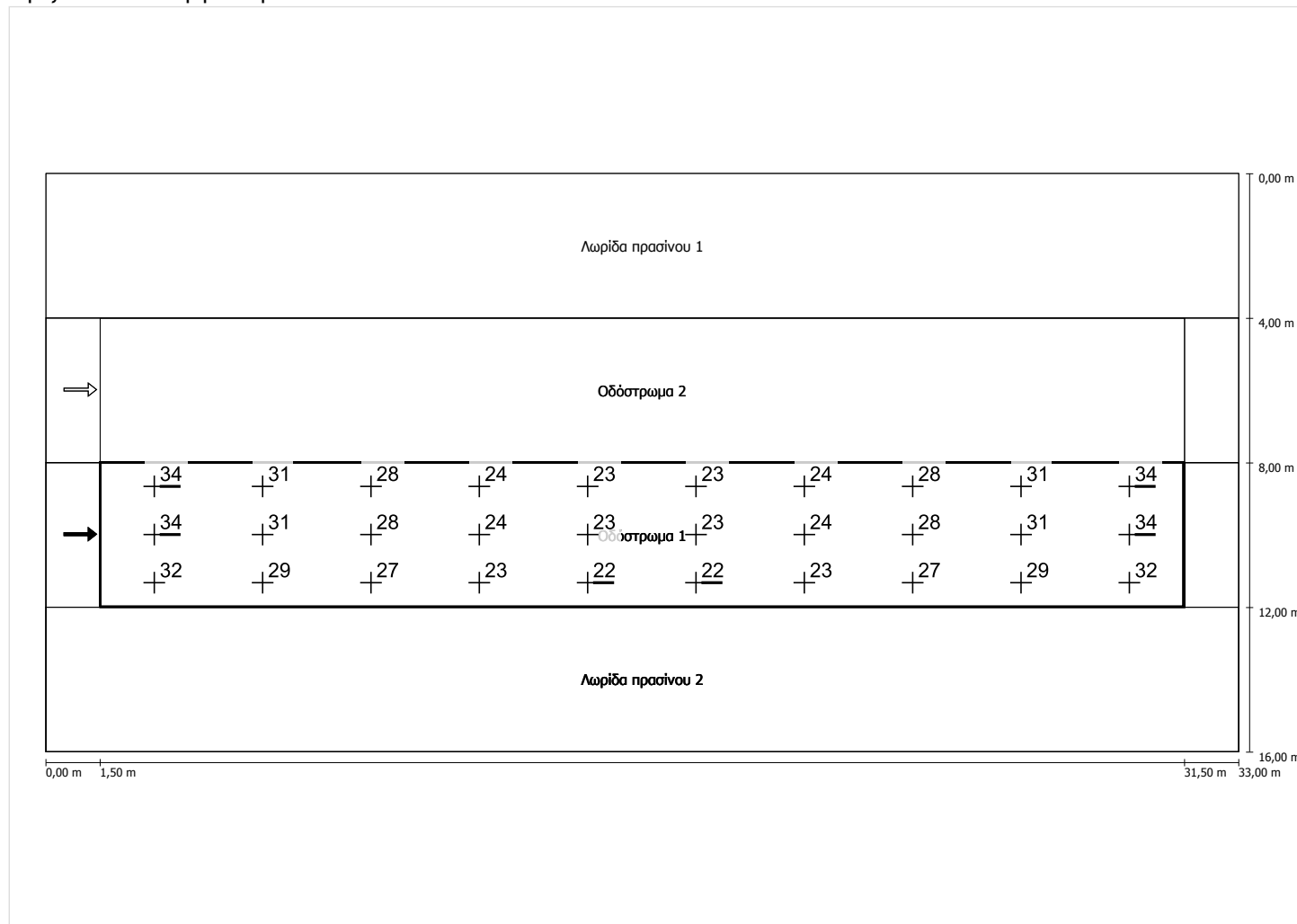
Οδόστρωμα 1 (ME4a) / Γραφική παράσταση τιμών

Συντελεστής συντήρησης: 0.70
Κάναβος: 10 x 3 Σημεία
Επιλεγμένη κατηγορία φωτισμού: ME4a
Αντίστοιχα στοιχεία δρόμου:

Οδόστρωμα 1	Πλάτος: 4.000 m
	Αριθμός λωρίδων κυκλοφορίας: 1
	Ασφαλοτότητας (στεγνός): CIE R3
	q0 (στεγνό): 0.070
	Ασφαλοτότητας (υγρός): Wet surface W3
	q0 (υγρό): 0.200

	Lm [cd/m²]	U0	UI	TI [%]	SR
Πραγματική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	1.60	0.76	0.89	7	0.86
Ονομαστική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.50
Εκπληρείται/δεν εκπληρείται	✓	✓	✓	✓	✓

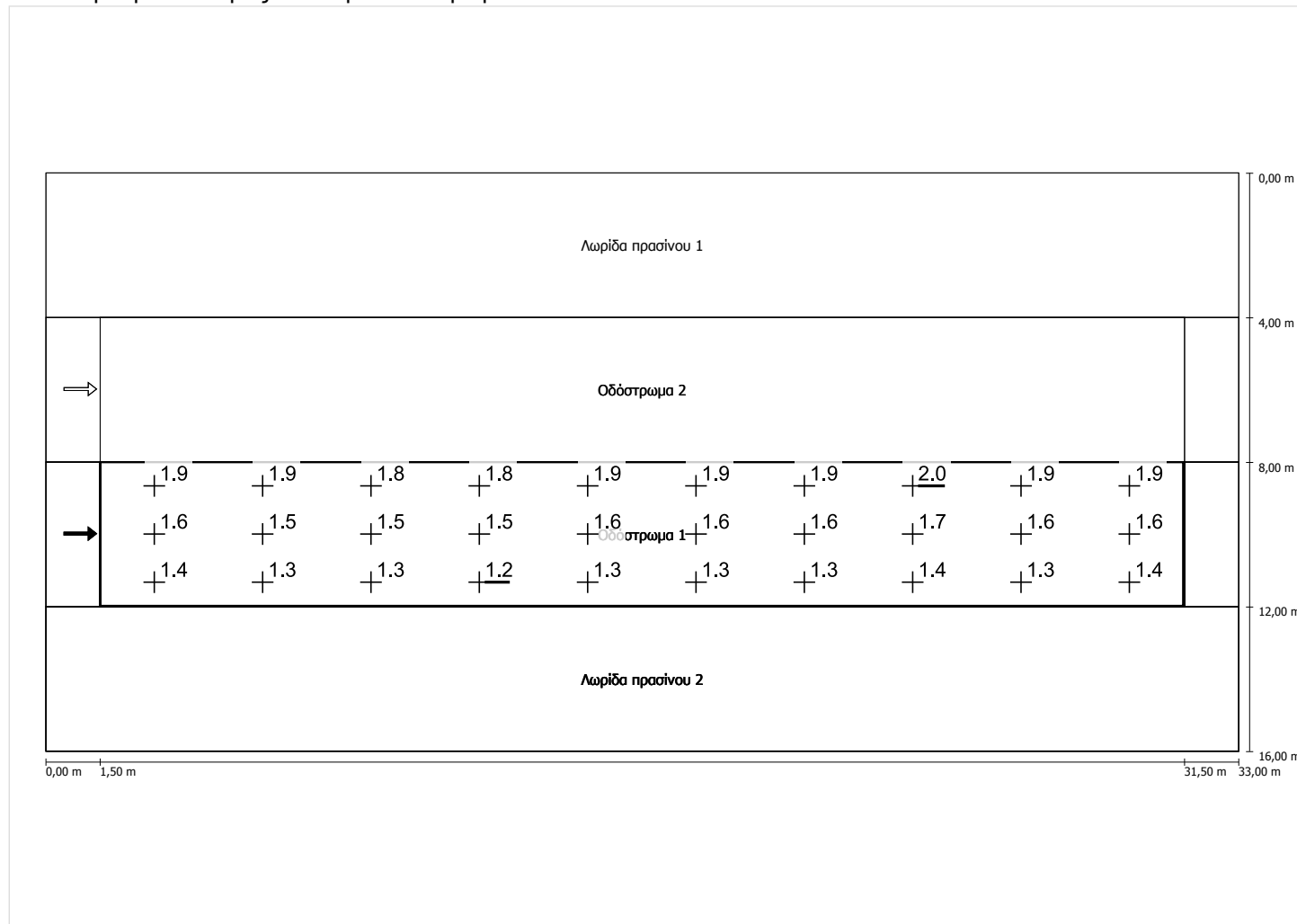
Οριζόντια ένταση φωτισμού



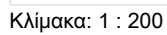
Κλίμακα: 1 : 200

Παρατηρητής 1

Πυκνότητα φωτεινότητας σε στεγνό οδόστρωμα



Κλίμακα: 1 : 200



Οδόστρωμα 2 (ME4a) / Περίληψη αποτελεσμάτων

Συντελεστής συντήρησης: 0.70
Κάναβος: 10 x 3 Σημεία
Επιλεγμένη κατηγορία φωτισμού: ME4a
Αντίστοιχα στοιχεία δρόμου:

Οδόστρωμα 2 Πλάτος: 4.000 m
Αριθμός λωρίδων κυκλοφορίας: 1
Ασφαλοτόπησης (στεγνός): CIE R3
q0 (στεγνό): 0.070
Ασφαλοτόπησης (υγρός): Wet surface W3
q0 (υγρό): 0.200

	Lm [cd/m²]	U0	UI	TI [%]	SR
Πραγματική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	1.78	0.91	0.94	6	0.97
Ονομαστική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.50
Εκπληρείται/δεν εκπληρείται	✓	✓	✓	✓	✓

Αντίστοιχος παρατηρητής (1):

Παρατηρητής	Θέση [m]	Lm [cd/m²]	U0	UI	TI [%]
Παρατηρητής 1	(-60, 10, 1,5)	1.78	0.91	0.94	6

Οδόστρωμα 2 (ME4a) / Πίνακας

Οριζόντια ένταση φωτισμού [lx]

11.333	22	20	17	15	14	14	15	17	20	22
10.000	27	25	22	19	18	18	19	22	25	27
8.667	31	29	26	23	21	21	23	26	29	31
m	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500

Κάναβος: 10 x 3 Σημεία

EAvg [lx]	EMin [lx]	EMax [lx]	g1	g2
22	14	31	0.641	0.446

Παρατηρητής 1

Πυκνότητα φωτεινότητας σε στεγνό οδόστρωμα [cd/m²]

11.333	1.68	1.67	1.65	1.63	1.65	1.68	1.66	1.68	1.68	1.70
10.000	1.91	1.90	1.87	1.86	1.91	1.97	1.94	1.93	1.89	1.89
8.667	1.75	1.74	1.70	1.73	1.79	1.82	1.81	1.85	1.81	1.78
m	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500

Κάναβος: 10 x 3 Σημεία

Πυκνότητα φωτεινότητας με καινούριο λαμπτήρα [cd/m²]

11.333	2.41	2.39	2.36	2.33	2.35	2.40	2.37	2.40	2.39	2.42
10.000	2.73	2.72	2.67	2.66	2.73	2.82	2.77	2.76	2.70	2.71
8.667	2.50	2.48	2.43	2.47	2.56	2.60	2.59	2.64	2.58	2.54
m	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500

Κάναβος: 10 x 3 Σημεία

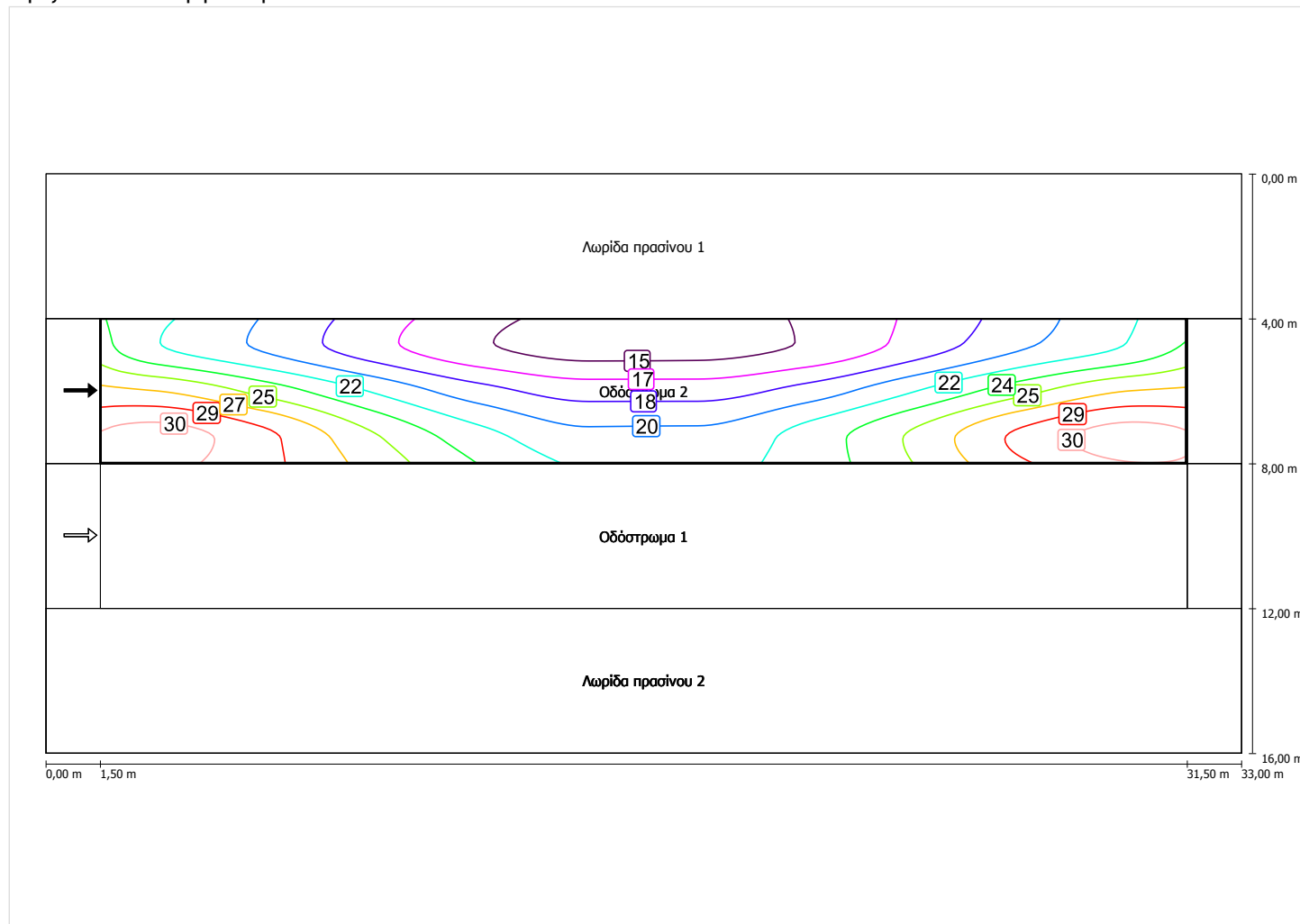
Οδόστρωμα 2 (ME4a) / Ισοδύναμες γραμμές

Συντελεστής συντήρησης: 0.70
Κάναβος: 10 x 3 Σημεία
Επιλεγμένη κατηγορία φωτισμού: ME4a
Αντίστοιχα στοιχεία δρόμου:

Οδόστρωμα 2	Πλάτος: 4.000 m
	Αριθμός λωρίδων κυκλοφορίας: 1
	Ασφαλοτότητας (στεγνός): CIE R3
	q0 (στεγνό): 0.070
	Ασφαλοτότητας (υγρός): Wet surface W3
	q0 (υγρό): 0.200

	Lm [cd/m²]	U0	UI	TI [%]	SR
Πραγματική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	1.78	0.91	0.94	6	0.97
Ονομαστική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.50
Εκπληρείται/δεν εκπληρείται	✓	✓	✓	✓	✓

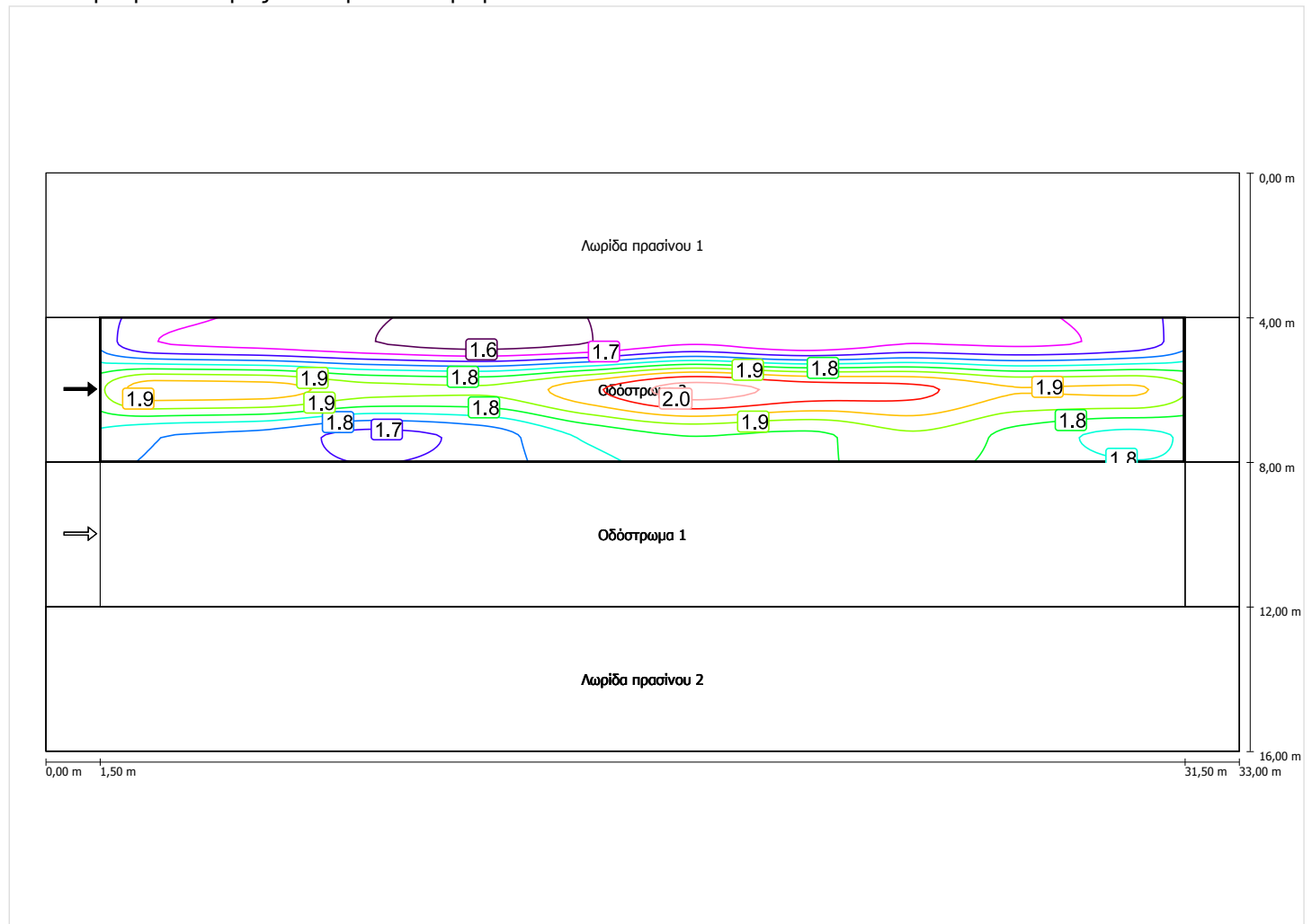
Οριζόντια ένταση φωτισμού



Κλίμακα: 1 : 200

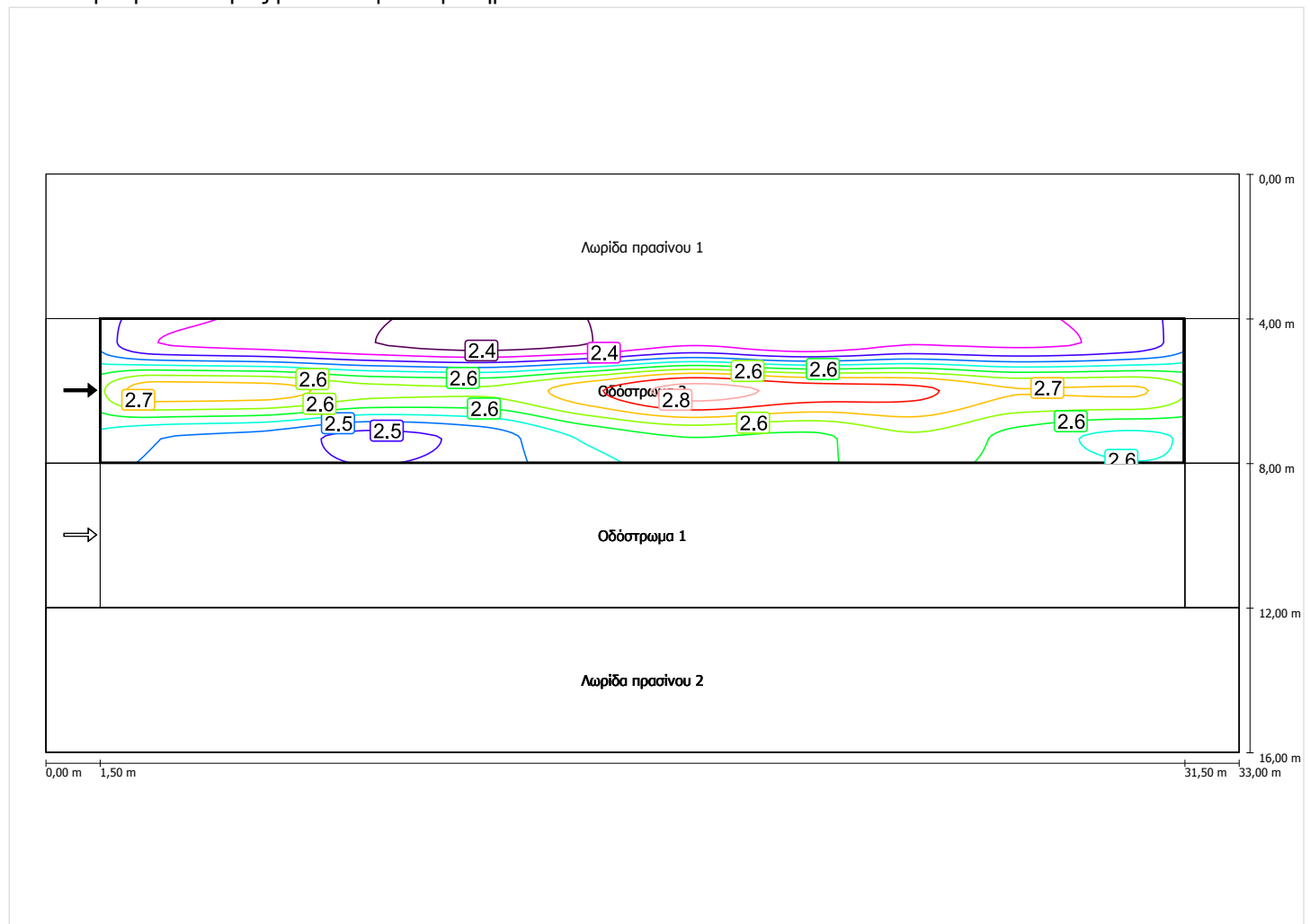
Παρατηρητής 1

Πυκνότητα φωτεινότητας σε στεγνό οδόστρωμα



Κλίμακα: 1 : 200

Πυκνότητα φωτεινότητας με καινούριο λαμπτήρα



Κλίμακα: 1 : 200

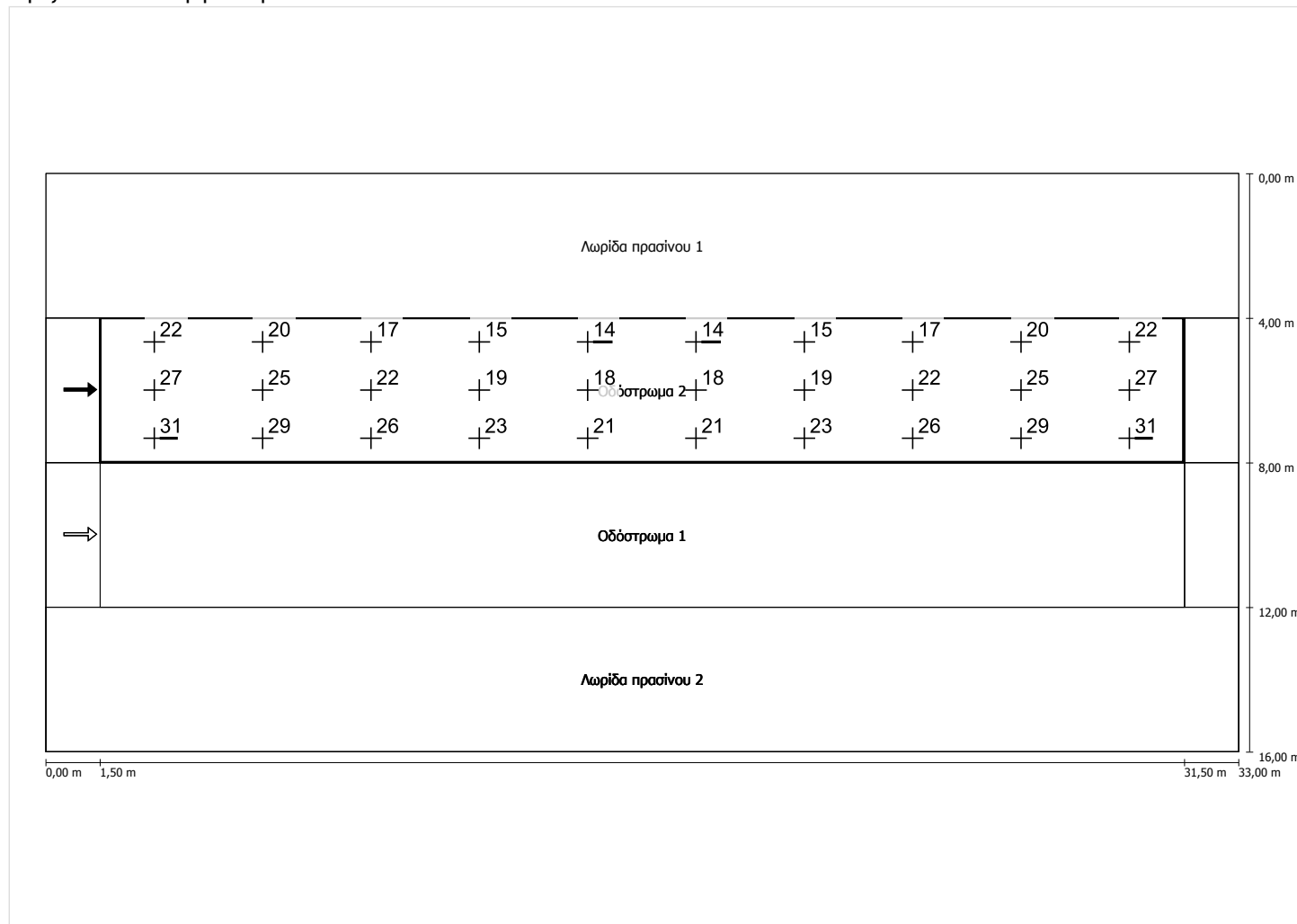
Οδόστρωμα 2 (ME4a) / Γραφική παράσταση τιμών

Συντελεστής συντήρησης: 0.70
Κάναβος: 10 x 3 Σημεία
Επιλεγμένη κατηγορία φωτισμού: ME4a
Αντίστοιχα στοιχεία δρόμου:

Οδόστρωμα 2	Πλάτος: 4.000 m
	Αριθμός λωρίδων κυκλοφορίας: 1
	Ασφαλοτότητας (στεγνός): CIE R3
	q0 (στεγνό): 0.070
	Ασφαλοτότητας (υγρός): Wet surface W3
	q0 (υγρό): 0.200

	Lm [cd/m²]	U0	UI	TI [%]	SR
Πραγματική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	1.78	0.91	0.94	6	0.97
Ονομαστική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.50
Εκπληρείται/δεν εκπληρείται	✓	✓	✓	✓	✓

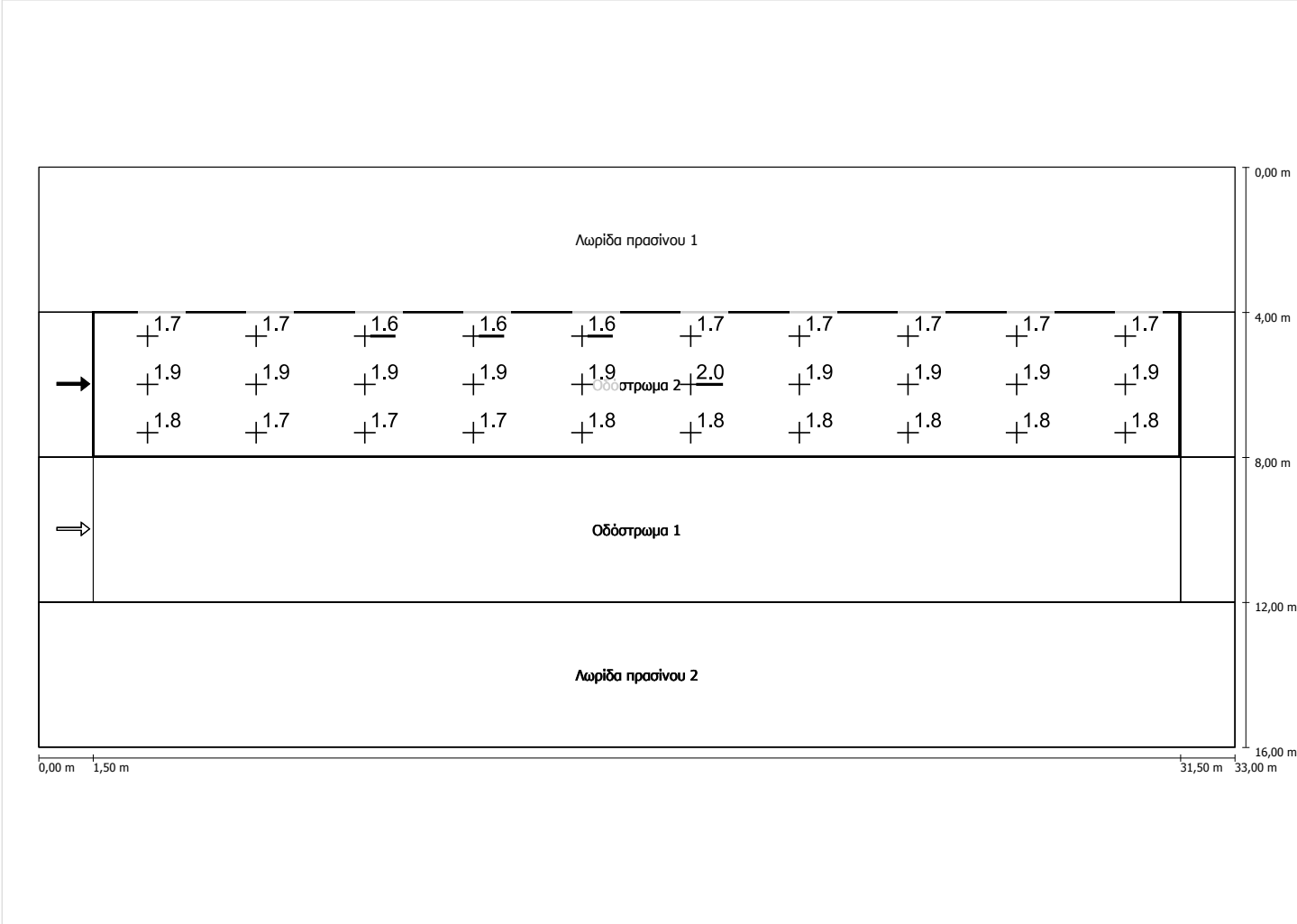
Οριζόντια ένταση φωτισμού



Κλίμακα: 1 : 200

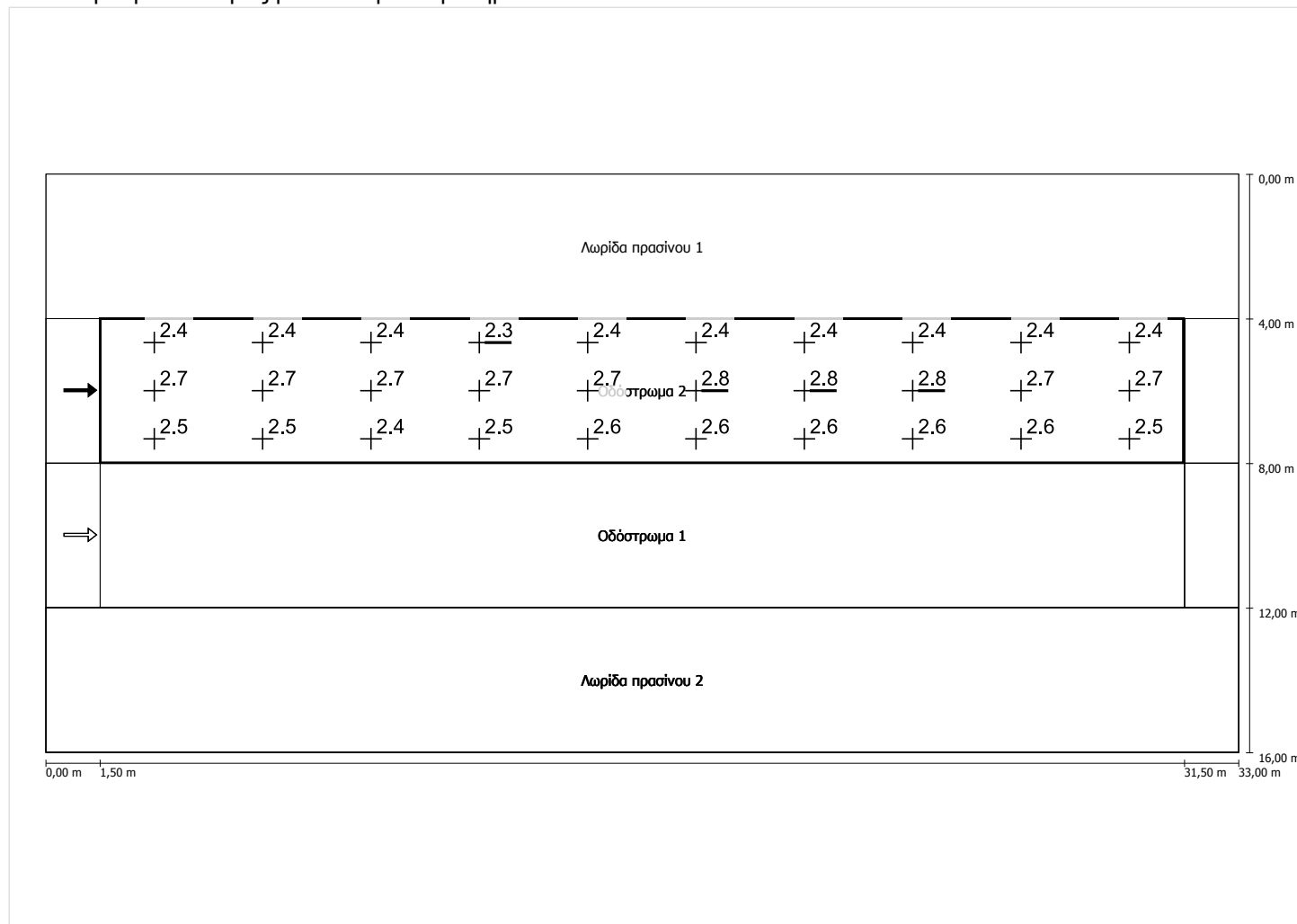
Παρατηρητής 1

Πυκνότητα φωτεινότητας σε στεγνό οδόστρωμα



Κλίμακα: 1 : 200

Πυκνότητα φωτεινότητας με καινούριο λαμπτήρα



Κλίμακα: 1 : 200

Υπεύθυνος επεξεργασίας:
Καραμπέλης Νικόλαος
nikos_karavel@hotmail.com

Ημερομηνία:
4/7/2018

Αναλυτική Μελέτη Φωτισμού 1ου Συναρίου(SON 150W 12m)

Περιεχόμενα

Αναλυτική Μελέτη Φωτισμού 1ου Σεναρίου(SON 150W 12m)

Philips Lighting SGP398 FG 1xSON-T150W SGR 1xSON-T150W/220

Δελτίο στοιχείων φωτιστικού (1xSON-T150W/220)..... 3

Σχήμα δρόμου 1

Σχήμα δρόμου 1

Στοιχεία σχεδιασμού..... 6

Οδόστρωμα 1 (ME4a)

Περίληψη αποτελεσμάτων..... 8

Πίνακας..... 9

Ισοδύναμες γραμμές..... 10

Γραφική παράσταση τιμών..... 13

Οδόστρωμα 2 (ME4a)

Περίληψη αποτελεσμάτων..... 16

Πίνακας..... 17

Ισοδύναμες γραμμές..... 18

Γραφική παράσταση τιμών..... 21

Philips Lighting SGP398 FG 1xSON-T150W SGR 1xSON-T150W/220 / Δελτίο στοιχείων φωτιστικού (1xSON-T150W/220)

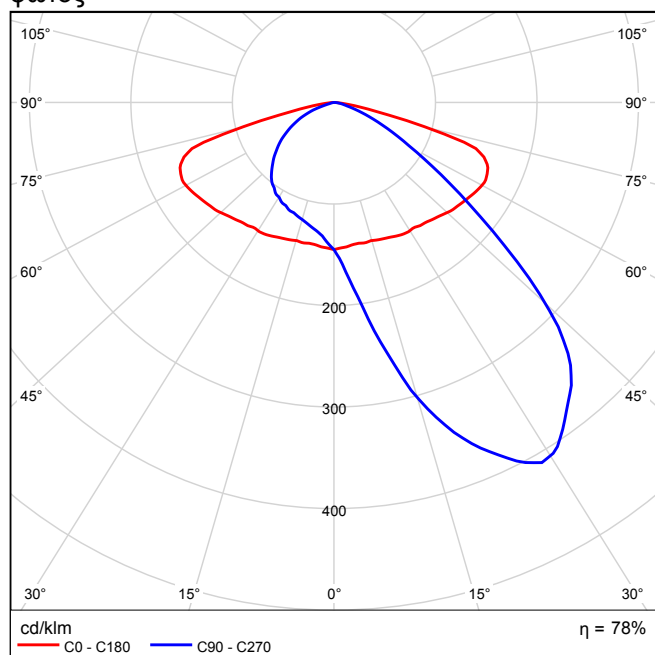


Βαθμός απόδοσης λειτουργίας: 78.00%
Φωτεινή ροή λαμπτήρα: 15000 lm
Φωτεινή ροή φωτιστικού: 11700 lm
Ισχύς: 169.0 W
Ωφέλιμος φωτός: 69.2 lm/W

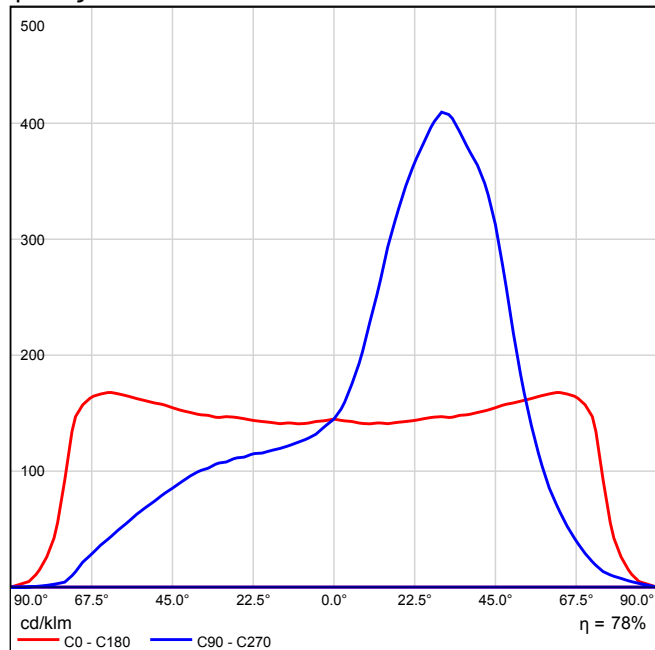
SGP398

SGP398 is the first luminaire in its class to bring together beauty and lighting efficiency, and harmoniously combines elegance as well as photometric performance. The SGP398 range of luminaires is suitable for lamps up to SON-T 400W. It is equipped with an adjustable lamp holder so that lamp position can be adjusted to different light distribution for flexible application.

Εκπομπή φωτός 1 / Πολικό διάγραμμα κατανομής φωτός

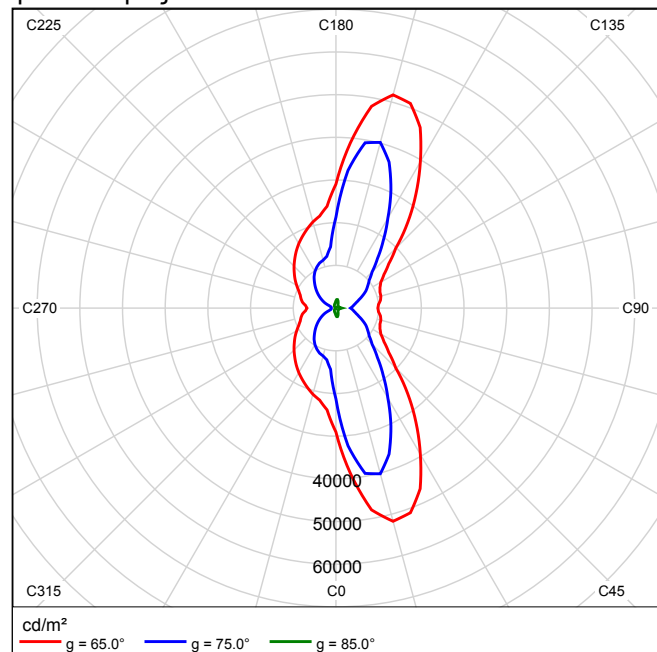


Εκπομπή φωτός 1 / Γραμμικό διάγραμμα κατανομής φωτός



Δεν δημιουργείται διάγραμμα κώνου επειδή η κατανομή φωτός δεν είναι συμμετρική.

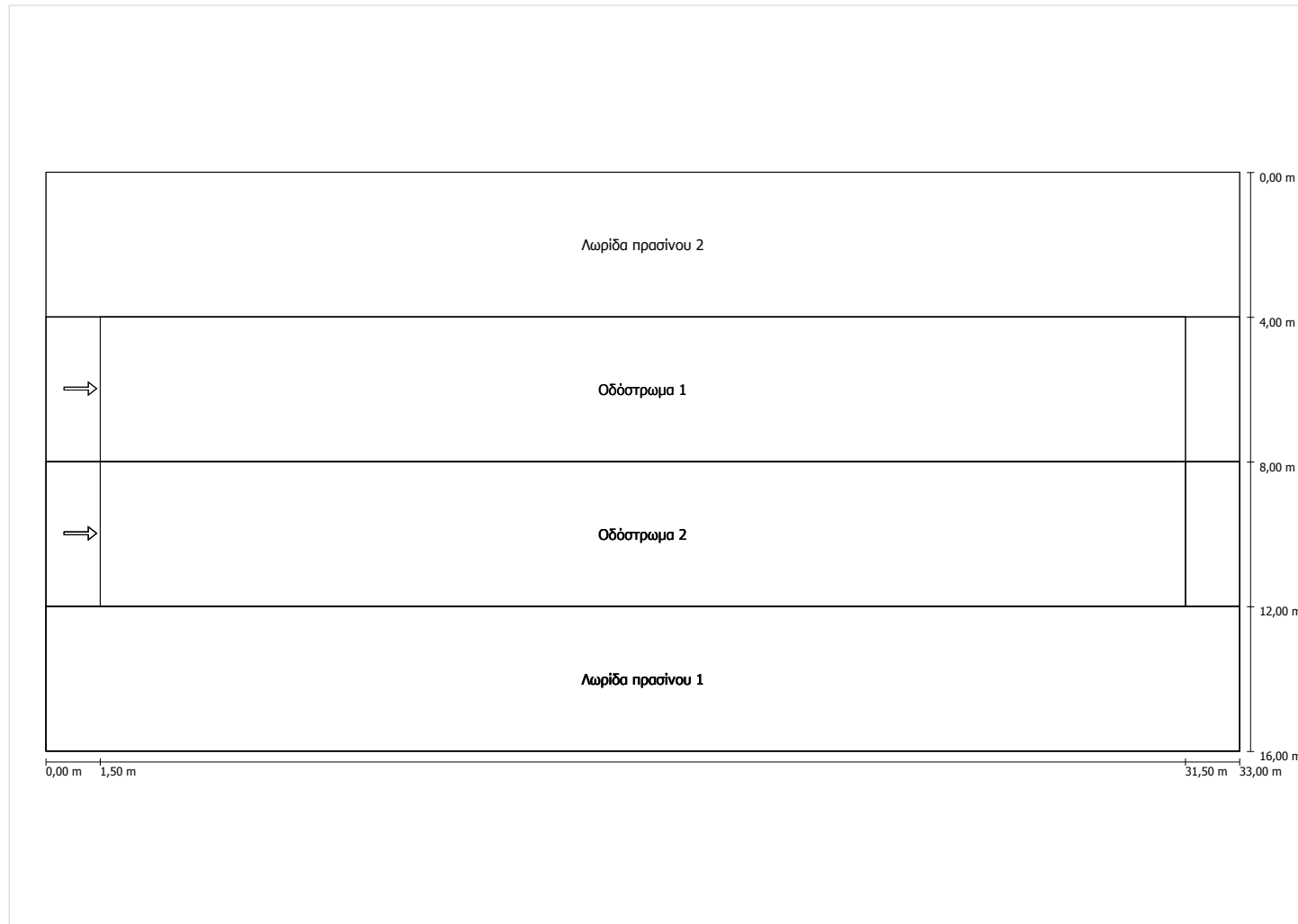
Εκπομπή φωτός 1 / Διάγραμμα πυκνότητας φωτεινότητας



Σχήμα δρόμου 1 / Στοιχεία σχεδιασμού

Σχεδιασμός κατά EN 13201

Προφίλ δρόμου



Κλίμακα: 1 : 100

Λωρίδα πρασίνου 2

Πλάτος: 4.000 m

Οδόστρωμα 1

Πλάτος: 4.000 m

Αριθμός λωρίδων κυκλοφορίας: 1

Ασφαλοτότητας (στεγνό): CIE R3

q0 (στεγνό): 0.070

Ασφαλοτότητας (υγρό): Wet surface W3

q0 (υγρό): 0.200

Οδόστρωμα 2

Πλάτος: 4.000 m

Αριθμός λωρίδων κυκλοφορίας: 1

Ασφαλοτότητας (στεγνό): CIE R3

q0 (στεγνό): 0.070

Ασφαλοτότητας (υγρό): Wet surface W3

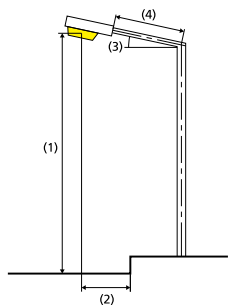
q0 (υγρό): 0.200

Λωρίδα πρασίνου 1

Πλάτος: 4.000 m

Συντελεστής συντήρησης: 0.70

Διατάξεις φωτιστικών



Φωτιστικό:	Philips Lighting SGP398 FG 1xSON-T150W SGR	ULR:	0.00
Φωτεινή ροή (φωτιστικό):	11700.48 lm	ULOR:	0.00
Φωτεινή ροή (λαμπτήρας):	15000.00 lm	W/km:	5577.00
Ισχύς φωτιστικού:	169.0 W	Μέγιστες τιμές της έντασης φωτός	
Διάταξη:	μονόπλευρα κάτω	στις 70°:	298 cd/klm
Απόσταση ιστών (κολόνες):	30.000 m	στις 80°:	86 cd/klm
Κλίση βραχίονα (3):	7.0 °	στις 90°:	4.64 cd/klm
Μήκος βραχίονα (4):	1.000 m	Κάθε φορά σε όλες τις κατευθύνσεις, που σχηματίζουν τη	
Ύψος σημείου φωτός (1):	12.000 m	δεδομένη γωνία με την κάτω κάθετο σε εγκαταστημένα	
Προεξοχή φωτεινών σημείων (2):	0.500 m	φωτιστικά που λειτουργούν.	
		Η διάταξη εκπληρεί την κατηγορία δείκτη τύφλωσης D.6	

Οδόστρωμα 1 (ME4a) / Περίληψη αποτελεσμάτων

Συντελεστής συντήρησης: 0.70
Κάναβος: 10 x 3 Σημεία
Επιλεγμένη κατηγορία φωτισμού: ME4a
Αντίστοιχα στοιχεία δρόμου:

Οδόστρωμα 1 Πλάτος: 4.000 m
Αριθμός λωρίδων κυκλοφορίας: 1
Ασφαλοτόπησης (στεγνός): CIE R3
q0 (στεγνό): 0.070
Ασφαλοτόπησης (υγρός): Wet surface W3
q0 (υγρό): 0.200

	Lm [cd/m²]	U0	UI	TI [%]	SR
Πραγματική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	0.73	0.84	0.88	5	0.84
Ονομαστική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.50
Εκπληρείται/δεν εκπληρείται	✗	✓	✓	✓	✓

Αντίστοιχος παρατηρητής (1):

Παρατηρητής	Θέση [m]	Lm [cd/m²]	U0	UI	TI [%]
Παρατηρητής 1	(-60, 10, 1,5)	0.73	0.84	0.88	5

Οδόστρωμα 1 (ME4a) / Πίνακας

Οριζόντια ένταση φωτισμού [lx]

11.333	17	16	14	12	11	11	12	14	16	17
10.000	17	16	14	12	11	11	12	14	16	17
8.667	15	14	12	11	9.37	9.37	11	12	14	15
m	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500

Κάναβος: 10 x 3 Σημεία

EAvg [lx]	EMin [lx]	EMax [lx]	g1	g2
13	9.37	17	0.697	0.539

Παρατηρητής 1

Πυκνότητα φωτεινότητας σε στεγνό οδόστρωμα [cd/m²]

11.333	0.69	0.68	0.64	0.62	0.67	0.68	0.68	0.69	0.69	0.71
10.000	0.73	0.73	0.70	0.70	0.74	0.76	0.78	0.79	0.76	0.74
8.667	0.80	0.78	0.75	0.75	0.76	0.78	0.81	0.84	0.80	0.78
m	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500

Κάναβος: 10 x 3 Σημεία

Πυκνότητα φωτεινότητας με καινούριο λαμπτήρα [cd/m²]

11.333	0.99	0.97	0.92	0.88	0.96	0.97	0.98	0.99	0.99	1.01
10.000	1.05	1.05	1.00	0.99	1.05	1.08	1.12	1.13	1.08	1.06
8.667	1.14	1.12	1.07	1.07	1.09	1.11	1.15	1.20	1.14	1.12
m	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500

Κάναβος: 10 x 3 Σημεία

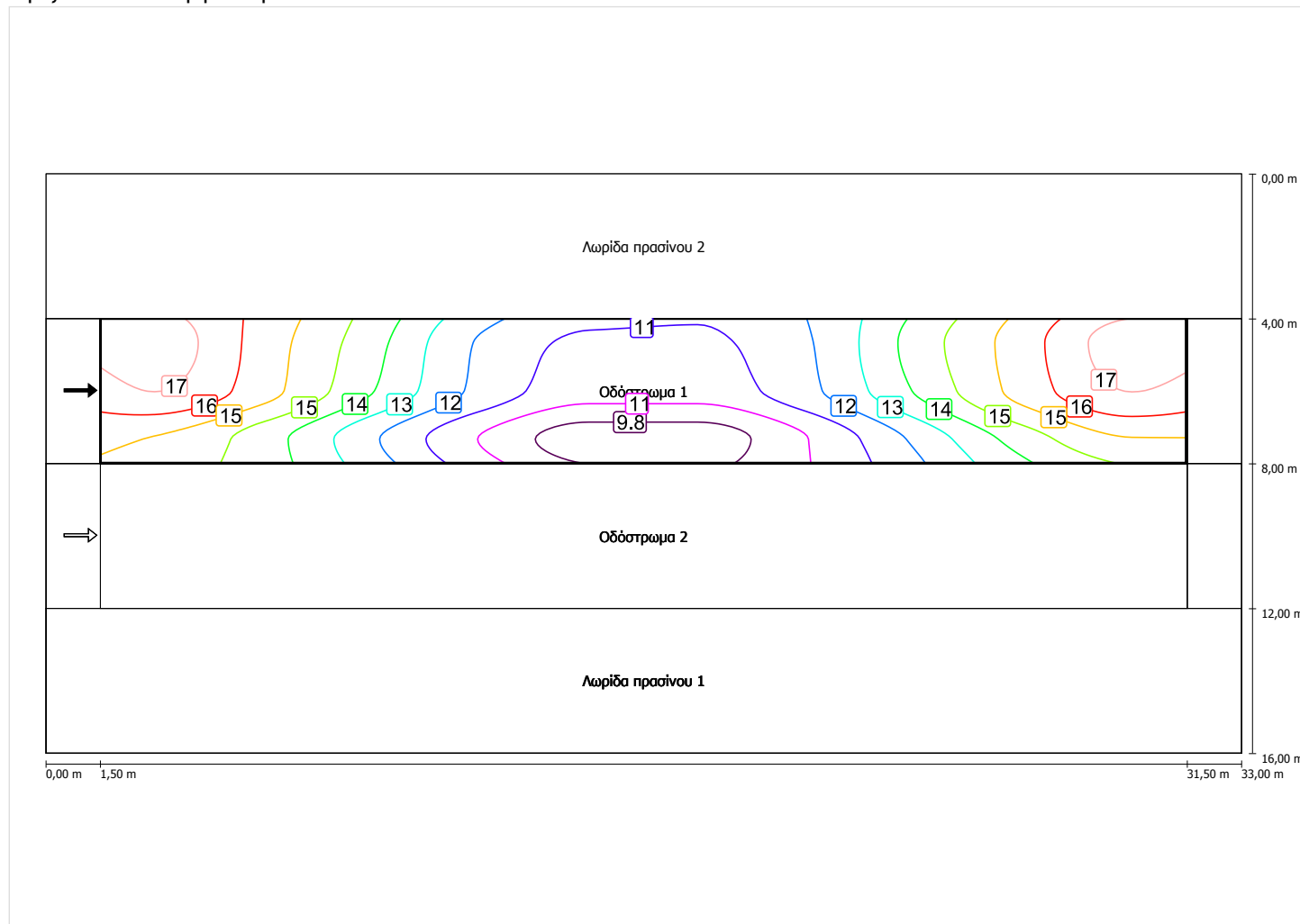
Οδόστρωμα 1 (ME4a) / Ισοδύναμες γραμμές

Συντελεστής συντήρησης: 0.70
Κάναβος: 10 x 3 Σημεία
Επιλεγμένη κατηγορία φωτισμού: ME4a
Αντίστοιχα στοιχεία δρόμου:

Οδόστρωμα 1	Πλάτος: 4.000 m
	Αριθμός λωρίδων κυκλοφορίας: 1
	Ασφατοτότητας (στεγνός): CIE R3
	q0 (στεγνό): 0.070
	Ασφατοτότητας (υγρός): Wet surface W3
	q0 (υγρό): 0.200

	Lm [cd/m²]	U0	UI	TI [%]	SR
Πραγματική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	0.73	0.84	0.88	5	0.84
Ονομαστική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.50
Εκπληρείται/δεν εκπληρείται	✗	✓	✓	✓	✓

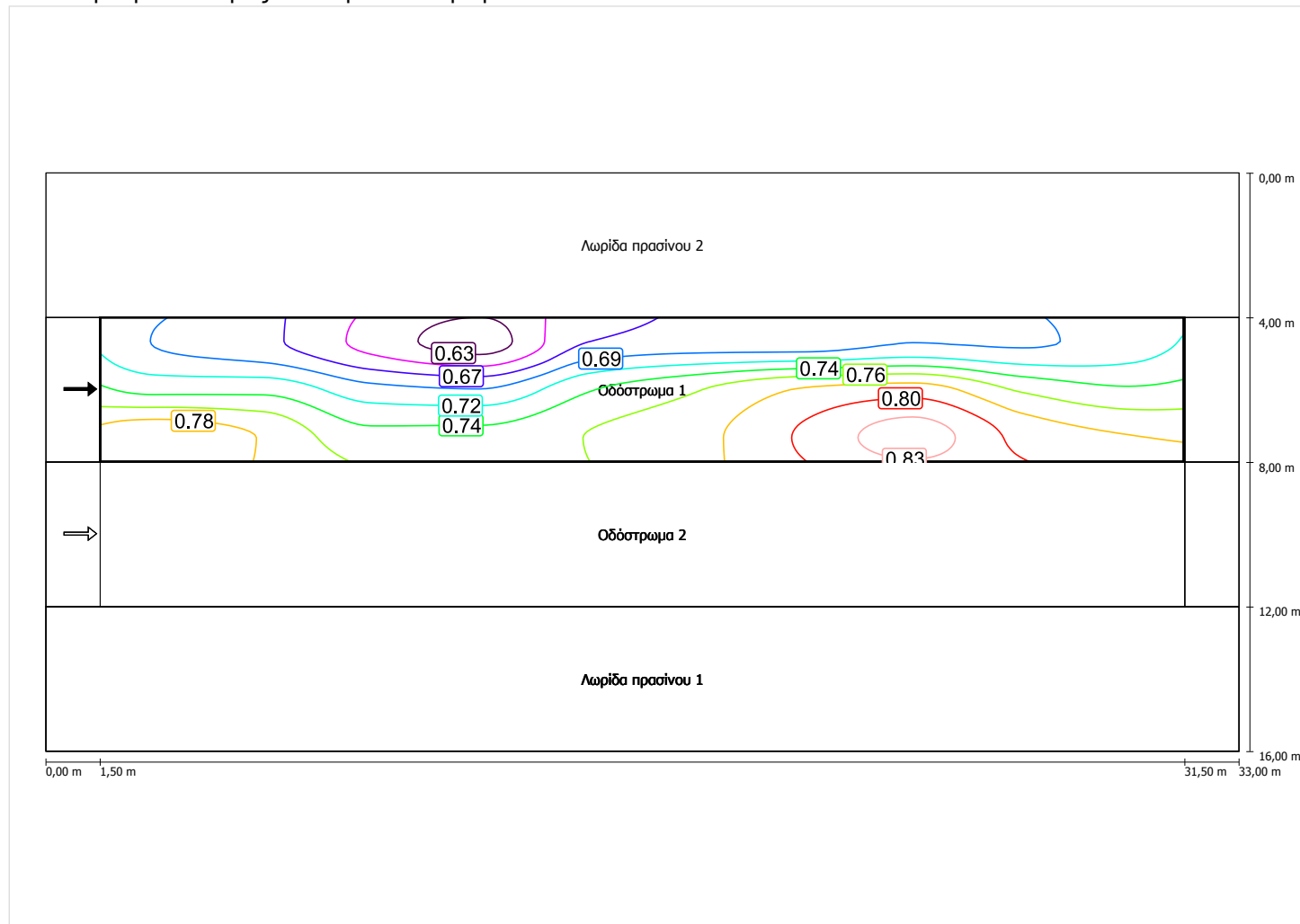
Οριζόντια ένταση φωτισμού



Κλίμακα: 1 : 200

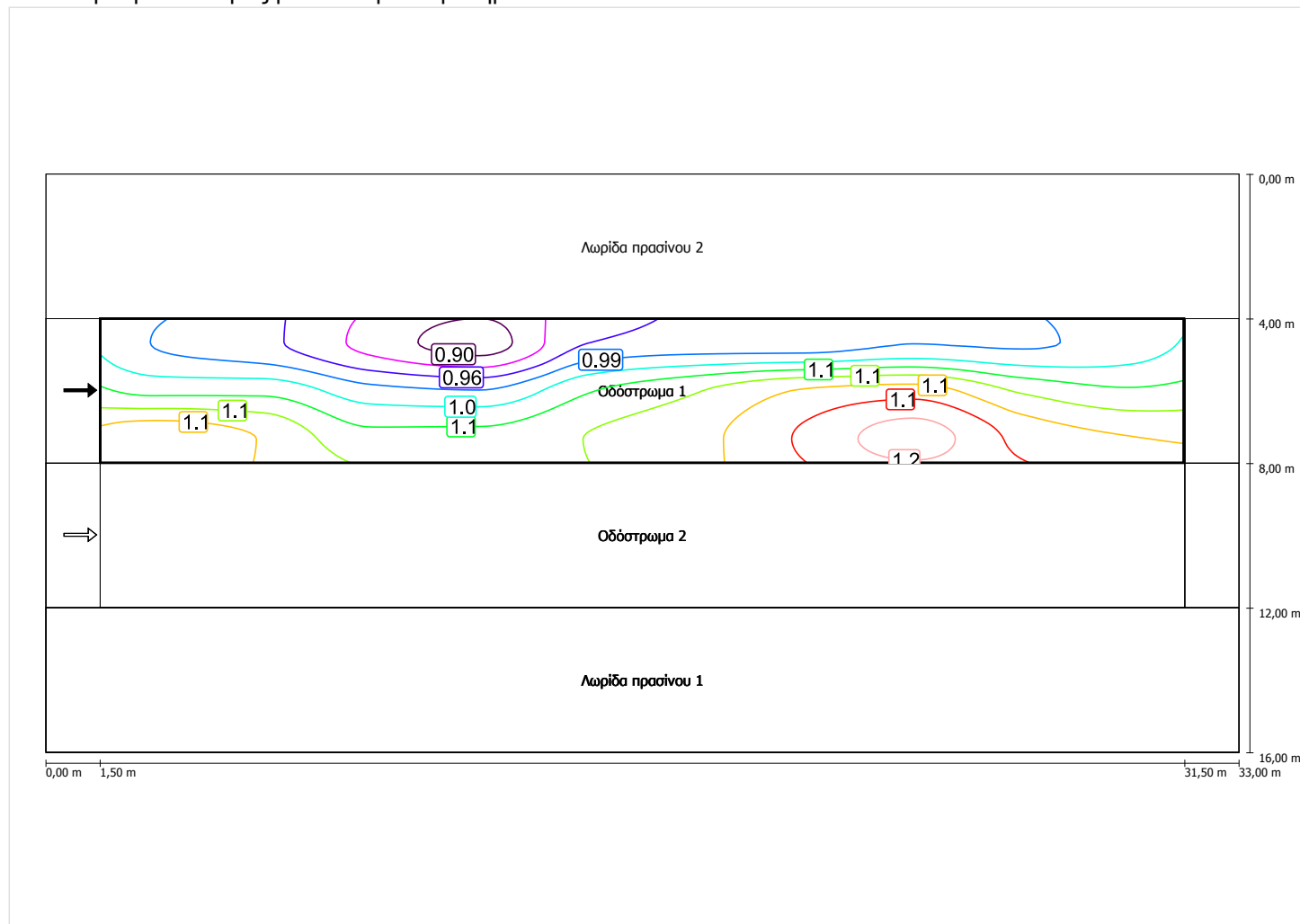
Παρατηρητής 1

Πυκνότητα φωτεινότητας σε στεγνό οδόστρωμα



Κλίμακα: 1 : 200

Πυκνότητα φωτεινότητας με καινούριο λαμπτήρα



Κλίμακα: 1 : 200

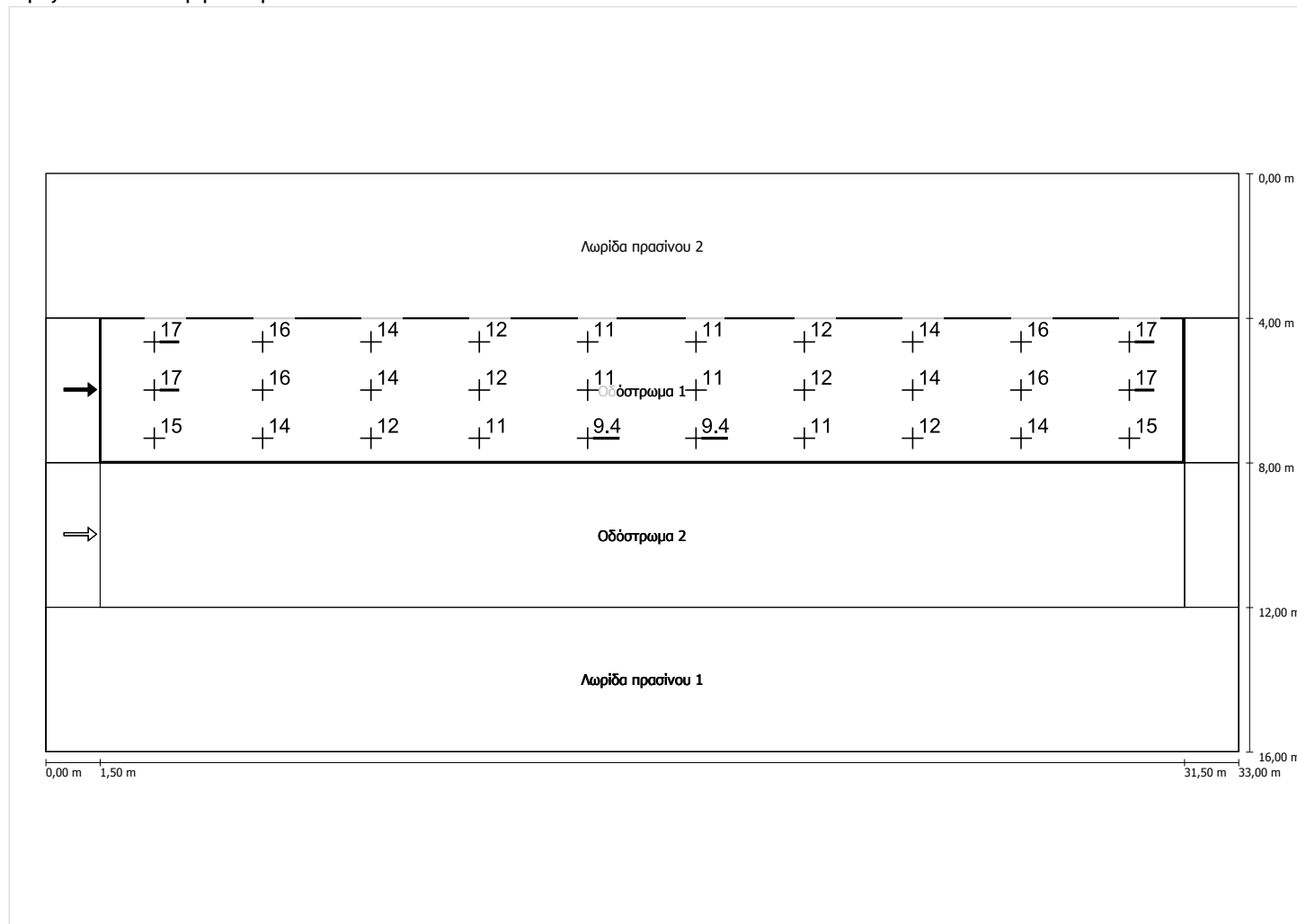
Οδόστρωμα 1 (ME4a) / Γραφική παράσταση τιμών

Συντελεστής συντήρησης: 0.70
Κάναβος: 10 x 3 Σημεία
Επιλεγμένη κατηγορία φωτισμού: ME4a
Αντίστοιχα στοιχεία δρόμου:

Οδόστρωμα 1	Πλάτος: 4.000 m
	Αριθμός λωρίδων κυκλοφορίας: 1
	Ασφαλοτόπησης (στεγνός): CIE R3
	q0 (στεγνό): 0.070
	Ασφαλοτόπησης (υγρός): Wet surface W3
	q0 (υγρό): 0.200

	Lm [cd/m²]	U0	UI	TI [%]	SR
Πραγματική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	0.73	0.84	0.88	5	0.84
Ονομαστική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.50
Εκπληρείται/δεν εκπληρείται	✗	✓	✓	✓	✓

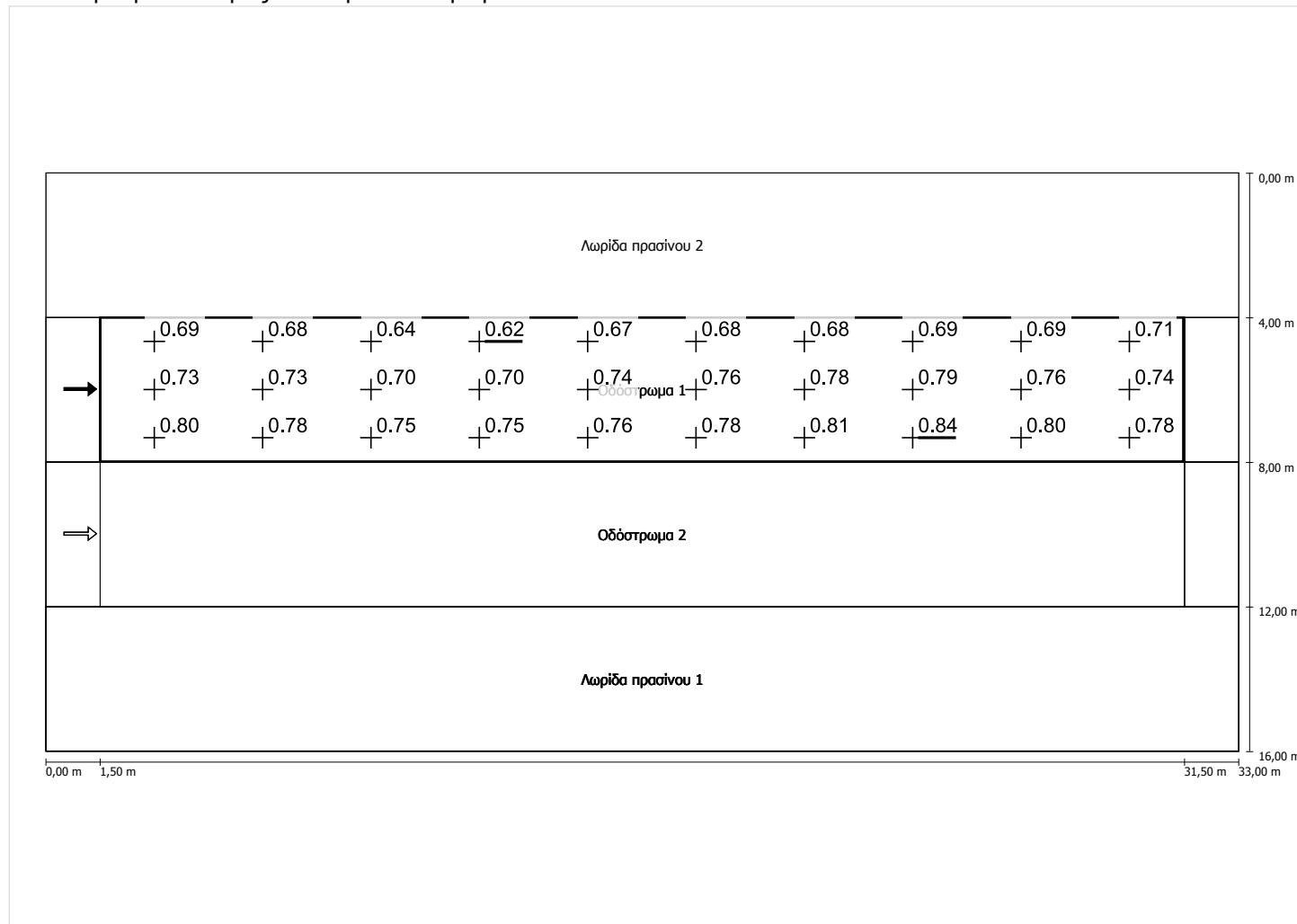
Οριζόντια ένταση φωτισμού



Κλίμακα: 1 : 200

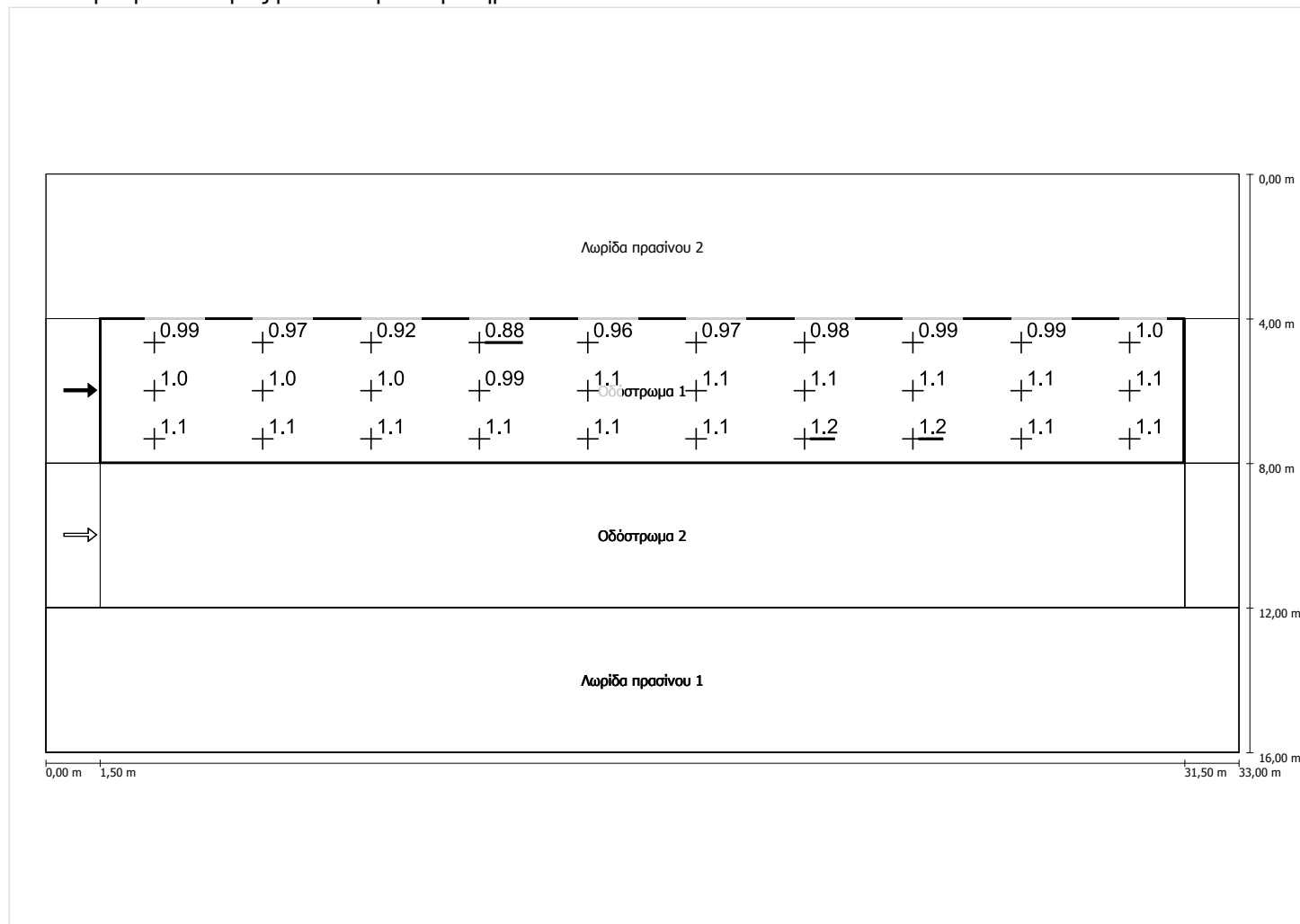
Παρατηρητής 1

Πυκνότητα φωτεινότητας σε στεγνό οδόστρωμα



Κλίμακα: 1 : 200

Πυκνότητα φωτεινότητας με καινούριο λαμπτήρα



Κλίμακα: 1 : 200

Οδόστρωμα 2 (ME4a) / Περίληψη αποτελεσμάτων

Συντελεστής συντήρησης: 0.70
Κάναβος: 10 x 3 Σημεία
Επιλεγμένη κατηγορία φωτισμού: ME4a
Αντίστοιχα στοιχεία δρόμου:

Οδόστρωμα 2	Πλάτος: 4.000 m
	Αριθμός λωρίδων κυκλοφορίας: 1
	Ασφαλοτότητας (στεγνός): CIE R3
	q0 (στεγνό): 0.070
	Ασφαλοτότητας (υγρός): Wet surface W3
	q0 (υγρό): 0.200

	Lm [cd/m²]	U0	UI	TI [%]	SR
Πραγματική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	0.64	0.91	0.91	5	1.14
Ονομαστική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.50
Εκπληρείται/δεν εκπληρείται	✗	✓	✓	✓	✓

Αντίστοιχος παρατηρητής (1):

Παρατηρητής	Θέση [m]	Lm [cd/m²]	U0	UI	TI [%]
Παρατηρητής 1	(-60, 6, 1,5)	0.64	0.91	0.91	5

Οδόστρωμα 2 (ME4a) / Πίνακας

Οριζόντια ένταση φωτισμού [lx]

7.333	13	12	9.82	8.20	7.24	7.26	8.22	9.83	12	13
6.000	11	9.80	8.06	6.68	5.99	5.99	6.69	8.05	9.80	11
4.667	10	8.95	7.36	6.07	5.41	5.41	6.08	7.37	8.95	10
m	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500

Κάναβος: 10 x 3 Σημεία

EAvg [lx]	EMin [lx]	EMax [lx]	g1	g2
8.64	5.41	13	0.627	0.415

Παρατηρητής 1

Πυκνότητα φωτεινότητας σε στεγνό οδόστρωμα [cd/m²]

7.333	0.67	0.65	0.62	0.61	0.61	0.63	0.65	0.69	0.68	0.68
6.000	0.68	0.66	0.64	0.62	0.63	0.65	0.66	0.68	0.68	0.68
4.667	0.62	0.61	0.60	0.58	0.59	0.60	0.62	0.64	0.64	0.64
m	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500

Κάναβος: 10 x 3 Σημεία

Πυκνότητα φωτεινότητας με καινούριο λαμπτήρα [cd/m²]

7.333	0.96	0.93	0.89	0.87	0.88	0.90	0.93	0.99	0.97	0.97
6.000	0.97	0.95	0.91	0.89	0.90	0.92	0.95	0.97	0.97	0.97
4.667	0.89	0.87	0.86	0.83	0.84	0.85	0.89	0.91	0.91	0.91
m	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500

Κάναβος: 10 x 3 Σημεία

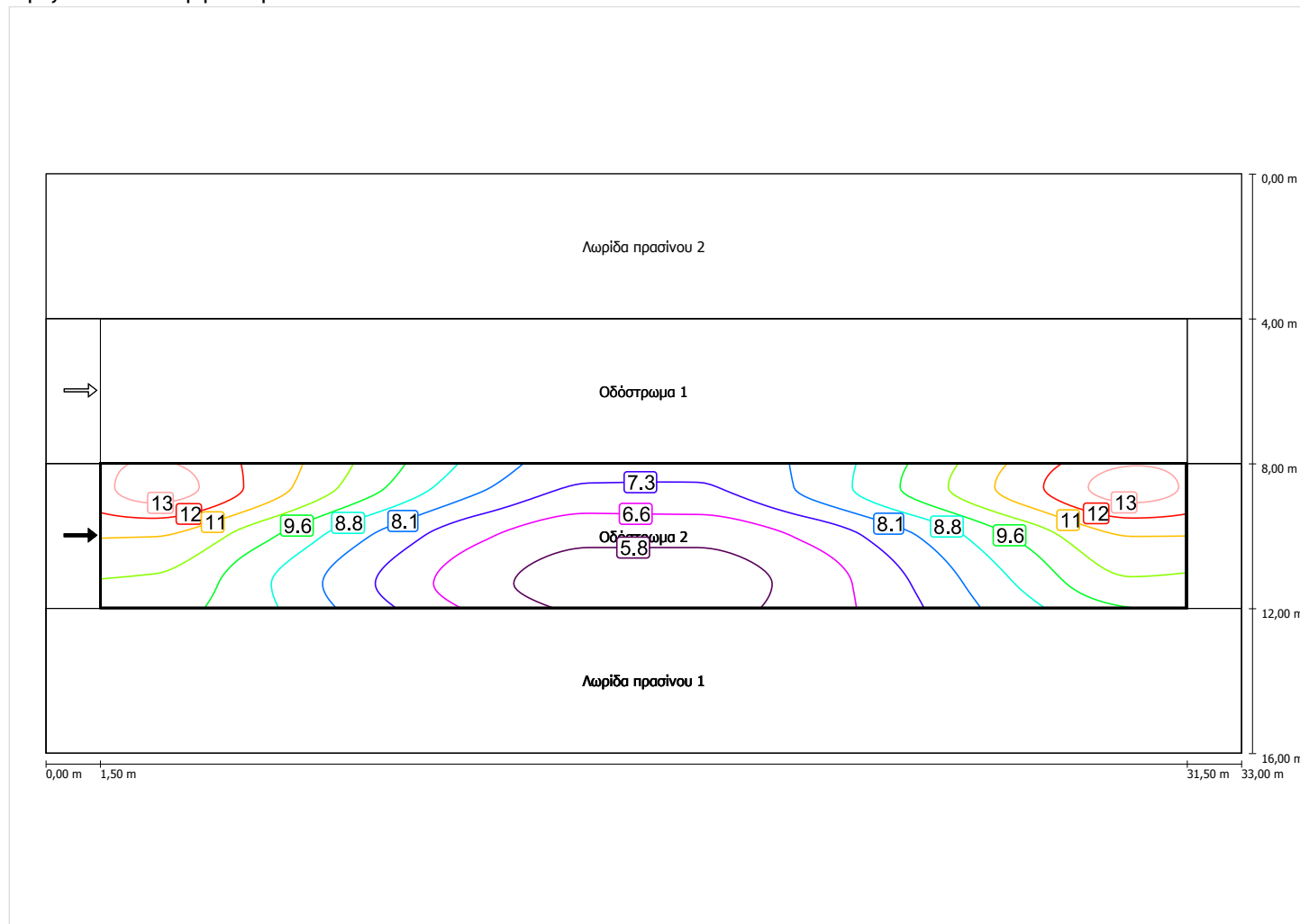
Οδόστρωμα 2 (ME4a) / Ισοδύναμες γραμμές

Συντελεστής συντήρησης: 0.70
Κάναβος: 10 x 3 Σημεία
Επιλεγμένη κατηγορία φωτισμού: ME4a
Αντίστοιχα στοιχεία δρόμου:

Οδόστρωμα 2	Πλάτος: 4.000 m
	Αριθμός λωρίδων κυκλοφορίας: 1
	Ασφαλοτότητας (στεγνός): CIE R3
	q0 (στεγνό): 0.070
	Ασφαλοτότητας (υγρός): Wet surface W3
	q0 (υγρό): 0.200

	Lm [cd/m²]	U0	UI	TI [%]	SR
Πραγματική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	0.64	0.91	0.91	5	1.14
Ονομαστική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.50
Εκπληρείται/δεν εκπληρείται	✗	✓	✓	✓	✓

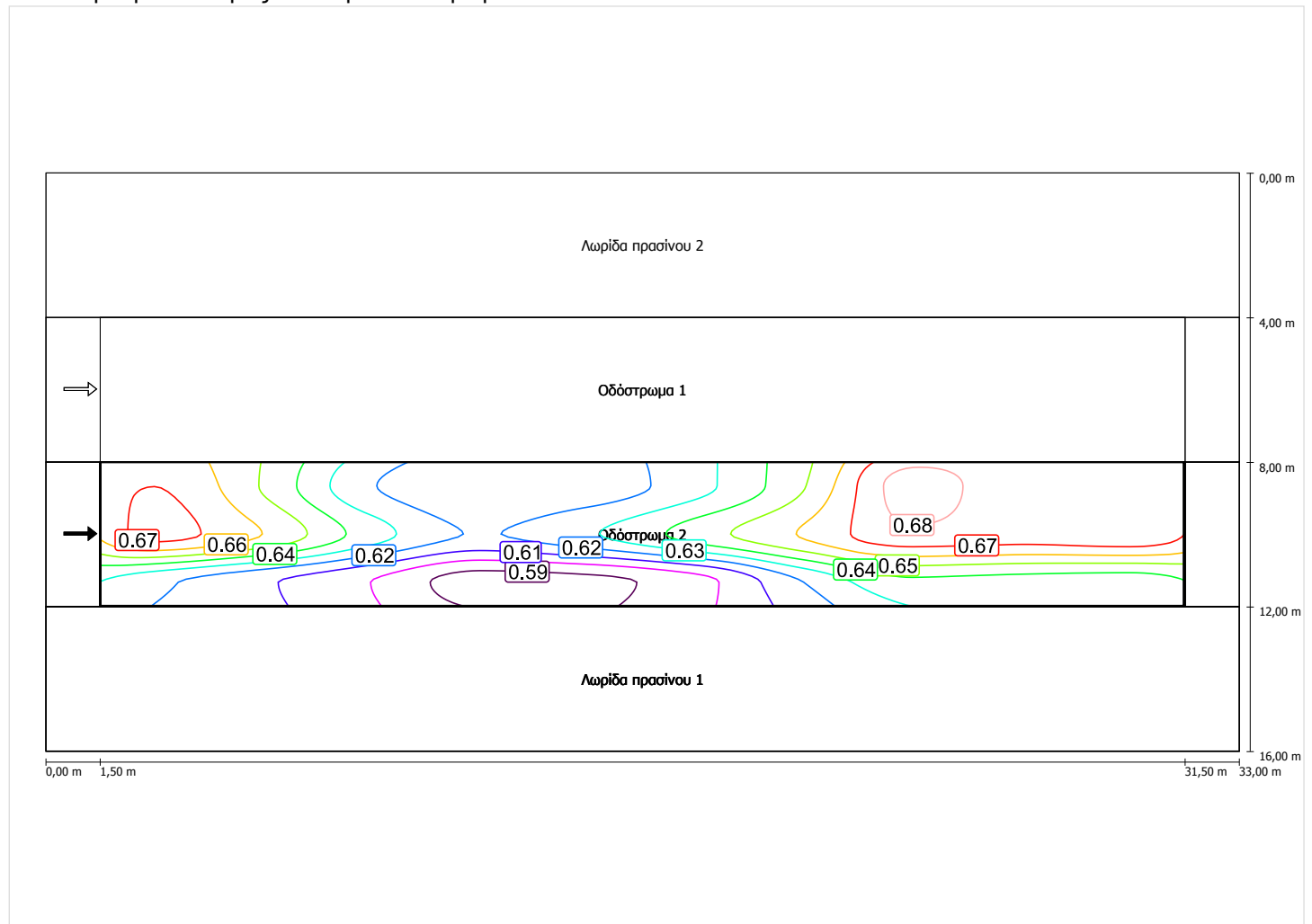
Οριζόντια ένταση φωτισμού



Κλίμακα: 1 : 200

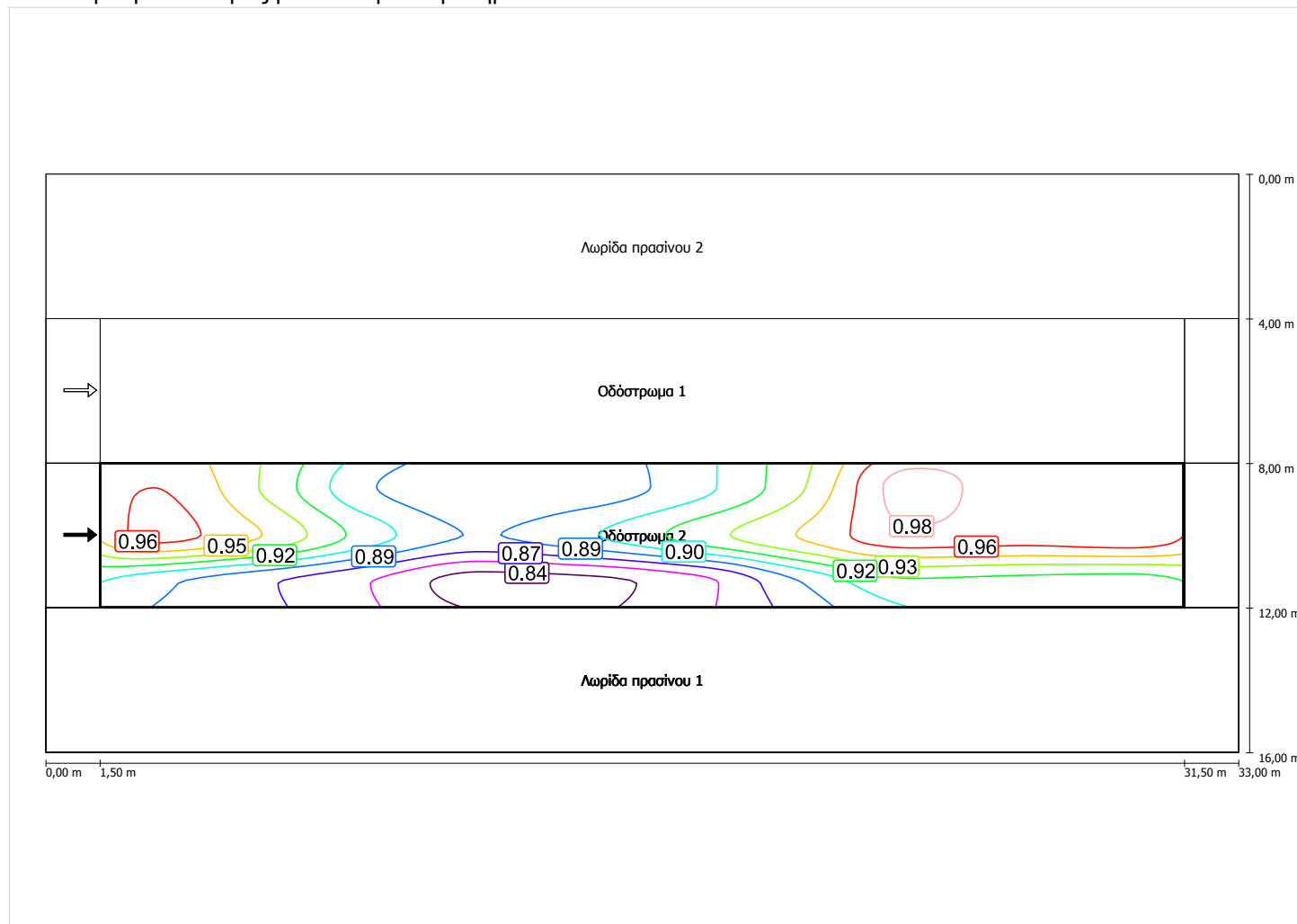
Παρατηρητής 1

Πυκνότητα φωτεινότητας σε στεγνό οδόστρωμα



Κλίμακα: 1 : 200

Πυκνότητα φωτεινότητας με καινούριο λαμπτήρα



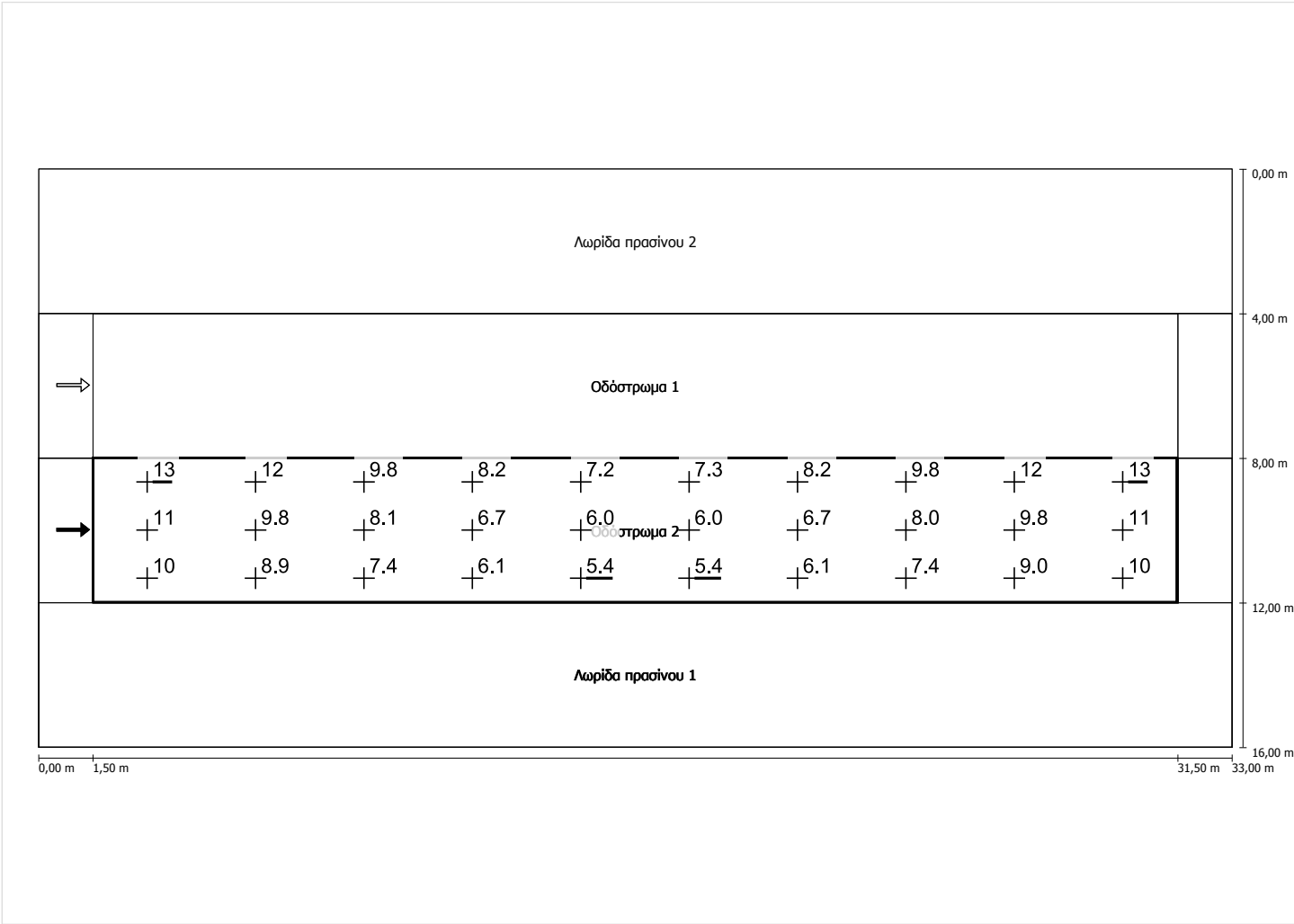
Οδόστρωμα 2 (ME4a) / Γραφική παράσταση τιμών

Συντελεστής συντήρησης: 0.70
Κάναβος: 10 x 3 Σημεία
Επιλεγμένη κατηγορία φωτισμού: ME4a
Αντίστοιχα στοιχεία δρόμου:

Οδόστρωμα 2	Πλάτος: 4.000 m
	Αριθμός λωρίδων κυκλοφορίας: 1
	Ασφατοτότητας (στεγνός): CIE R3
	q0 (στεγνό): 0.070
	Ασφατοτότητας (υγρός): Wet surface W3
	q0 (υγρό): 0.200

	Lm [cd/m²]	U0	UI	TI [%]	SR
Πραγματική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	0.64	0.91	0.91	5	1.14
Ονομαστική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.50
Εκπληρείται/δεν εκπληρείται	✗	✓	✓	✓	✓

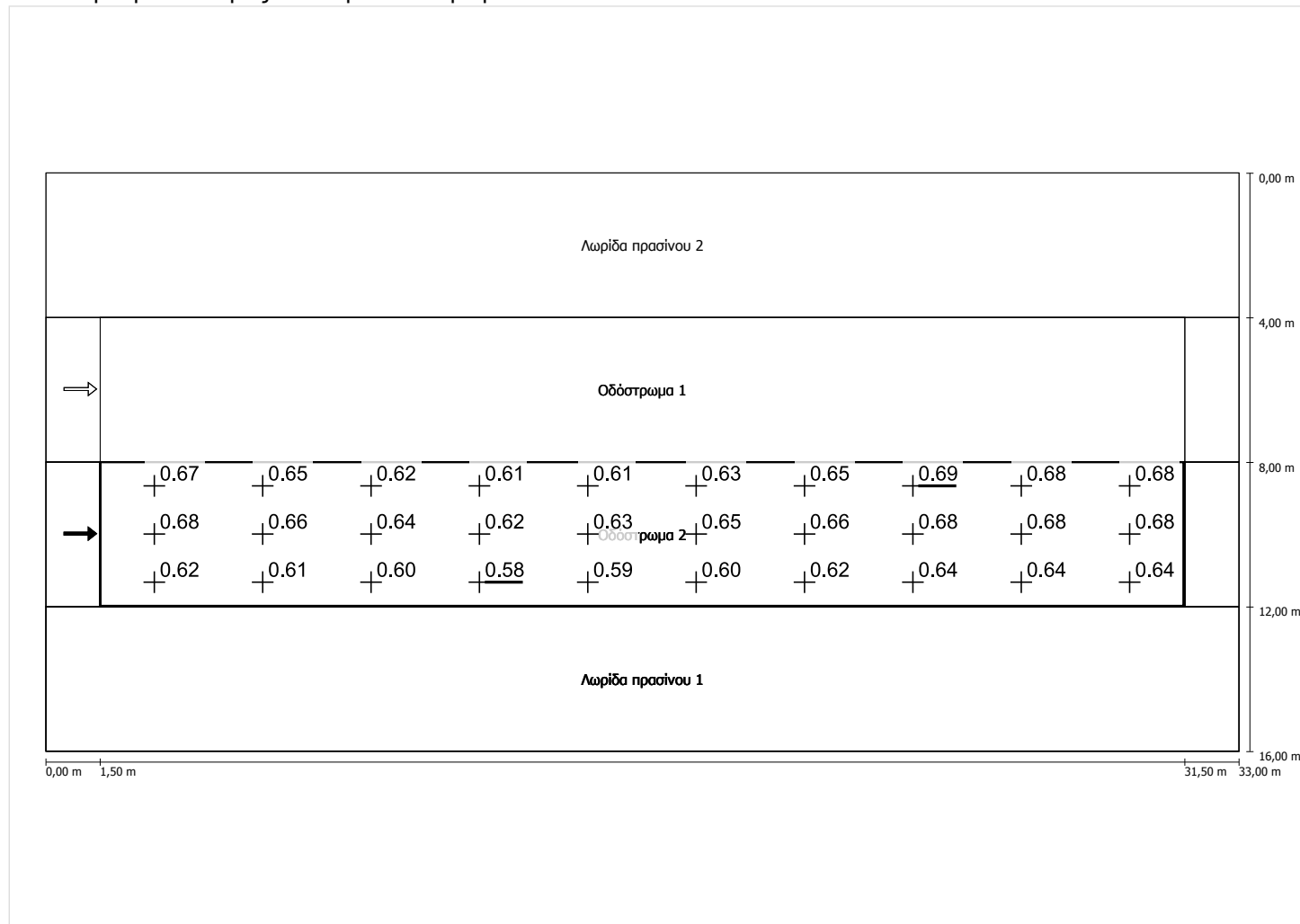
Οριζόντια ένταση φωτισμού



Κλίμακα: 1 : 200

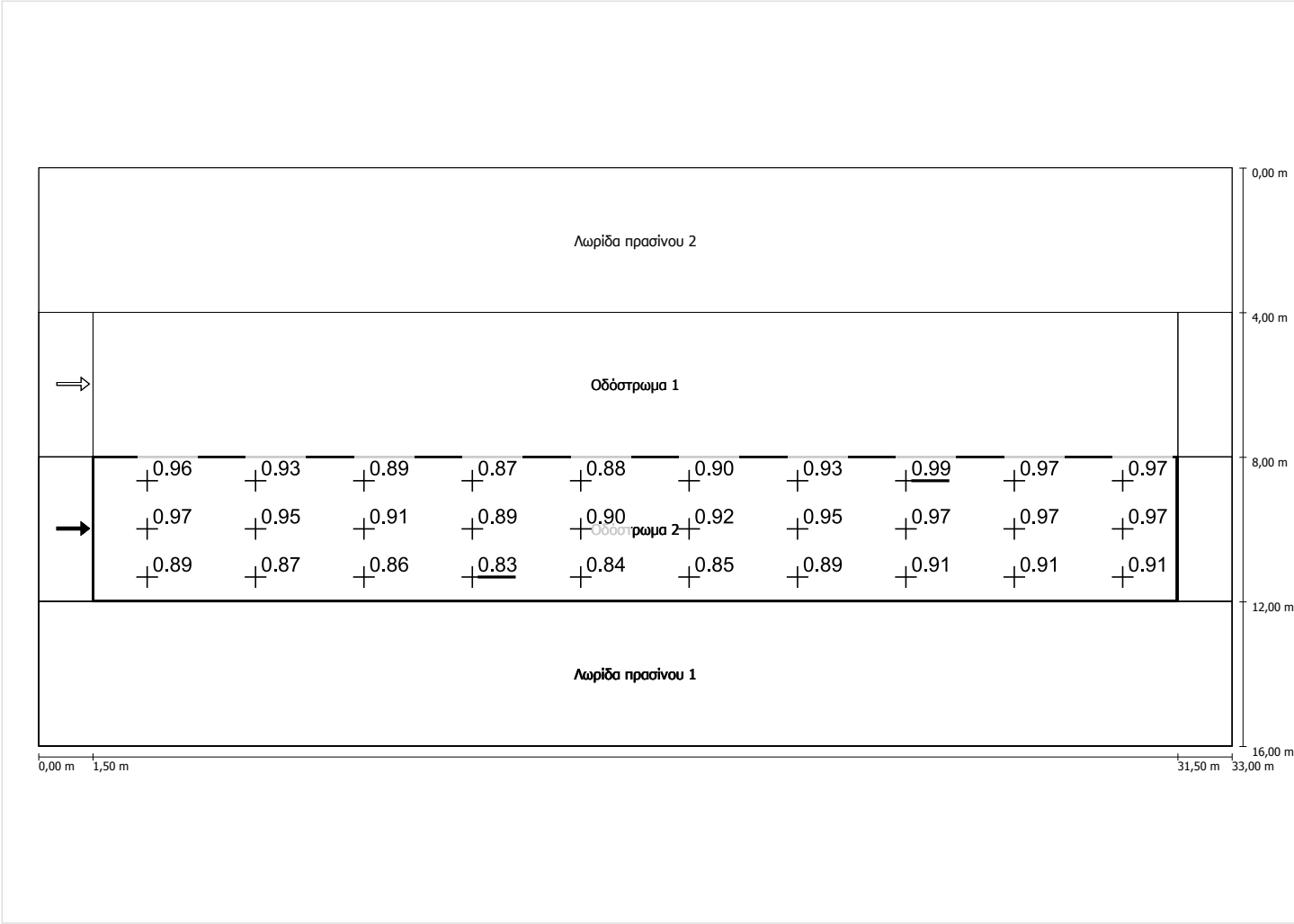
Παρατηρητής 1

Πυκνότητα φωτεινότητας σε στεγνό οδόστρωμα



Κλίμακα: 1 : 200

Πυκνότητα φωτεινότητας με καινούριο λαμπτήρα



Κλίμακα: 1 : 200

Υπεύθυνος επεξεργασίας:
Καραμπέλης Νικόλαος
nikos_karavel@hotmail.com

Ημερομηνία:
4/7/2018

Αναλυτική Μελέτη Φωτισμού 1ου Συναρίου(SON 150W 10m)

Περιεχόμενα

Αναλυτική Μελέτη Φωτισμού 1ου Σεναρίου(SON 150W 10m)

Philips Lighting SGP398 FG 1xSON-T150W SGR 1xSON-T150W/220

Δελτίο στοιχείων φωτιστικού (1xSON-T150W/220)..... 3

Σχήμα δρόμου 1

 Σχήμα δρόμου 1

 Στοιχεία σχεδιασμού..... 6

 Οδόστρωμα 1 (ME4a)

 Περίληψη αποτελεσμάτων..... 8

 Πίνακας..... 9

 Ισοδύναμες γραμμές..... 10

 Γραφική παράσταση τιμών..... 13

 Οδόστρωμα 2 (ME4a)

 Περίληψη αποτελεσμάτων..... 16

 Πίνακας..... 17

 Ισοδύναμες γραμμές..... 18

 Γραφική παράσταση τιμών..... 21

Philips Lighting SGP398 FG 1xSON-T150W SGR 1xSON-T150W/220 / Δελτίο στοιχείων φωτιστικού (1xSON-T150W/220)

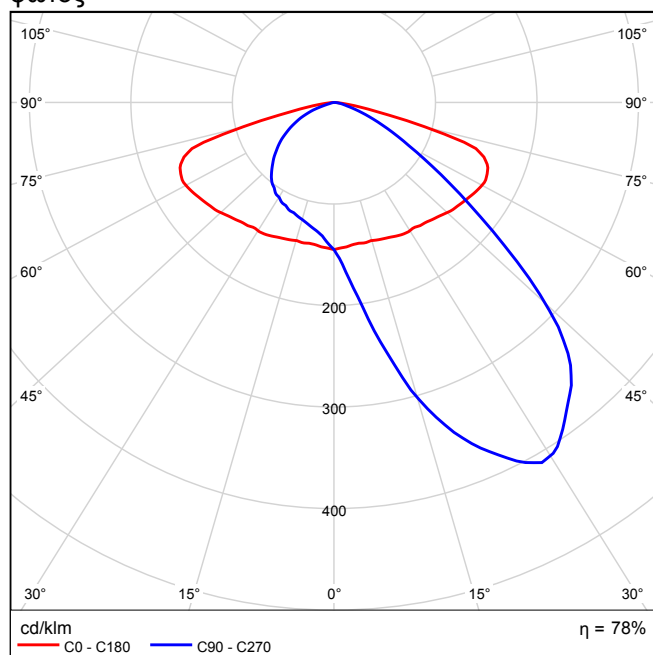


Βαθμός απόδοσης λειτουργίας: 78.00%
Φωτεινή ροή λαμπτήρα: 15000 lm
Φωτεινή ροή φωτιστικού: 11700 lm
Ισχύς: 169.0 W
Ωφέλιμος φωτός: 69.2 lm/W

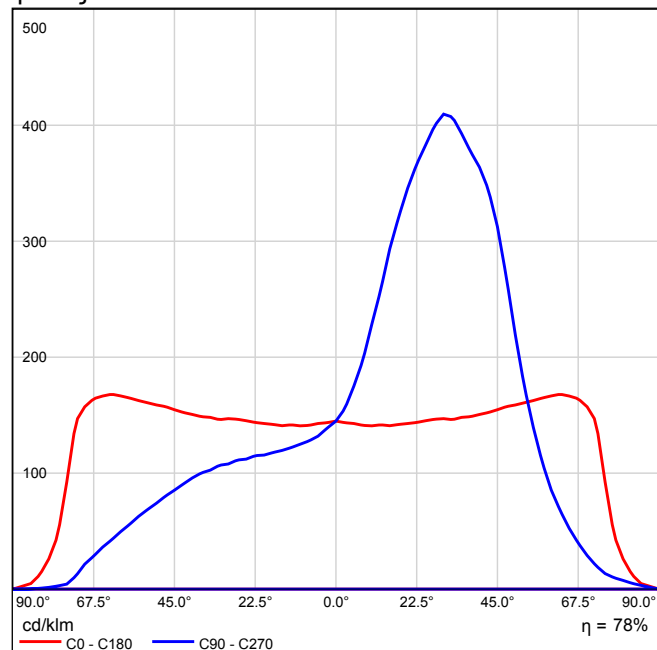
SGP398

SGP398 is the first luminaire in its class to bring together beauty and lighting efficiency, and harmoniously combines elegance as well as photometric performance. The SGP398 range of luminaires is suitable for lamps up to SON-T 400W. It is equipped with an adjustable lamp holder so that lamp position can be adjusted to different light distribution for flexible application.

Εκπομπή φωτός 1 / Πολικό διάγραμμα κατανομής φωτός

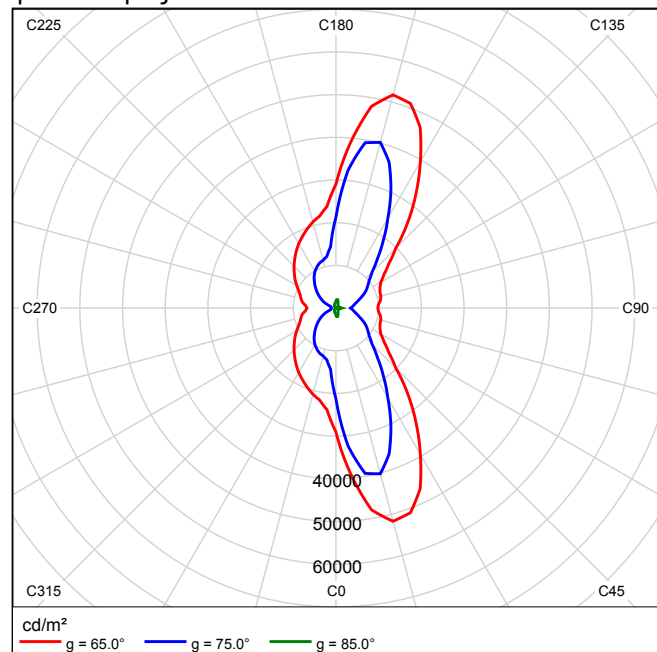


Εκπομπή φωτός 1 / Γραμμικό διάγραμμα κατανομής φωτός



Δεν δημιουργείται διάγραμμα κώνου επειδή η κατανομή φωτός δεν είναι συμμετρική.

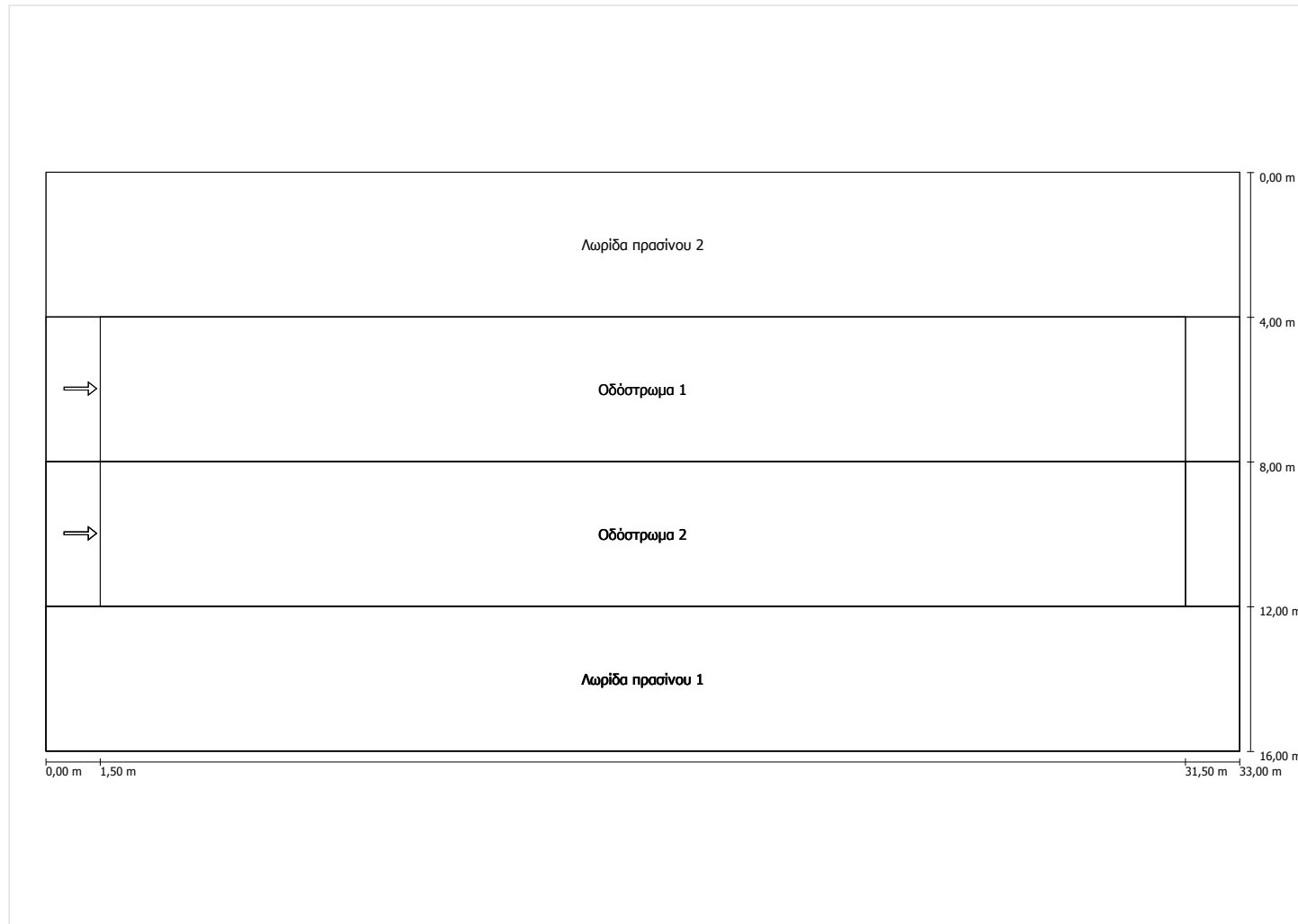
Εκπομπή φωτός 1 / Διάγραμμα πυκνότητας φωτεινότητας



Σχήμα δρόμου 1 / Στοιχεία σχεδιασμού

Σχεδιασμός κατά EN 13201

Προφίλ δρόμου



Κλίμακα: 1 : 100

Λωρίδα πρασίνου 2

Πλάτος: 4.000 m

Οδόστρωμα 1

Πλάτος: 4.000 m

Αριθμός λωρίδων κυκλοφορίας: 1

Ασφαλοτότητας (στεγνό): CIE R3

q0 (στεγνό): 0.070

Ασφαλοτότητας (υγρό): Wet surface W3

q0 (υγρό): 0.200

Οδόστρωμα 2

Πλάτος: 4.000 m

Αριθμός λωρίδων κυκλοφορίας: 1

Ασφαλοτότητας (στεγνό): CIE R3

q0 (στεγνό): 0.070

Ασφαλοτότητας (υγρό): Wet surface W3

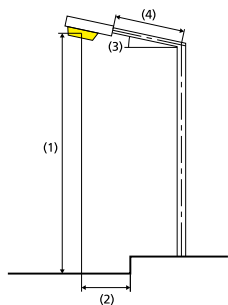
q0 (υγρό): 0.200

Λωρίδα πρασίνου 1

Πλάτος: 4.000 m

Συντελεστής συντήρησης: 0.70

Διατάξεις φωτιστικών



Φωτιστικό:	Philips Lighting SGP398 FG 1xSON-T150W SGR	ULR:	0.00
Φωτεινή ροή (φωτιστικό):	11700.48 lm	ULOR:	0.00
Φωτεινή ροή (λαμπτήρας):	15000.00 lm	W/km:	5577.00
Ισχύς φωτιστικού:	169.0 W	Μέγιστες τιμές της έντασης φωτός	
Διάταξη:	μονόπλευρα κάτω	στις 70°:	298 cd/klm
Απόσταση ιστών (κολόνες):	30.000 m	στις 80°:	86 cd/klm
Κλίση βραχίονα (3):	7.0 °	στις 90°:	4.64 cd/klm
Μήκος βραχίονα (4):	1.000 m	Κάθε φορά σε όλες τις κατευθύνσεις, που σχηματίζουν τη	
Ύψος σημείου φωτός (1):	10.000 m	δεδομένη γωνία με την κάτω κάθετο σε εγκαταστημένα	
Προεξοχή φωτεινών σημείων (2):	0.500 m	φωτιστικά που λειτουργούν.	
		Η διάταξη εκπληρεί την κατηγορία δείκτη τύφλωσης D.6	

Οδόστρωμα 1 (ME4a) / Περίληψη αποτελεσμάτων

Συντελεστής συντήρησης: 0.70
Κάναβος: 10 x 3 Σημεία
Επιλεγμένη κατηγορία φωτισμού: ME4a
Αντίστοιχα στοιχεία δρόμου:

Οδόστρωμα 1	Πλάτος: 4.000 m
	Αριθμός λωρίδων κυκλοφορίας: 1
	Ασφαλοτότητας (στεγνός): CIE R3
	q0 (στεγνό): 0.070
	Ασφαλοτότητας (υγρός): Wet surface W3
	q0 (υγρό): 0.200

	Lm [cd/m²]	U0	UI	TI [%]	SR
Πραγματική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	0.84	0.75	0.81	7	0.79
Ονομαστική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.50
Εκπληρείται/δεν εκπληρείται	✓	✓	✓	✓	✓

Αντίστοιχος παρατηρητής (1):

Παρατηρητής	Θέση [m]	Lm [cd/m²]	U0	UI	TI [%]
Παρατηρητής 1	(-60, 10, 1,5)	0.84	0.75	0.81	7

Οδόστρωμα 1 (ME4a) / Πίνακας

Οριζόντια ένταση φωτισμού [lx]

11.333	22	19	15	13	10	10	13	15	19	22
10.000	23	21	17	13	11	11	13	17	21	23
8.667	22	20	16	13	9.80	9.80	13	16	20	22
m	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500

Κάναβος: 10 x 3 Σημεία

EAvg [lx]	EMin [lx]	EMax [lx]	g1	g2
16	9.80	23	0.602	0.425

Παρατηρητής 1

Πυκνότητα φωτεινότητας σε στεγνό οδόστρωμα [cd/m²]

11.333	0.81	0.76	0.68	0.65	0.63	0.67	0.74	0.71	0.79	0.82
10.000	0.88	0.86	0.79	0.77	0.74	0.82	0.90	0.91	0.92	0.91
8.667	0.96	0.96	0.87	0.86	0.86	0.91	0.99	1.04	1.02	0.96
m	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500

Κάναβος: 10 x 3 Σημεία

Πυκνότητα φωτεινότητας με καινούριο λαμπτήρα [cd/m²]

11.333	1.16	1.08	0.97	0.93	0.90	0.96	1.06	1.02	1.13	1.17
10.000	1.26	1.22	1.13	1.10	1.06	1.17	1.28	1.30	1.31	1.30
8.667	1.37	1.37	1.24	1.23	1.23	1.30	1.41	1.48	1.46	1.37
m	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500

Κάναβος: 10 x 3 Σημεία

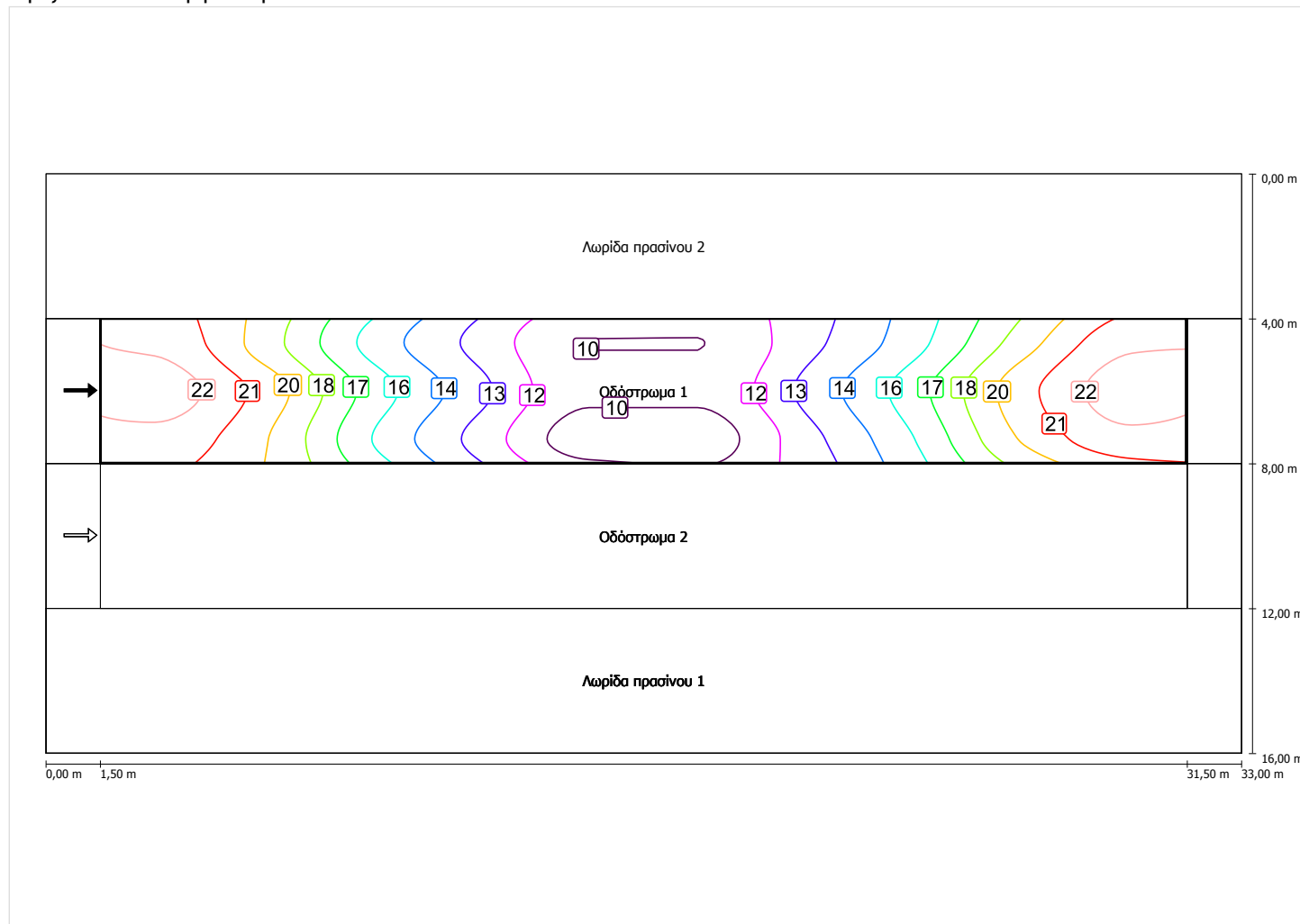
Οδόστρωμα 1 (ME4a) / Ισοδύναμες γραμμές

Συντελεστής συντήρησης: 0.70
Κάναβος: 10 x 3 Σημεία
Επιλεγμένη κατηγορία φωτισμού: ME4a
Αντίστοιχα στοιχεία δρόμου:

Οδόστρωμα 1	Πλάτος: 4.000 m
	Αριθμός λωρίδων κυκλοφορίας: 1
	Ασφαλτοτάπητας (στεγνός): CIE R3
	q0 (στεγνό): 0.070
	Ασφαλτοτάπητας (υγρός): Wet surface W3
	q0 (υγρό): 0.200

	Lm [cd/m²]	U0	UI	TI [%]	SR
Πραγματική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	0.84	0.75	0.81	7	0.79
Ονομαστική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.50
Εκπληρείται/δεν εκπληρείται	✓	✓	✓	✓	✓

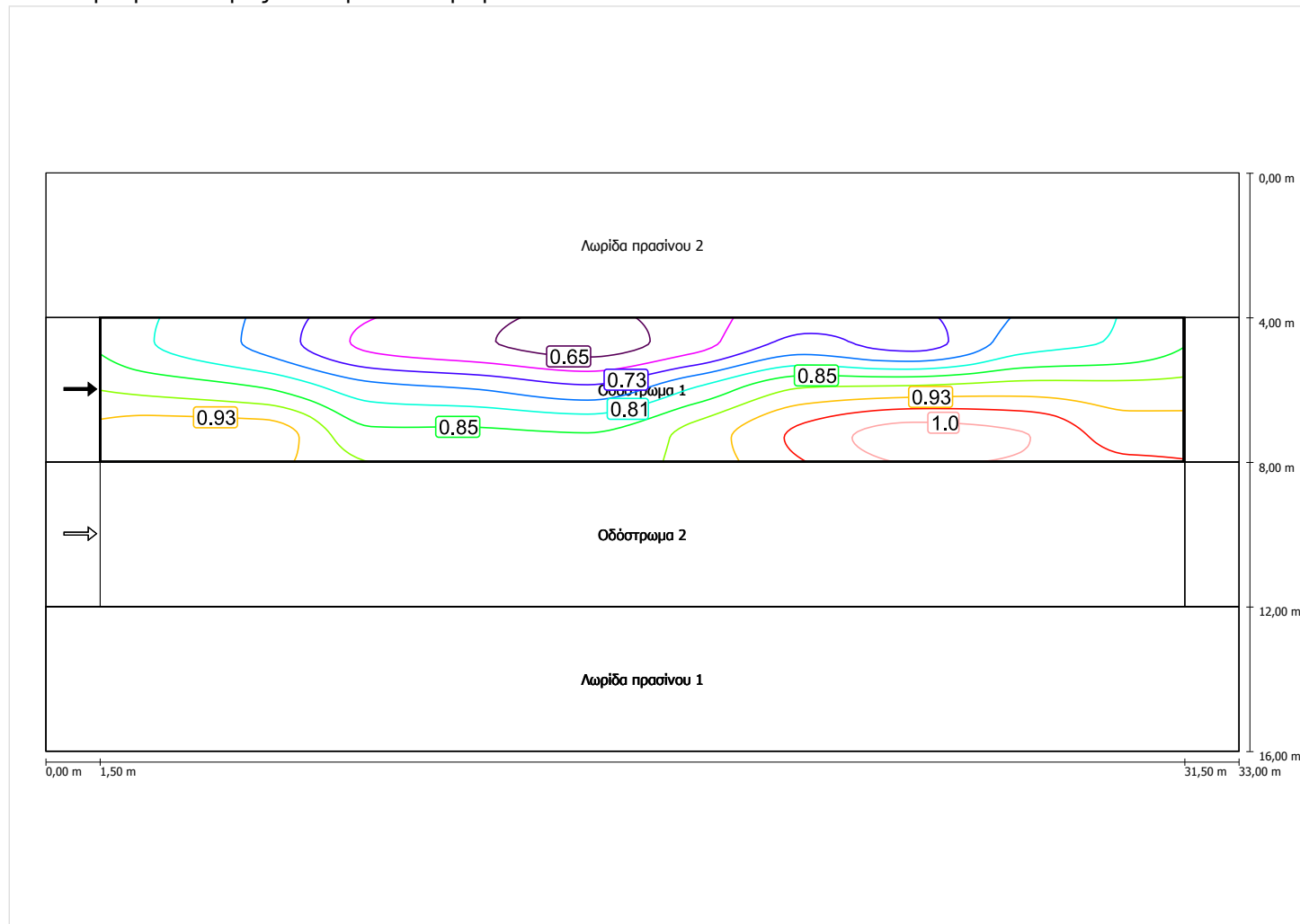
Οριζόντια ένταση φωτισμού



Κλίμακα: 1 : 200

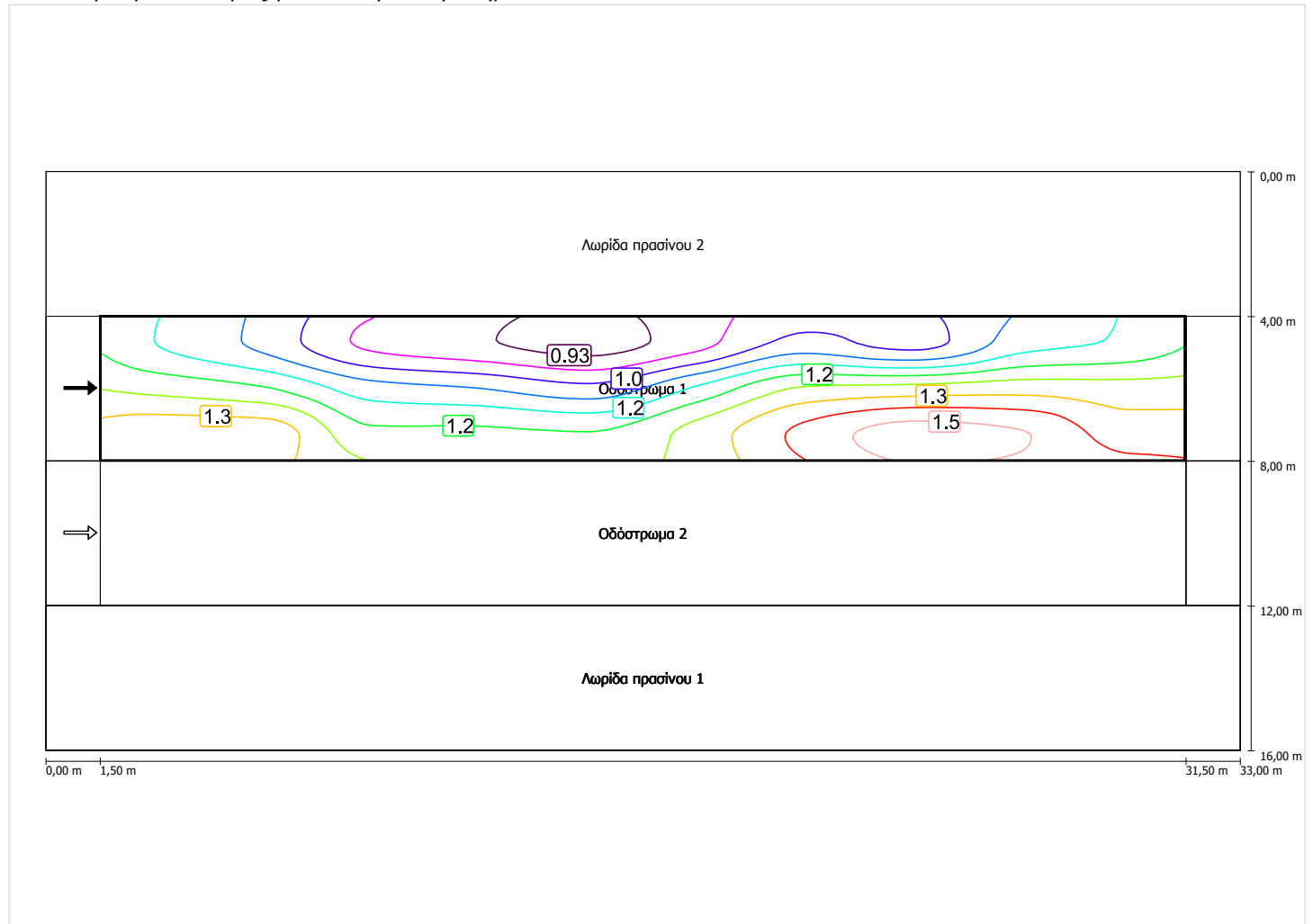
Παρατηρητής 1

Πυκνότητα φωτεινότητας σε στεγνό οδόστρωμα



Κλίμακα: 1 : 200

Πυκνότητα φωτεινότητας με καινούριο λαμπτήρα



Κλίμακα: 1 : 200

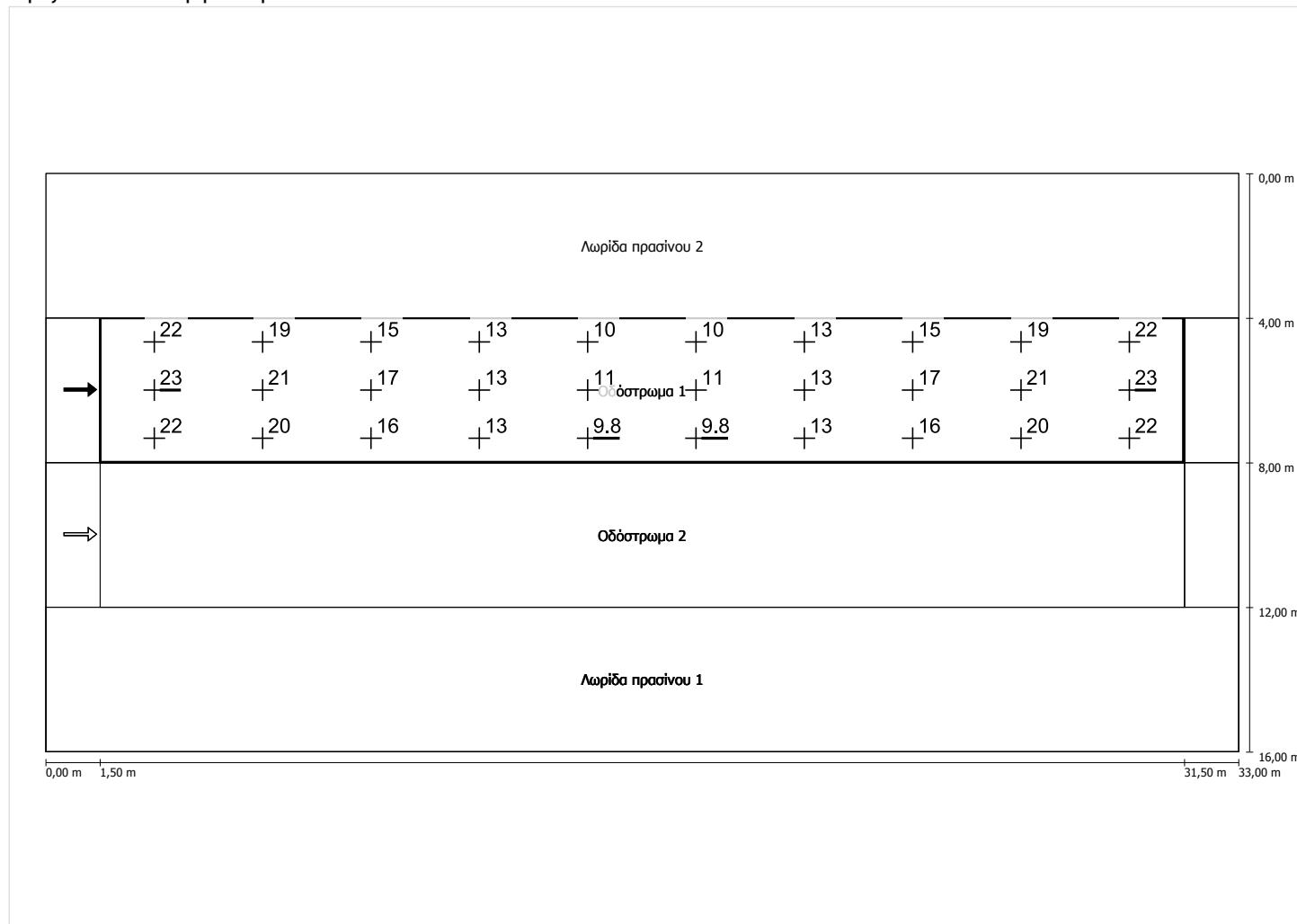
Οδόστρωμα 1 (ME4a) / Γραφική παράσταση τιμών

Συντελεστής συντήρησης: 0.70
Κάναβος: 10 x 3 Σημεία
Επιλεγμένη κατηγορία φωτισμού: ME4a
Αντίστοιχα στοιχεία δρόμου:

Οδόστρωμα 1	Πλάτος: 4.000 m
	Αριθμός λωρίδων κυκλοφορίας: 1
	Ασφαλοτότητας (στεγνός): CIE R3
	q0 (στεγνό): 0.070
	Ασφαλοτότητας (υγρός): Wet surface W3
	q0 (υγρό): 0.200

	Lm [cd/m²]	U0	UI	TI [%]	SR
Πραγματική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	0.84	0.75	0.81	7	0.79
Ονομαστική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.50
Εκπληρείται/δεν εκπληρείται	✓	✓	✓	✓	✓

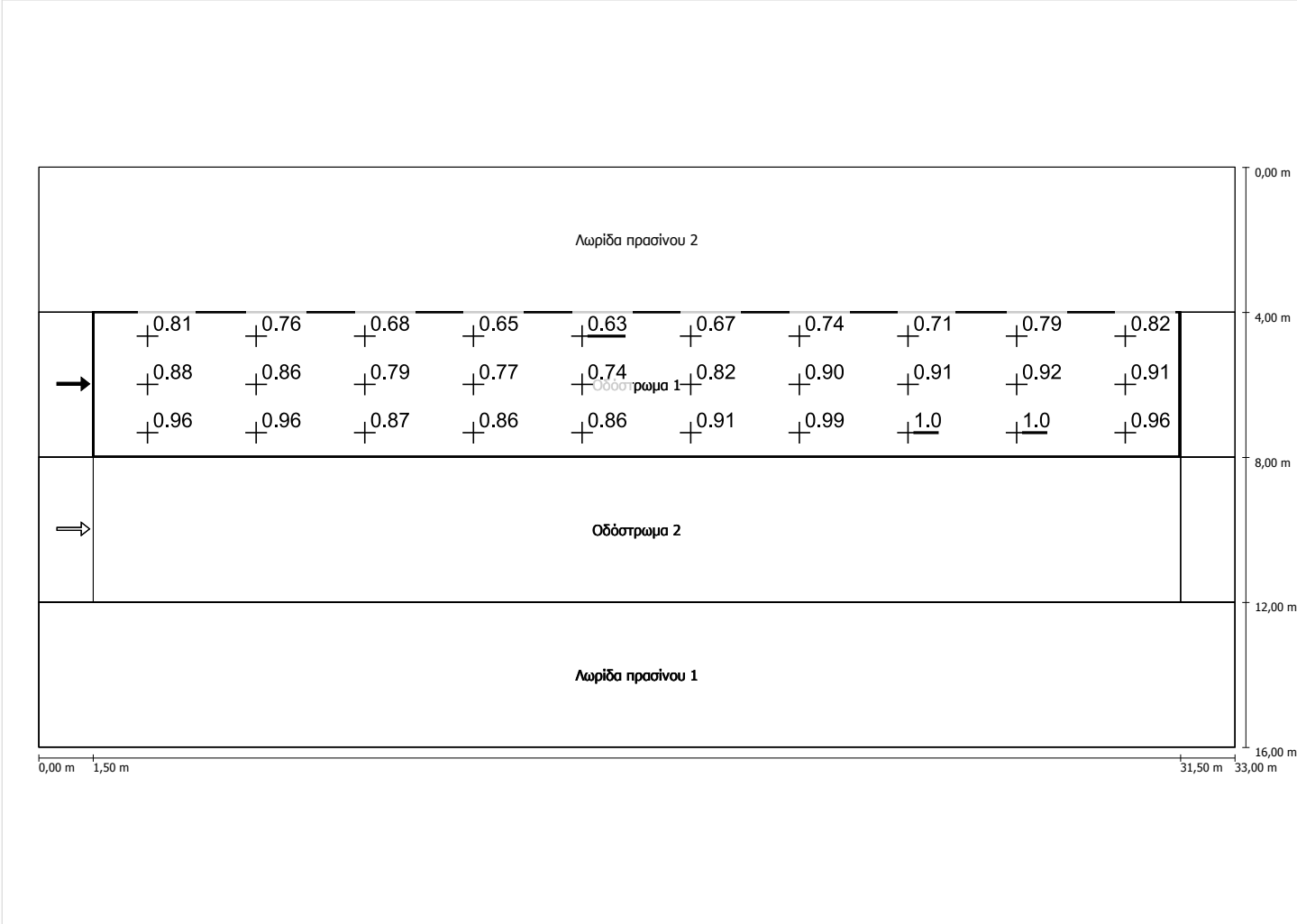
Οριζόντια ένταση φωτισμού



Κλίμακα: 1 : 200

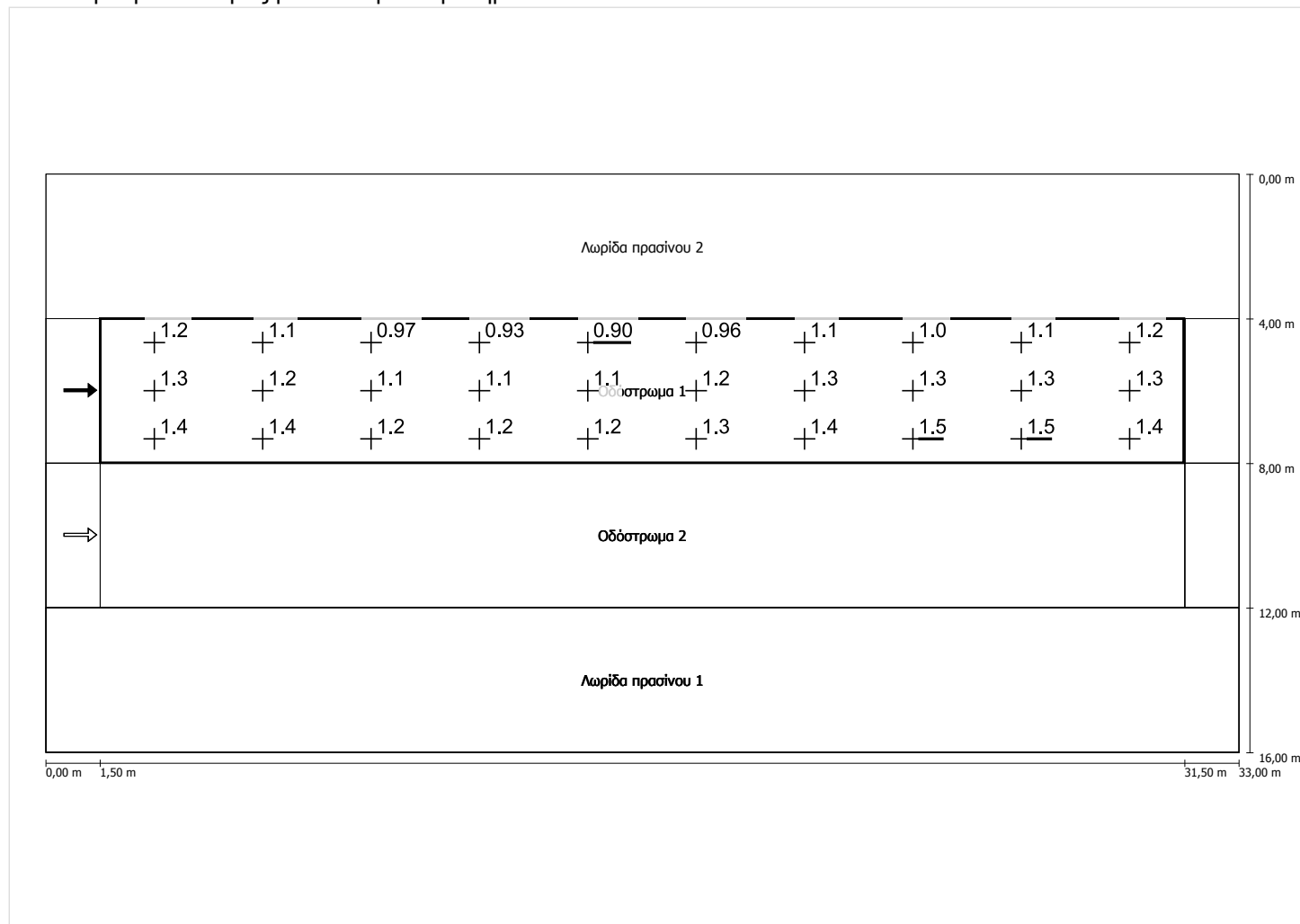
Παρατηρητής 1

Πυκνότητα φωτεινότητας σε στεγνό οδόστρωμα



Κλίμακα: 1 : 200

Πυκνότητα φωτεινότητας με καινούριο λαμπτήρα



Κλίμακα: 1 : 200

Οδόστρωμα 2 (ME4a) / Περίληψη αποτελεσμάτων

Συντελεστής συντήρησης: 0.70
Κάναβος: 10 x 3 Σημεία
Επιλεγμένη κατηγορία φωτισμού: ME4a
Αντίστοιχα στοιχεία δρόμου:

Οδόστρωμα 2	Πλάτος: 4.000 m
	Αριθμός λωρίδων κυκλοφορίας: 1
	Ασφαλοτότητας (στεγνό): CIE R3
	q0 (στεγνό): 0.070
	Ασφαλοτότητας (υγρό): Wet surface W3
	q0 (υγρό): 0.200

	Lm [cd/m²]	U0	UI	TI [%]	SR
Πραγματική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	0.78	0.91	0.90	6	1.12
Ονομαστική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.50
Εκπληρείται/δεν εκπληρείται	✓	✓	✓	✓	✓

Αντίστοιχος παρατηρητής (1):

Παρατηρητής	Θέση [m]	Lm [cd/m²]	U0	UI	TI [%]
Παρατηρητής 1	(-60, 6, 1,5)	0.78	0.91	0.90	6

Οδόστρωμα 2 (ME4a) / Πίνακας

Οριζόντια ένταση φωτισμού [lx]

7.333	19	16	13	9.87	7.81	7.81	9.88	13	16	19
6.000	16	13	9.63	7.49	6.33	6.31	7.45	9.58	13	16
4.667	14	11	8.47	6.47	5.52	5.53	6.47	8.47	11	14
m	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500

Κάναβος: 10 x 3 Σημεία

EAvg [lx]	EMin [lx]	EMax [lx]	g1	g2
11	5.52	19	0.508	0.294

Παρατηρητής 1

Πυκνότητα φωτεινότητας σε στεγνό οδόστρωμα [cd/m²]

7.333	0.82	0.82	0.75	0.74	0.74	0.77	0.81	0.88	0.89	0.85
6.000	0.84	0.82	0.77	0.76	0.76	0.78	0.79	0.79	0.82	0.85
4.667	0.77	0.75	0.72	0.71	0.72	0.72	0.72	0.73	0.75	0.79
m	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500

Κάναβος: 10 x 3 Σημεία

Πυκνότητα φωτεινότητας με καινούριο λαμπτήρα [cd/m²]

7.333	1.18	1.17	1.07	1.05	1.06	1.09	1.16	1.26	1.27	1.21
6.000	1.20	1.18	1.10	1.09	1.09	1.11	1.13	1.13	1.17	1.21
4.667	1.10	1.07	1.03	1.02	1.02	1.03	1.03	1.04	1.07	1.13
m	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500

Κάναβος: 10 x 3 Σημεία

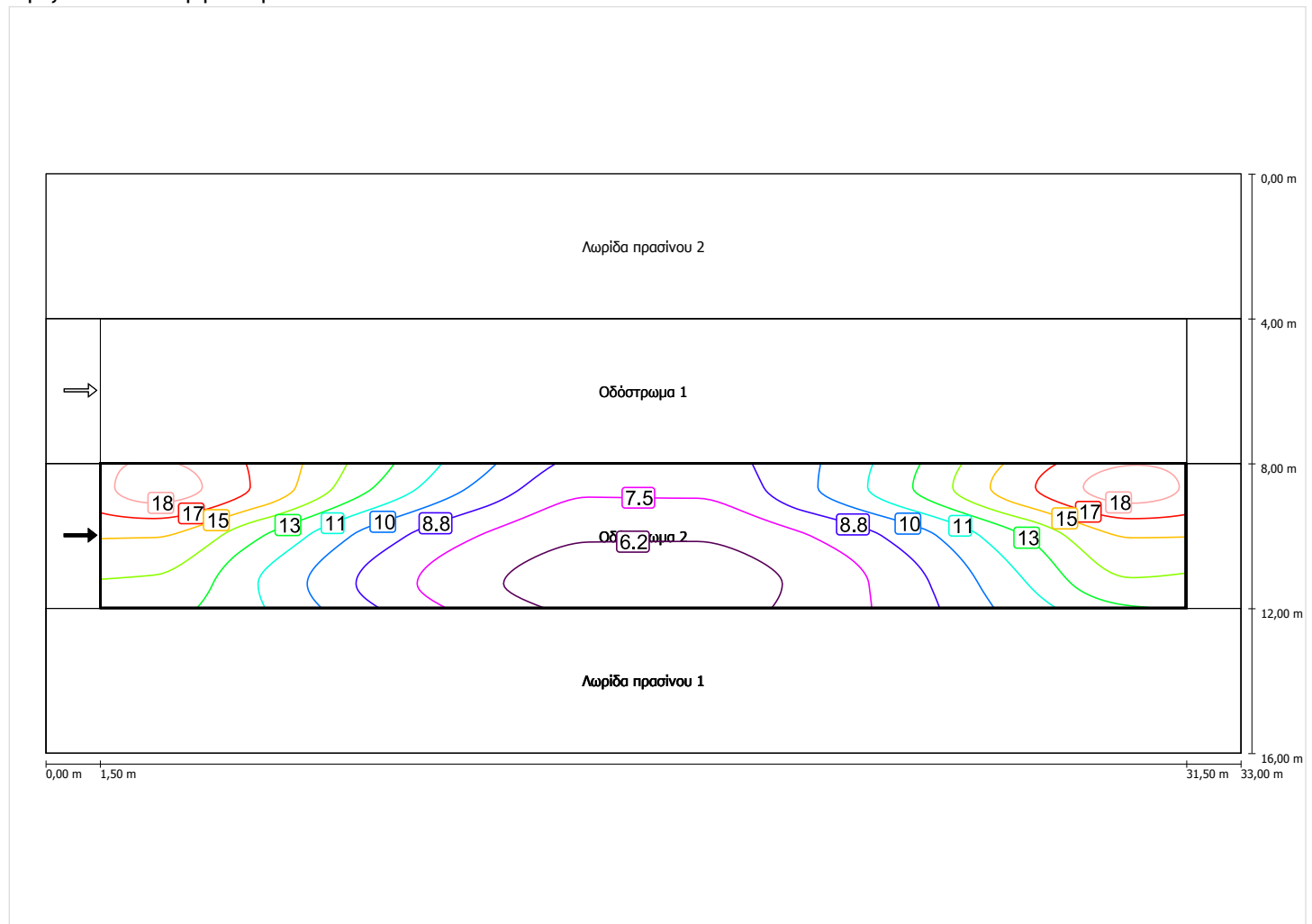
Οδόστρωμα 2 (ME4a) / Ισοδύναμες γραμμές

Συντελεστής συντήρησης: 0.70
Κάναβος: 10 x 3 Σημεία
Επιλεγμένη κατηγορία φωτισμού: ME4a
Αντίστοιχα στοιχεία δρόμου:

Οδόστρωμα 2	Πλάτος: 4.000 m
	Αριθμός λωρίδων κυκλοφορίας: 1
	Ασφαλοτότητας (στεγνός): CIE R3
	q0 (στεγνό): 0.070
	Ασφαλοτότητας (υγρός): Wet surface W3
	q0 (υγρό): 0.200

	Lm [cd/m²]	U0	UI	TI [%]	SR
Πραγματική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	0.78	0.91	0.90	6	1.12
Ονομαστική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.50
Εκπληρείται/δεν εκπληρείται	✓	✓	✓	✓	✓

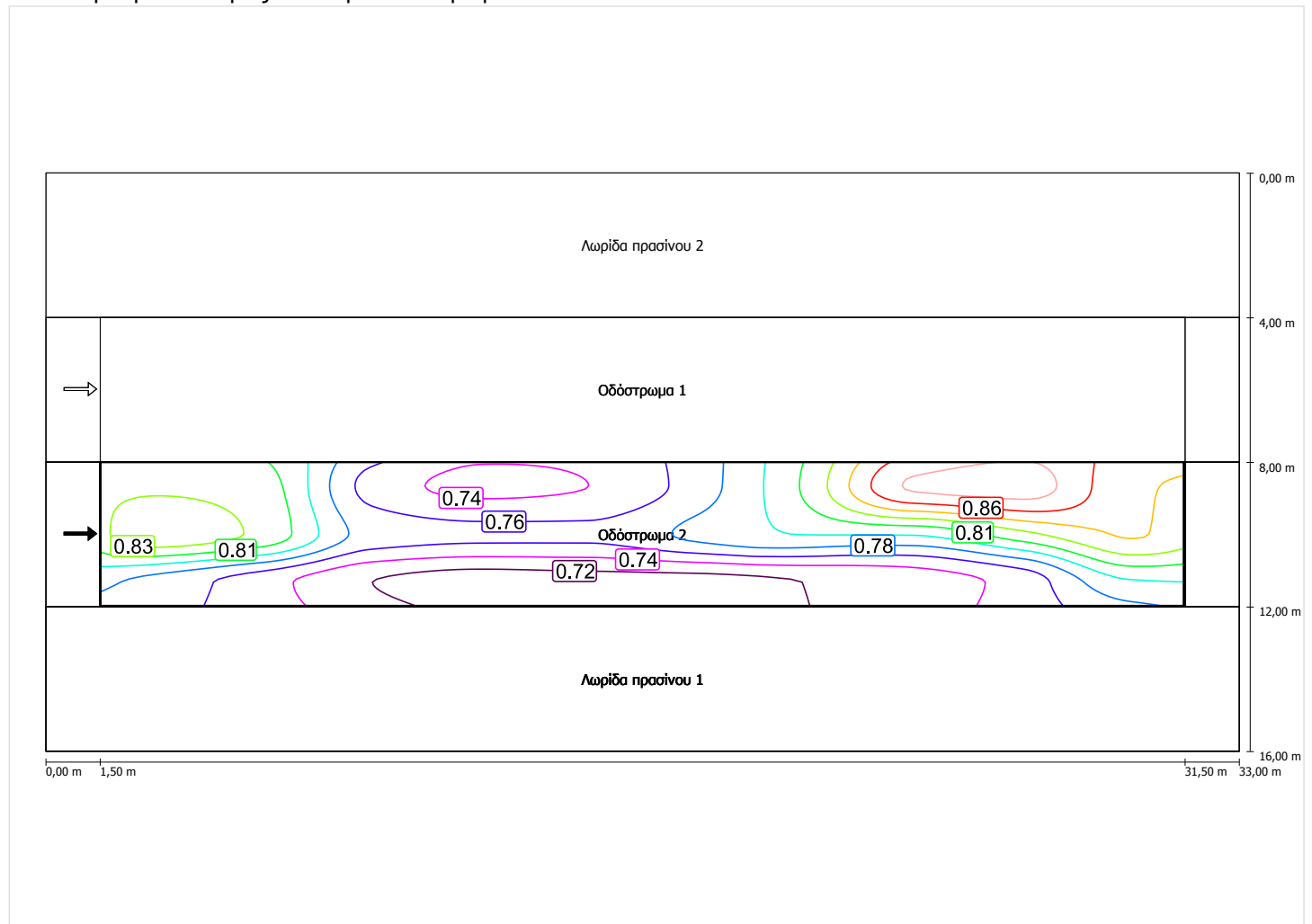
Οριζόντια ένταση φωτισμού



Κλίμακα: 1 : 200

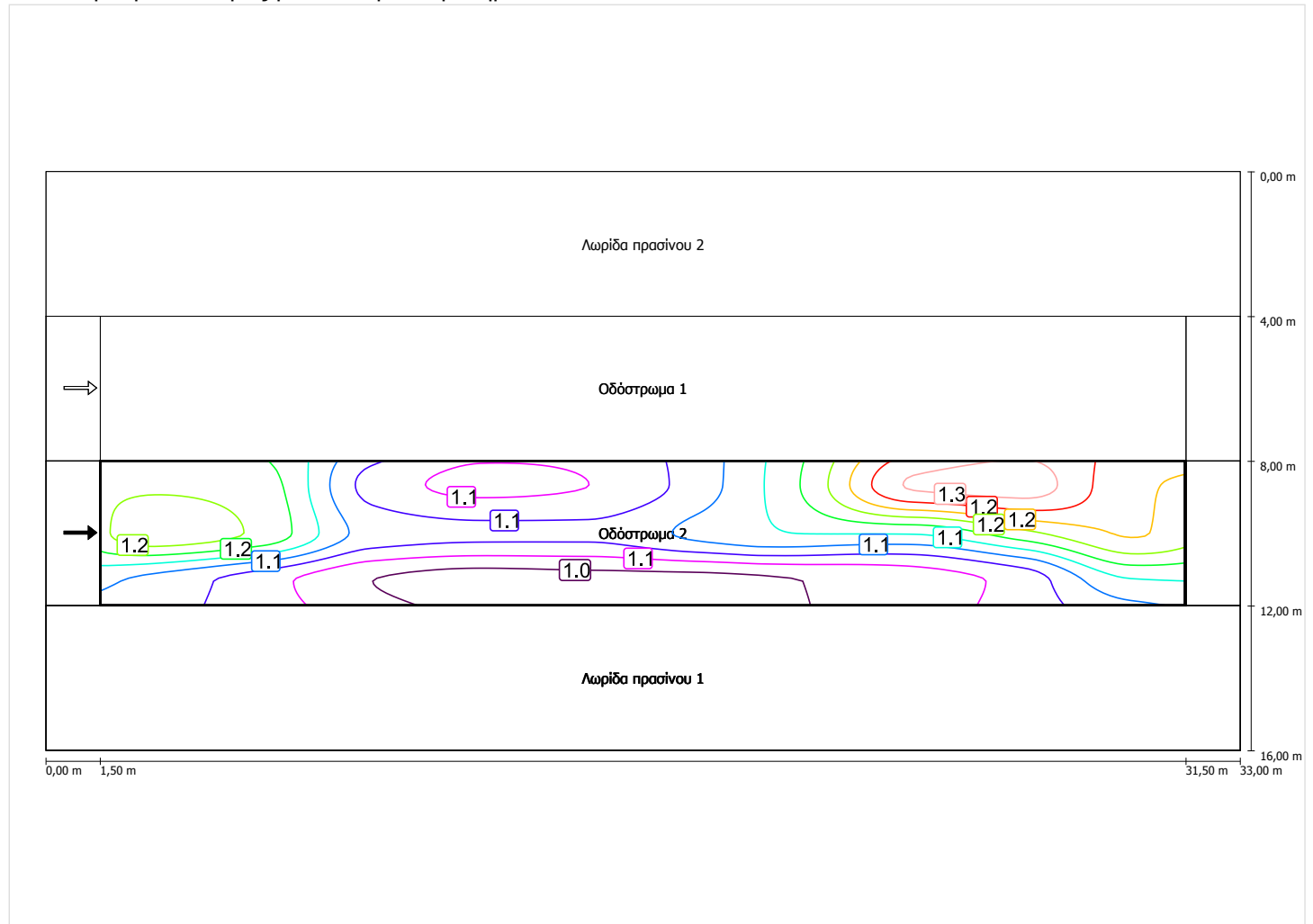
Παρατηρητής 1

Πυκνότητα φωτεινότητας σε στεγνό οδόστρωμα



Κλίμακα: 1 : 200

Πυκνότητα φωτεινότητας με καινούριο λαμπτήρα



Κλίμακα: 1 : 200

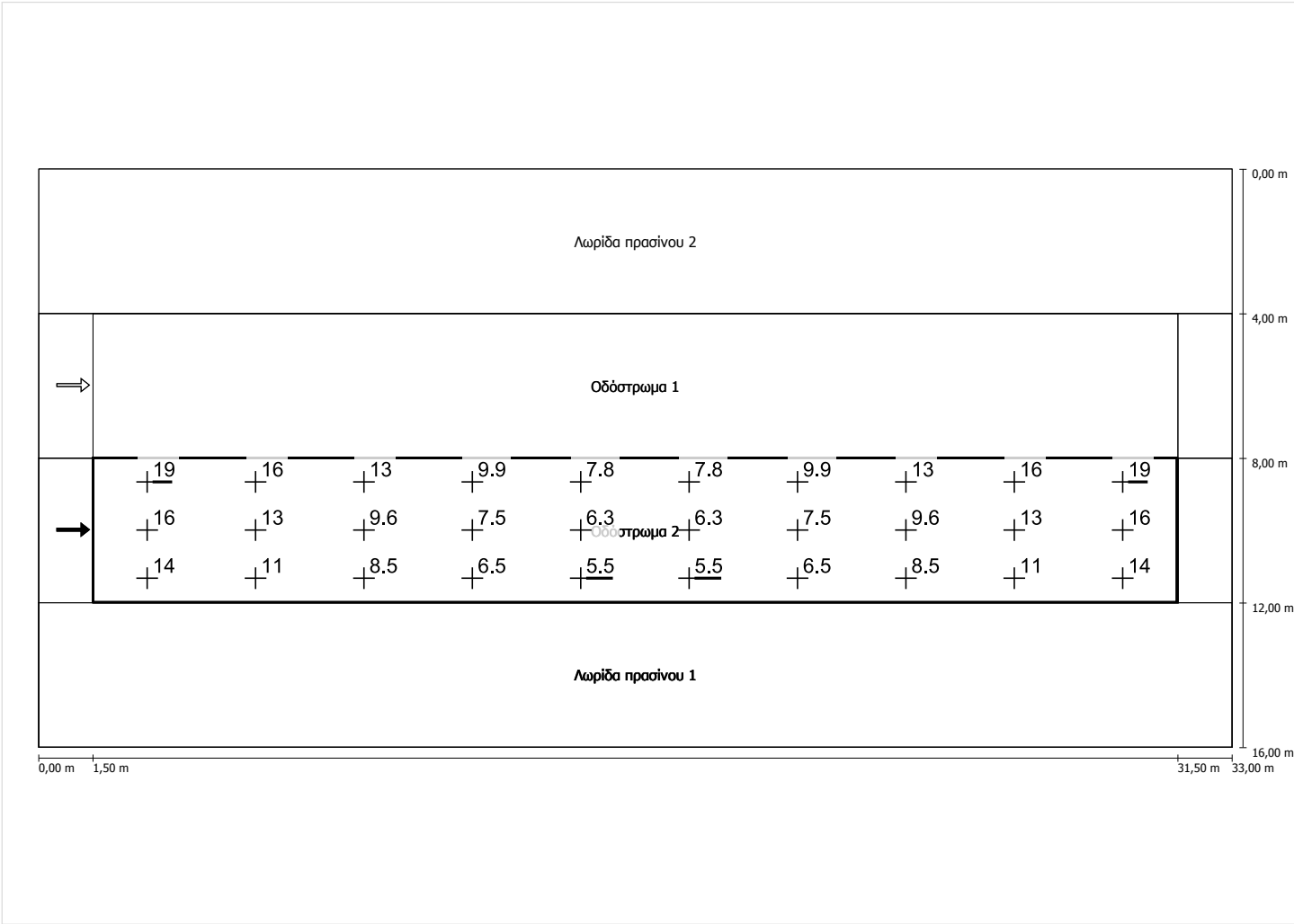
Οδόστρωμα 2 (ME4a) / Γραφική παράσταση τιμών

Συντελεστής συντήρησης: 0.70
Κάναβος: 10 x 3 Σημεία
Επιλεγμένη κατηγορία φωτισμού: ME4a
Αντίστοιχα στοιχεία δρόμου:

Οδόστρωμα 2	Πλάτος: 4.000 m
	Αριθμός λωρίδων κυκλοφορίας: 1
	Ασφατοτότητας (στεγνός): CIE R3
	q0 (στεγνό): 0.070
	Ασφατοτότητας (υγρός): Wet surface W3
	q0 (υγρό): 0.200

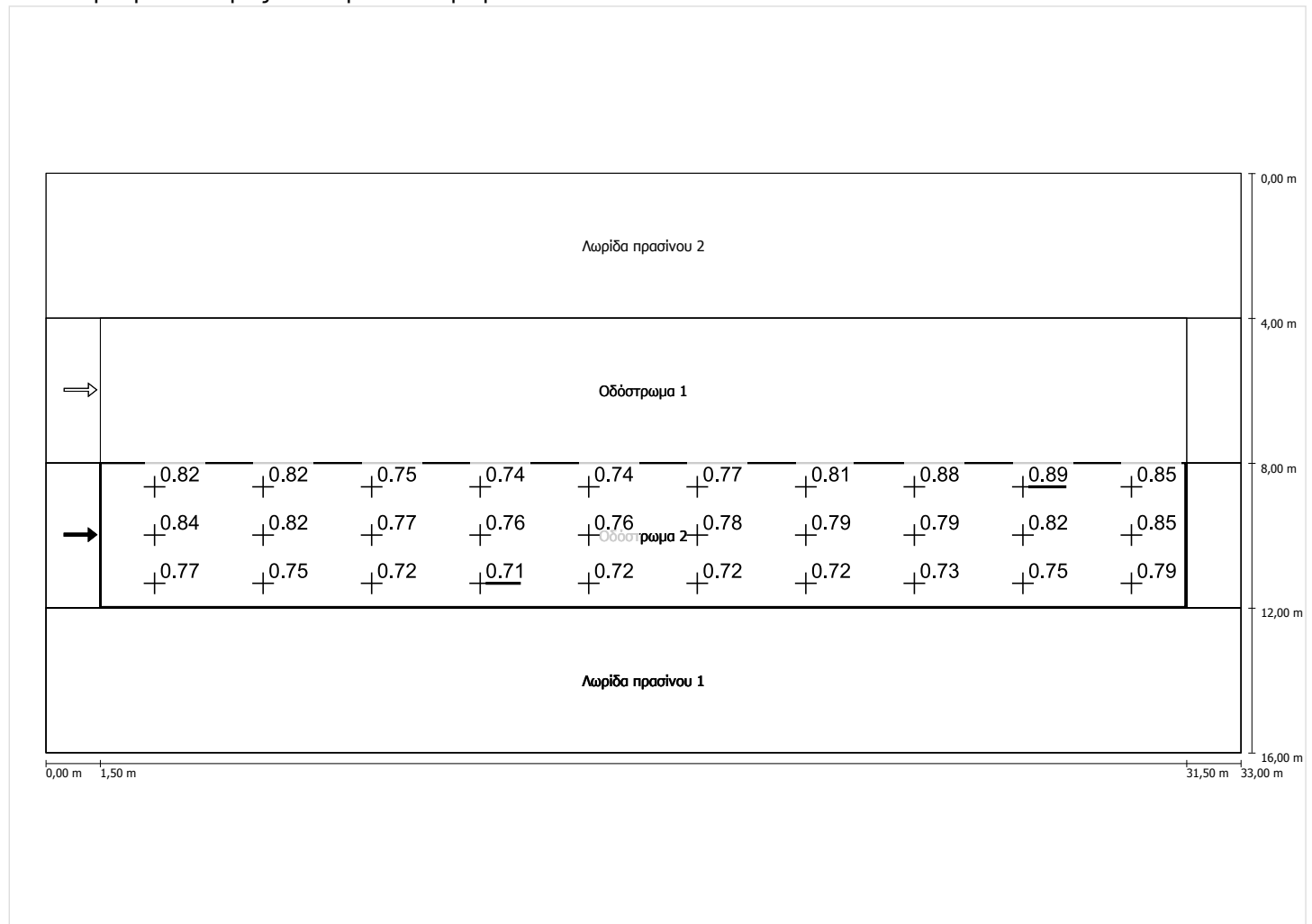
	Lm [cd/m²]	U0	UI	TI [%]	SR
Πραγματική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	0.78	0.91	0.90	6	1.12
Ονομαστική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.50
Εκπληρείται/δεν εκπληρείται	✓	✓	✓	✓	✓

Οριζόντια ένταση φωτισμού



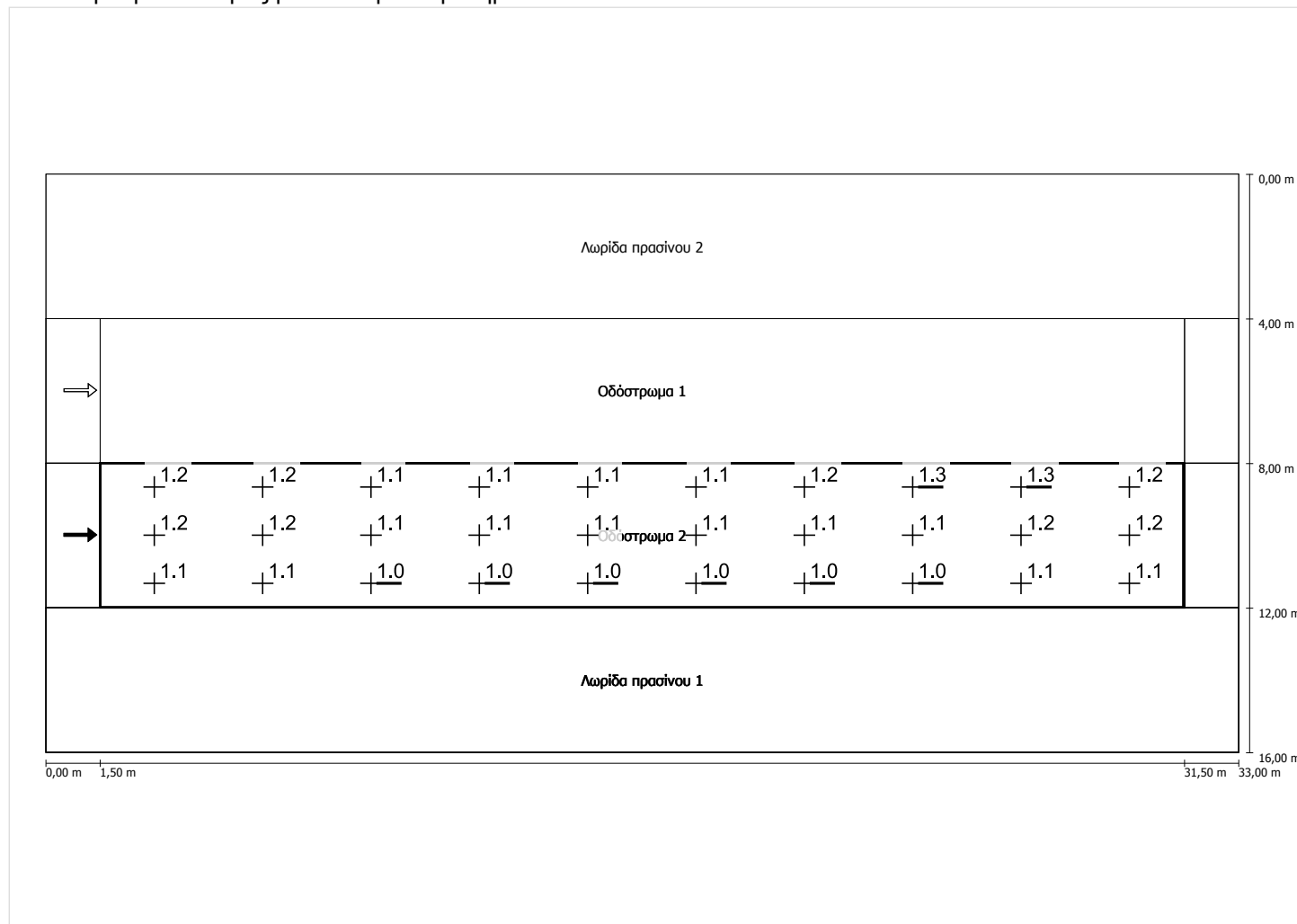
Παρατηρητής 1

Πυκνότητα φωτεινότητας σε στεγνό οδόστρωμα



Κλίμακα: 1 : 200

Πυκνότητα φωτεινότητας με καινούριο λαμπτήρα



Κλίμακα: 1 : 200

Αναλυτική Μελέτη Φωτισμού 2ου Συναρίου(SON 114 W)

Περιεχόμενα

Αναλυτική Μελέτη Φωτισμού 2ου Σεναρίου(SON 114 W)

Philips Lighting SGS501 1xSON-TPP100W 1xSON-TPP100W

Δελτίο στοιχείων φωτιστικού (1xSON-TPP100W).....3

Σχήμα δρόμου 1

Σχήμα δρόμου 1

Στοιχεία σχεδιασμού.....6

Οδόστρωμα 1 (ME4a)

Περίληψη αποτελεσμάτων..... 8

Πίνακας.....9

Ισοδύναμες γραμμές..... 10

Γραφική παράσταση τιμών.....13

Οδόστρωμα 2 (ME4a)

Περίληψη αποτελεσμάτων..... 16

Πίνακας.....17

Ισοδύναμες γραμμές..... 18

Γραφική παράσταση τιμών.....21

Philips Lighting SGS501 1xSON-TPP100W 1xSON-TPP100W / Δελτίο στοιχείων φωτιστικού (1xSON-TPP100W)

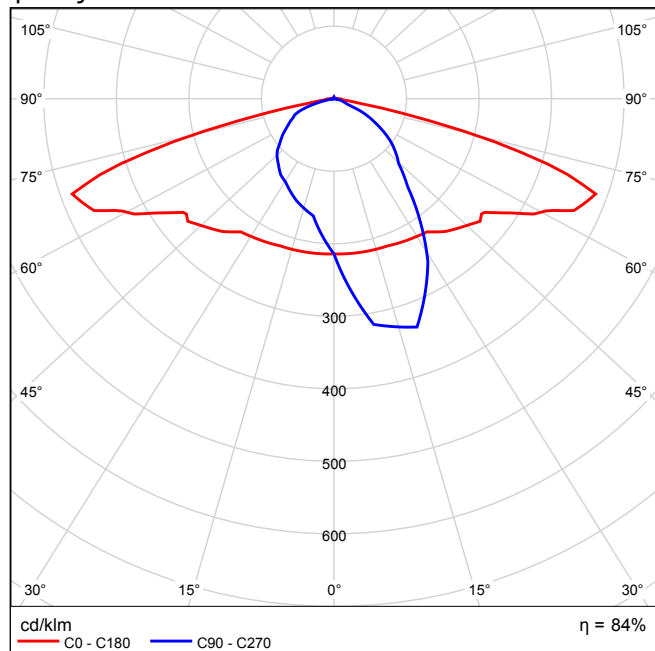
Estoril – excellent lighting for brighter and safer roads

Estoril is a range of functional luminaires designed for lighting both roadways and pavements. The range consists of two sizes: large and small. Estoril luminaires feature a robust housing, and the mirror, bowl and casing form an integrated unit. Specially designed poles and brackets are available for (angled) mounting at heights of up to 10 m. Estoril is designed to allow simple, fast installation and easy and effective maintenance.

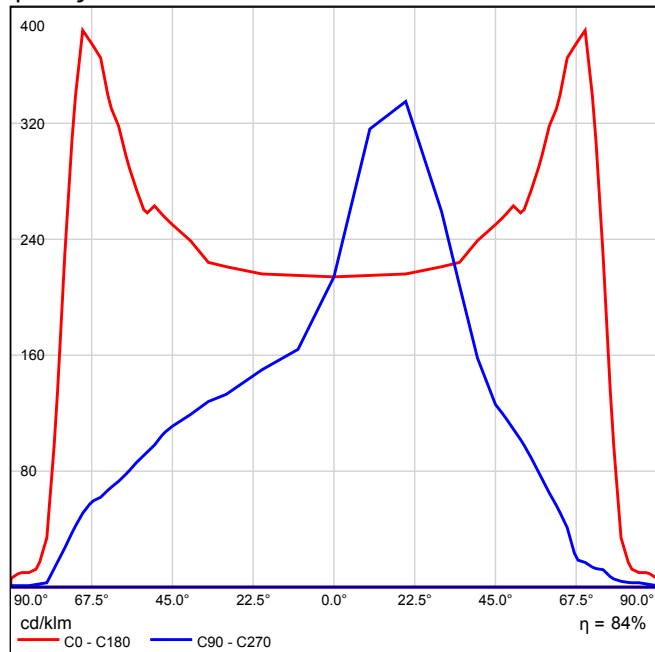


Βαθμός απόδοσης λειτουργίας: 84.21%
Φωτεινή ροή λαμπτήρα: 10700 lm
Φωτεινή ροή φωτιστικού: 9011 lm
Ισχύς: 114.0 W
Ωφέλος φωτός: 79.0 lm/W

Εκπομπή φωτός 1 / Πολικό διάγραμμα κατανομής φωτός

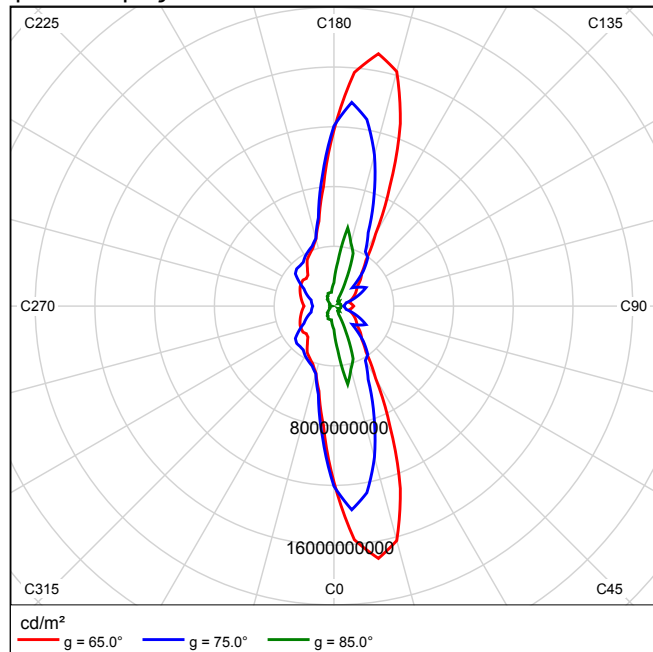


Εκπομπή φωτός 1 / Γραμμικό διάγραμμα κατανομής φωτός



Δεν δημιουργείται διάγραμμα κώνου επειδή η κατανομή φωτός δεν είναι συμμετρική.

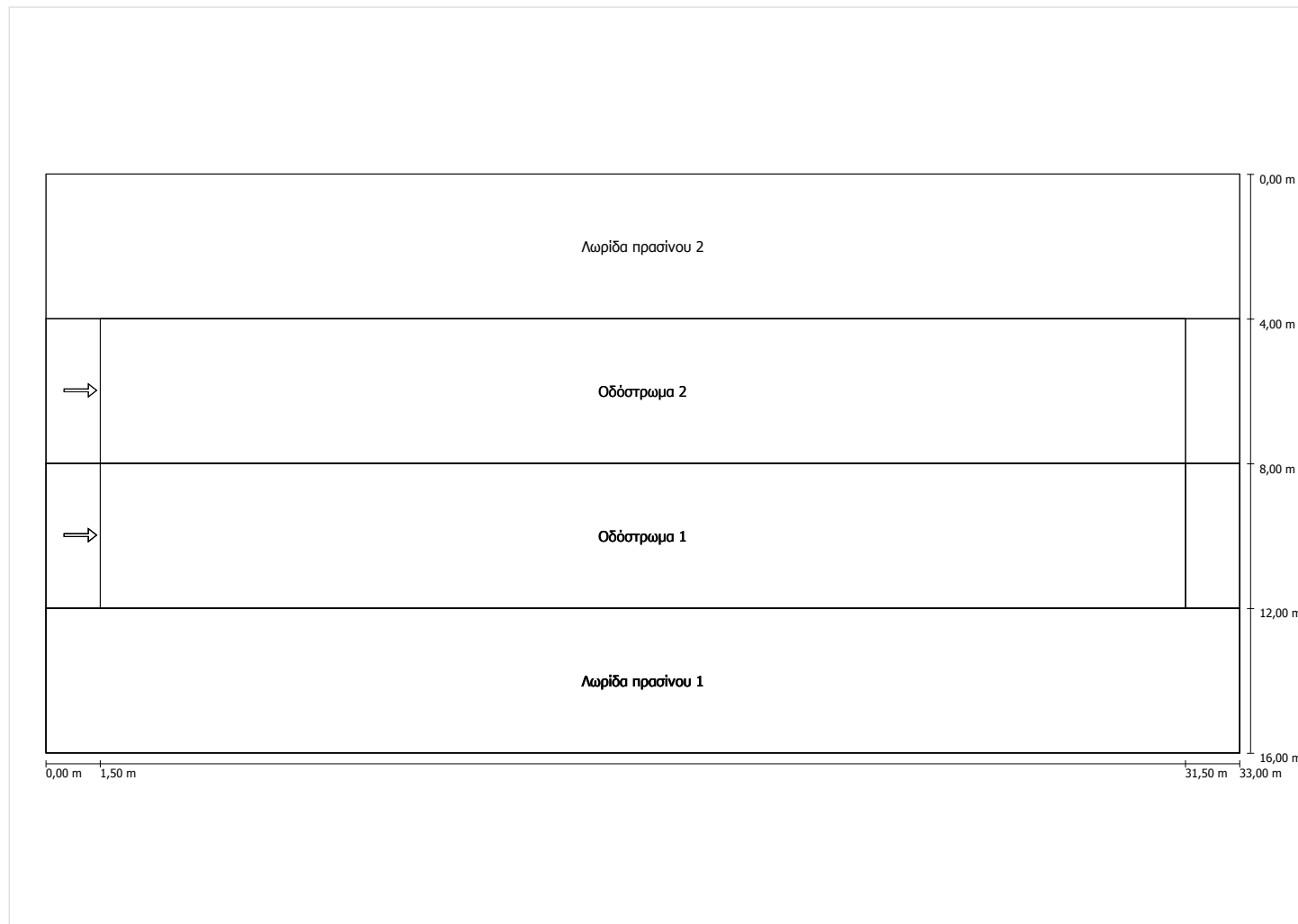
Εκπομπή φωτός 1 / Διάγραμμα πυκνότητας φωτεινότητας



Σχήμα δρόμου 1 / Στοιχεία σχεδιασμού

Σχεδιασμός κατά EN 13201

Προφίλ δρόμου



Κλίμακα: 1 : 100

Λωρίδα πρασίνου 2

Πλάτος: 4.000 m

Οδόστρωμα 2

Πλάτος: 4.000 m

Αριθμός λωρίδων κυκλοφορίας: 1

Ασφαλτοτάπητας (στεγνός): CIE R3

q0 (στεγνό): 0.070

Ασφαλτοτάπητας (υγρός): Wet surface W3

q0 (υγρό): 0.200

Οδόστρωμα 1

Πλάτος: 4.000 m

Αριθμός λωρίδων κυκλοφορίας: 1

Ασφαλτοτάπητας (στεγνός): CIE R3

q0 (στεγνό): 0.070

Ασφαλτοτάπητας (υγρός): Wet surface W3

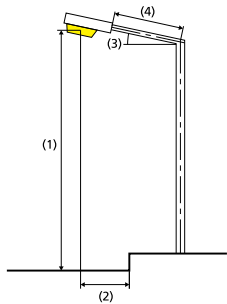
q0 (υγρό): 0.200

Λωρίδα πρασίνου 1

Πλάτος: 4.000 m

Συντελεστής συντήρησης: 0.70

Διατάξεις φωτιστικών



Φωτιστικό:	Philips Lighting SGS501 1xSON-TPP100W	ULR:	0.01
Φωτεινή ροή (φωτιστικό):	9010.57 lm	ULOR:	0.00
Φωτεινή ροή (λαμπτήρας):	10700.00 lm	W/km:	3762.00
Ισχύς φωτιστικού:	114.0 W	Μέγιστες τιμές της έντασης φωτός	
Διάταξη:	μονόπλευρα κάτω	στις 70°:	499 cd/klm
Απόσταση ιστών (κολόνες):	30.000 m	στις 80°:	102 cd/klm
Κλίση βραχίονα (3):	10.0 °	στις 90°:	19 cd/klm
Μήκος βραχίονα (4):	0.000 m	Κάθε φορά σε όλες τις κατευθύνσεις, που σχηματίζουν τη	
Ύψος σημείου φωτός (1):	12.000 m	δεδομένη γωνία με την κάτω κάθετο σε εγκαταστημένα	
Προεξοχή φωτεινών σημείων (2):	0.500 m	φωτιστικά που λειτουργούν.	
		Η διάταξη εκπληρεί την κατηγορία δείκτη τύφλωσης D.6	

Οδόστρωμα 1 (ME4a) / Περίληψη αποτελεσμάτων

Συντελεστής συντήρησης: 0.70
Κάναβος: 10 x 3 Σημεία
Επιλεγμένη κατηγορία φωτισμού: ME4a
Αντίστοιχα στοιχεία δρόμου:

Οδόστρωμα 1	Πλάτος: 4.000 m
	Αριθμός λωρίδων κυκλοφορίας: 1
	Ασφαλοτόπησης (στεγνό): CIE R3
	q0 (στεγνό): 0.070
	Ασφαλοτόπησης (υγρό): Wet surface W3
	q0 (υγρό): 0.200

	Lm [cd/m²]	U0	UI	TI [%]	SR
Πραγματική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	0.75	0.77	0.81	6	1.06
Ονομαστική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.50
Εκπληρείται/δεν εκπληρείται	✓	✓	✓	✓	✓

Αντίστοιχος παρατηρητής (1):

Παρατηρητής	Θέση [m]	Lm [cd/m²]	U0	UI	TI [%]
Παρατηρητής 1	(-60, 6, 1,5)	0.75	0.77	0.81	6

Οδόστρωμα 1 (ME4a) / Πίνακας

Οριζόντια ένταση φωτισμού [lx]

7.333	14	12	10	9.05	8.08	8.13	9.10	10	12	14
6.000	12	10	8.10	6.94	6.14	6.11	6.92	8.10	10	12
4.667	9.68	8.47	6.93	5.45	4.53	4.48	5.46	6.93	8.49	9.70
m	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500

Κάναβος: 10 x 3 Σημεία

EAvg [lx]	EMin [lx]	EMax [lx]	g1	g2
8.77	4.48	14	0.511	0.316

Παρατηρητής 1

Πυκνότητα φωτεινότητας σε στεγνό οδόστρωμα [cd/m²]

7.333	0.84	0.80	0.74	0.74	0.72	0.74	0.76	0.78	0.82	0.85
6.000	0.86	0.84	0.77	0.73	0.71	0.73	0.77	0.80	0.86	0.89
4.667	0.74	0.71	0.67	0.62	0.58	0.58	0.66	0.72	0.77	0.79
m	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500

Κάναβος: 10 x 3 Σημεία

Πυκνότητα φωτεινότητας με καινούριο λαμπτήρα [cd/m²]

7.333	1.20	1.15	1.05	1.05	1.02	1.06	1.09	1.11	1.17	1.22
6.000	1.23	1.20	1.10	1.05	1.02	1.05	1.09	1.14	1.22	1.26
4.667	1.05	1.02	0.95	0.89	0.83	0.83	0.94	1.03	1.10	1.12
m	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500

Κάναβος: 10 x 3 Σημεία

Οδόστρωμα 1 (ME4a) / Ισοδύναμες γραμμές

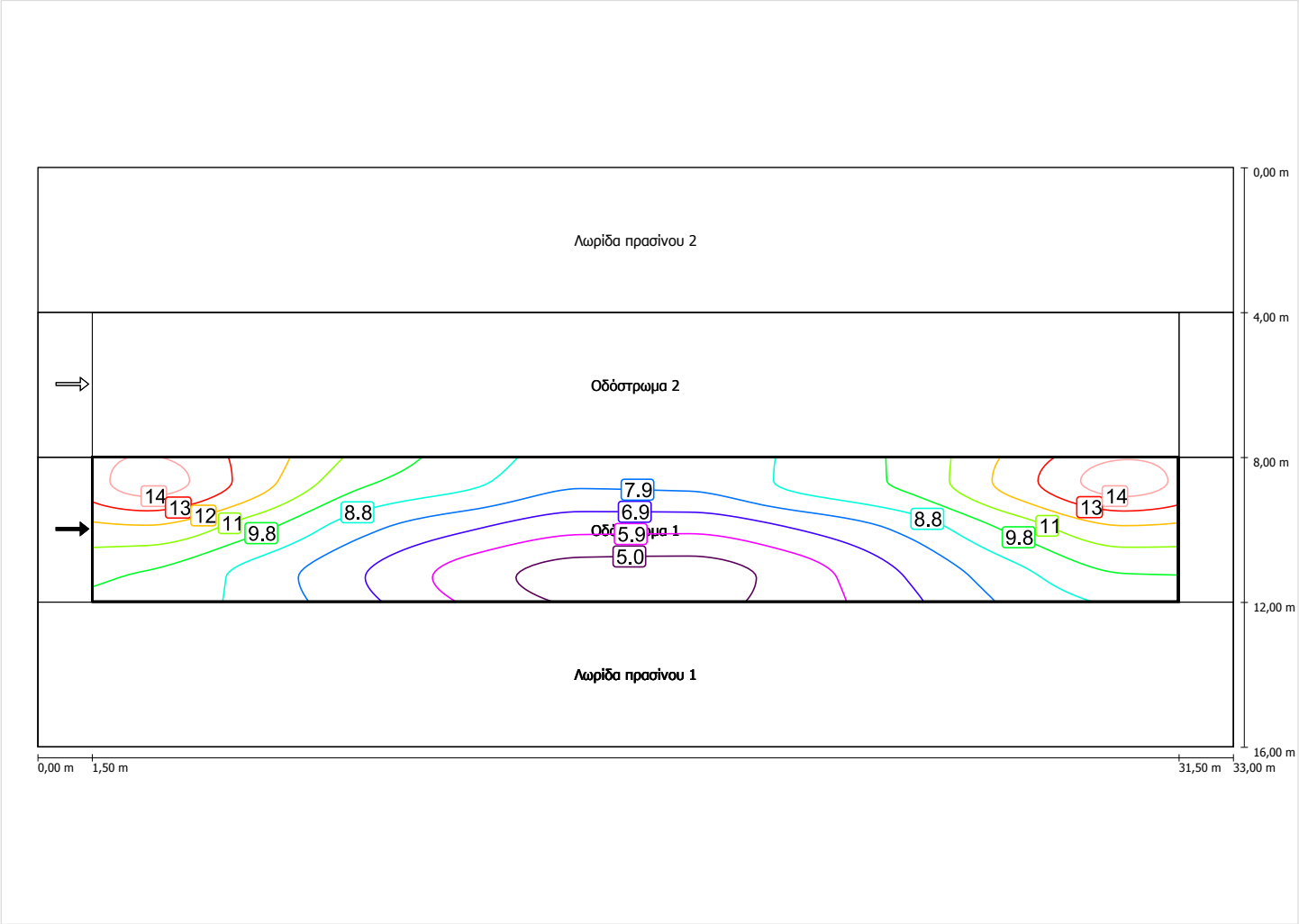
Συντελεστής συντήρησης: 0.70
Κάνναβος: 10 x 3 Σημεία
Επιλεγμένη κατηγορία φωτισμού: ME4a
Αντίστοιχα στοιχεία δρόμου:

Οδόστρωμα 1

Πλάτος: 4.000 m
Αριθμός λωρίδων κυκλοφορίας: 1
Ασφαλτοτάπητας (στεγνός): CIE R3
q0 (στεγνό): 0.070
Ασφαλτοτάπητας (υγρός): Wet surface W3
q0 (υγρό): 0.200

	Lm [cd/m²]	U0	UI	TI [%]	SR
Πραγματική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	0.75	0.77	0.81	6	1.06
Ονομαστική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.50
Εκπληρείται/δεν εκπληρείται	✓	✓	✓	✓	✓

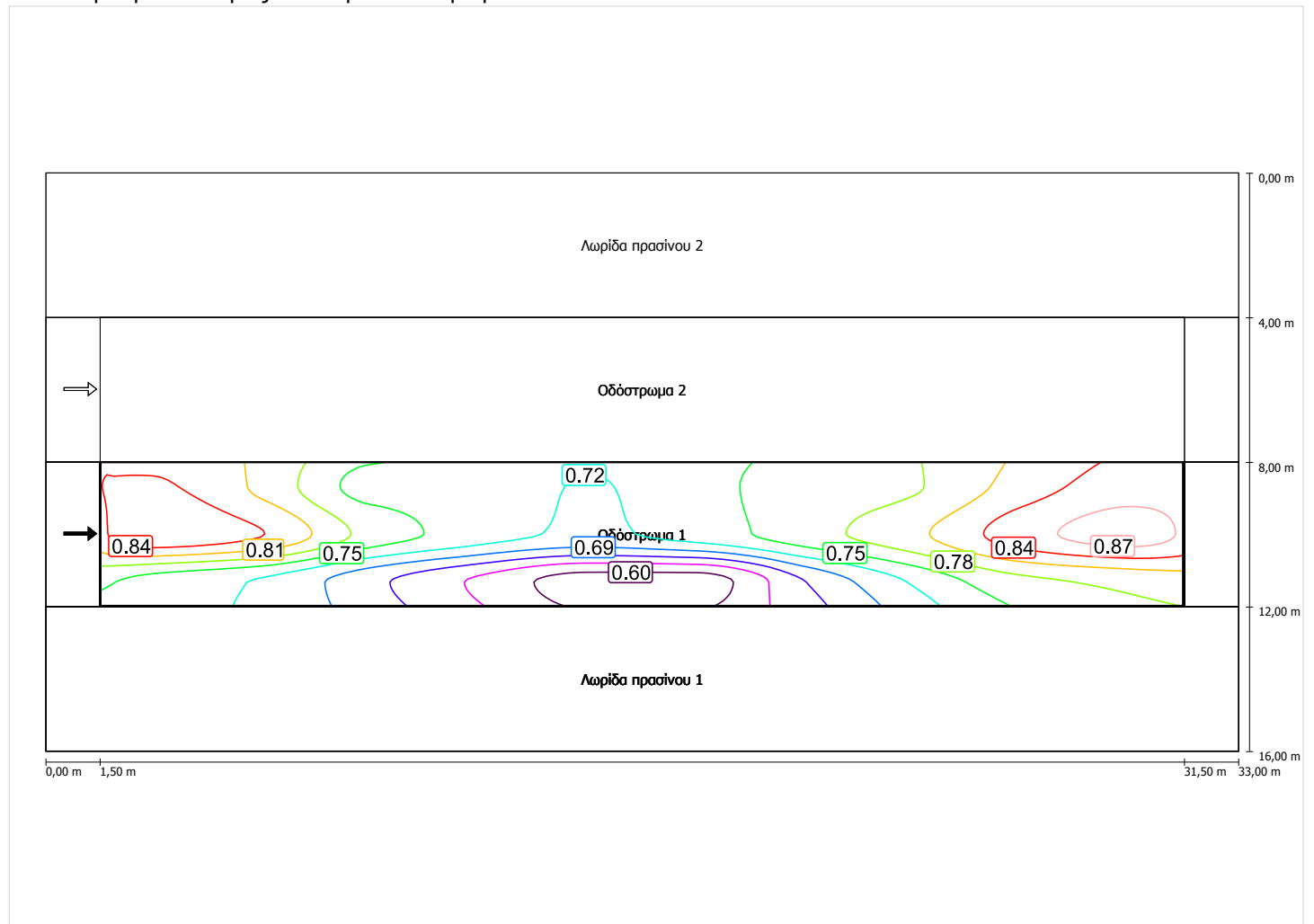
Οριζόντια ένταση φωτισμού



Κλίμακα: 1 : 200

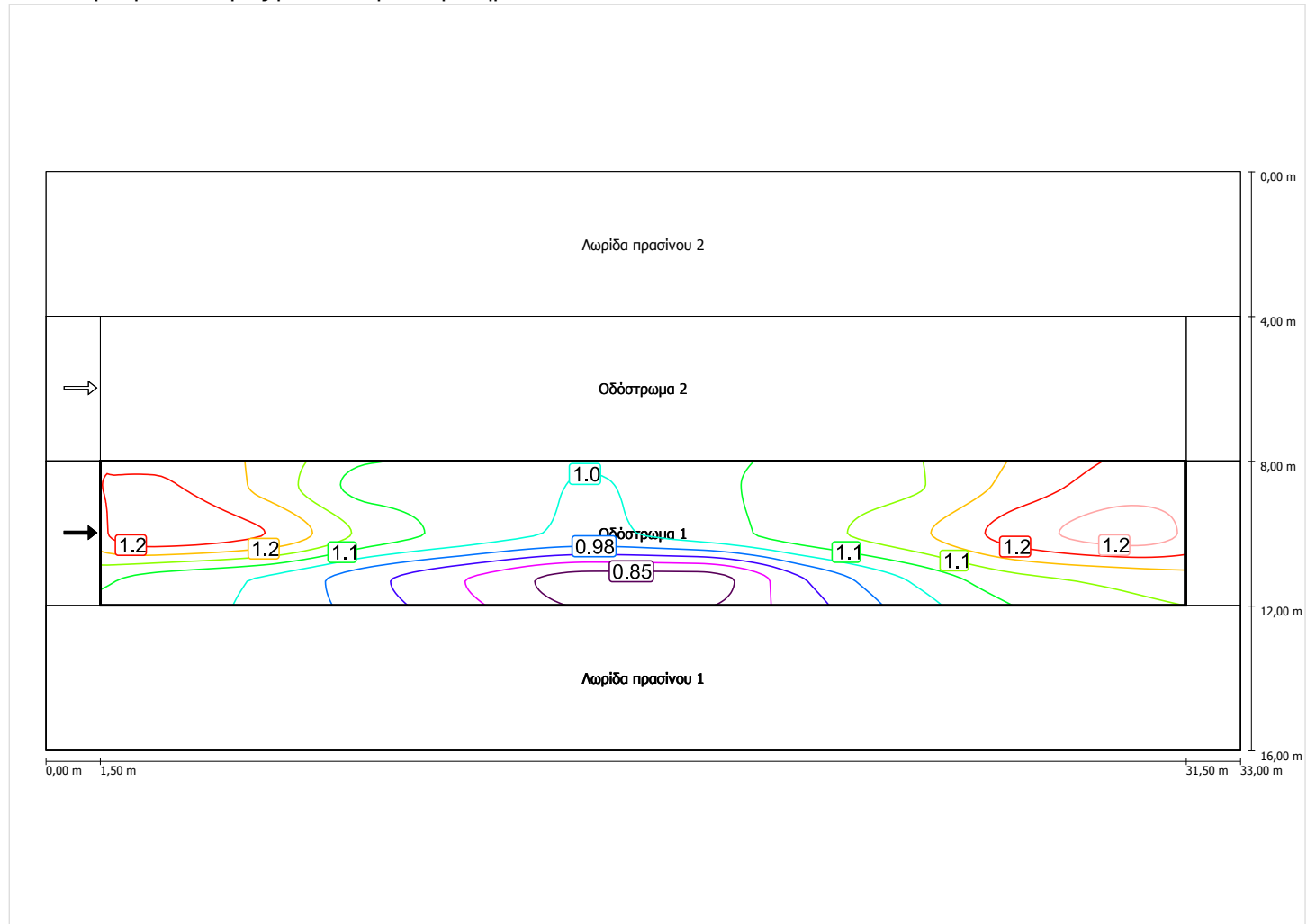
Παρατηρητής 1

Πυκνότητα φωτεινότητας σε στεγνό οδόστρωμα



Κλίμακα: 1 : 200

Πυκνότητα φωτεινότητας με καινούριο λαμπτήρα



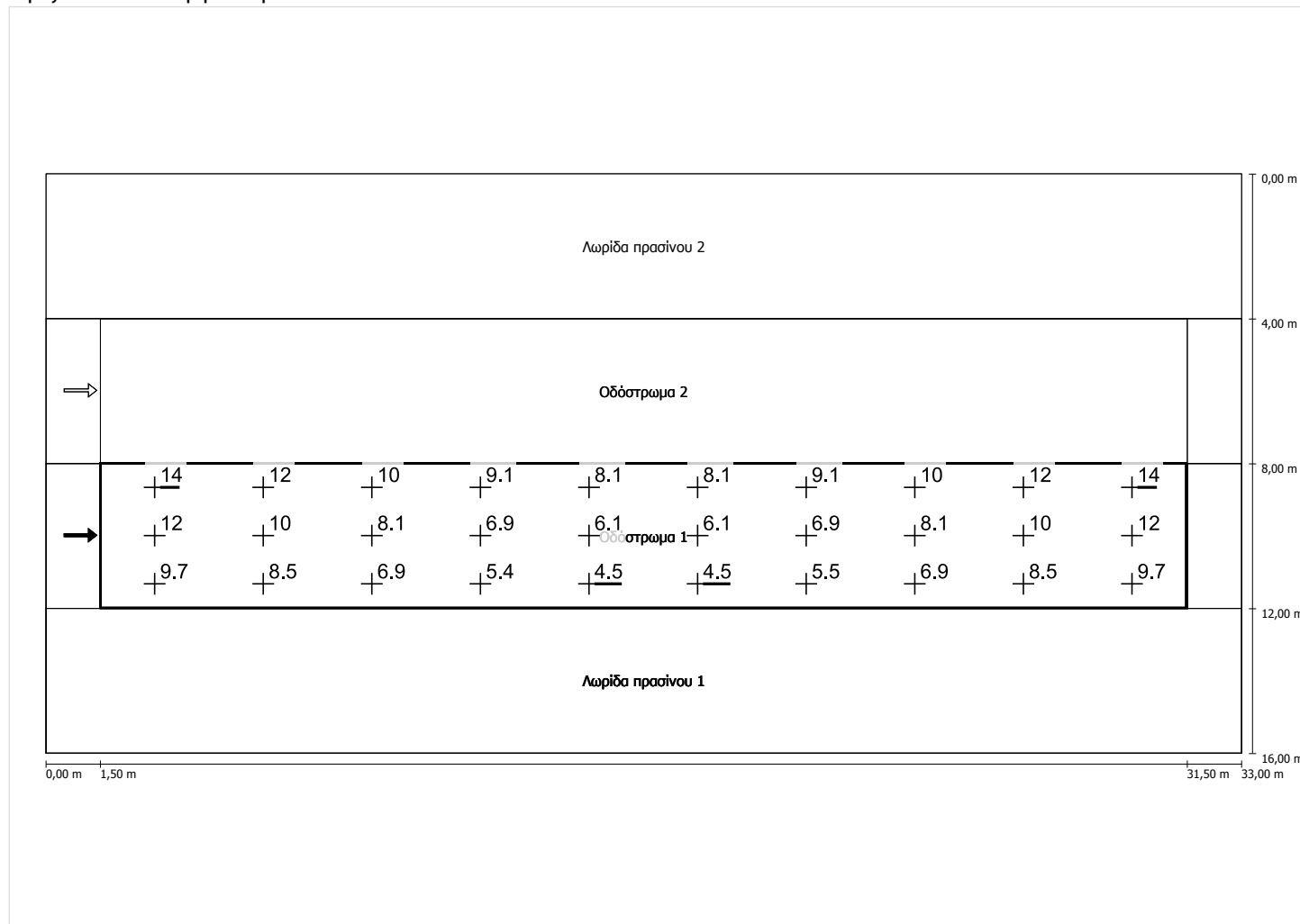
Οδόστρωμα 1 (ME4a) / Γραφική παράσταση τιμών

Συντελεστής συντήρησης: 0.70
Κάναβος: 10 x 3 Σημεία
Επιλεγμένη κατηγορία φωτισμού: ME4a
Αντίστοιχα στοιχεία δρόμου:

Οδόστρωμα 1	Πλάτος: 4.000 m
	Αριθμός λωρίδων κυκλοφορίας: 1
	Ασφαλοτότητας (στεγνό): CIE R3
	q0 (στεγνό): 0.070
	Ασφαλοτότητας (υγρό): Wet surface W3
	q0 (υγρό): 0.200

	Lm [cd/m²]	U0	UI	TI [%]	SR
Πραγματική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	0.75	0.77	0.81	6	1.06
Ονομαστική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.50
Εκπληρείται/δεν εκπληρείται	✓	✓	✓	✓	✓

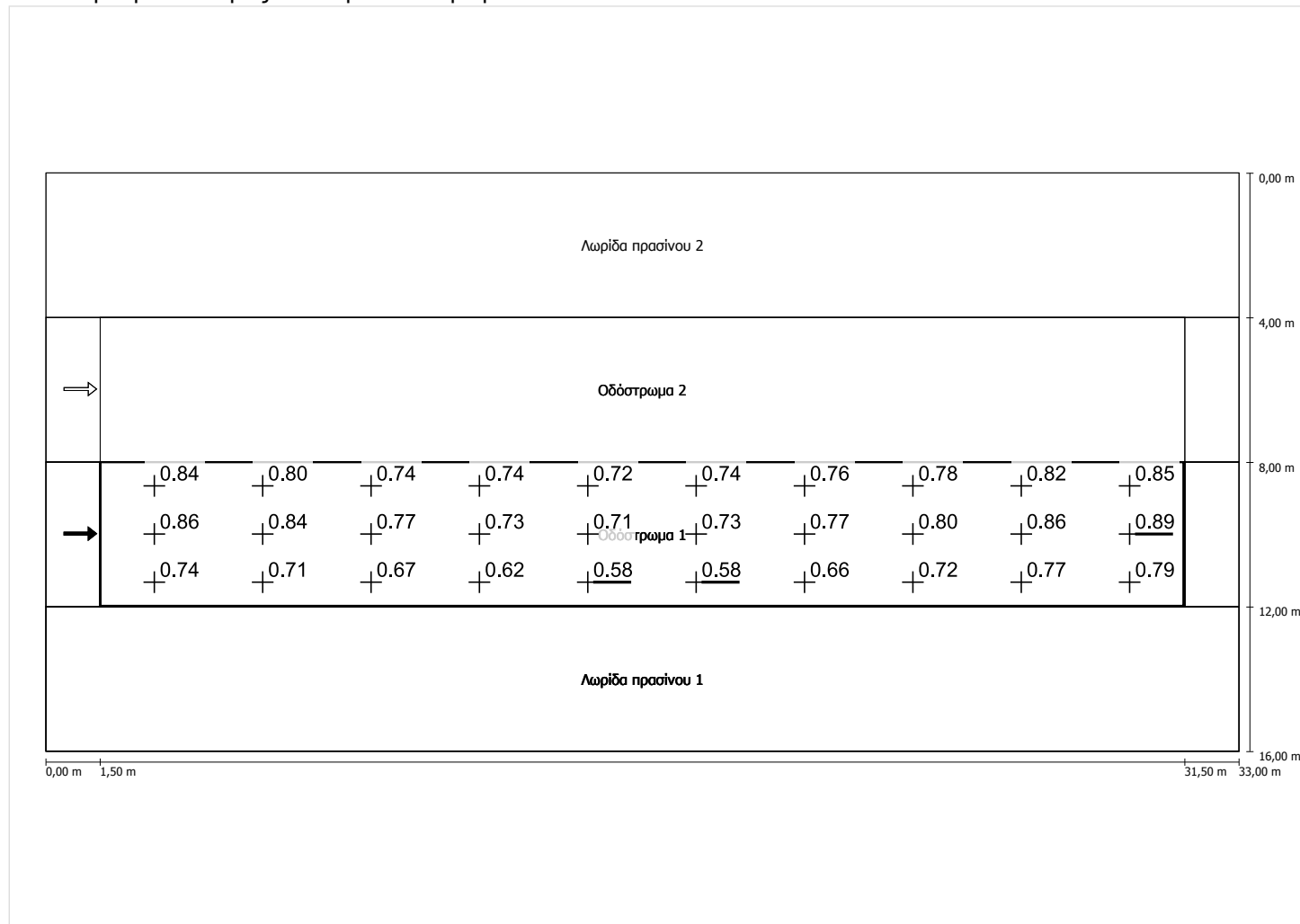
Οριζόντια ένταση φωτισμού



Κλίμακα: 1 : 200

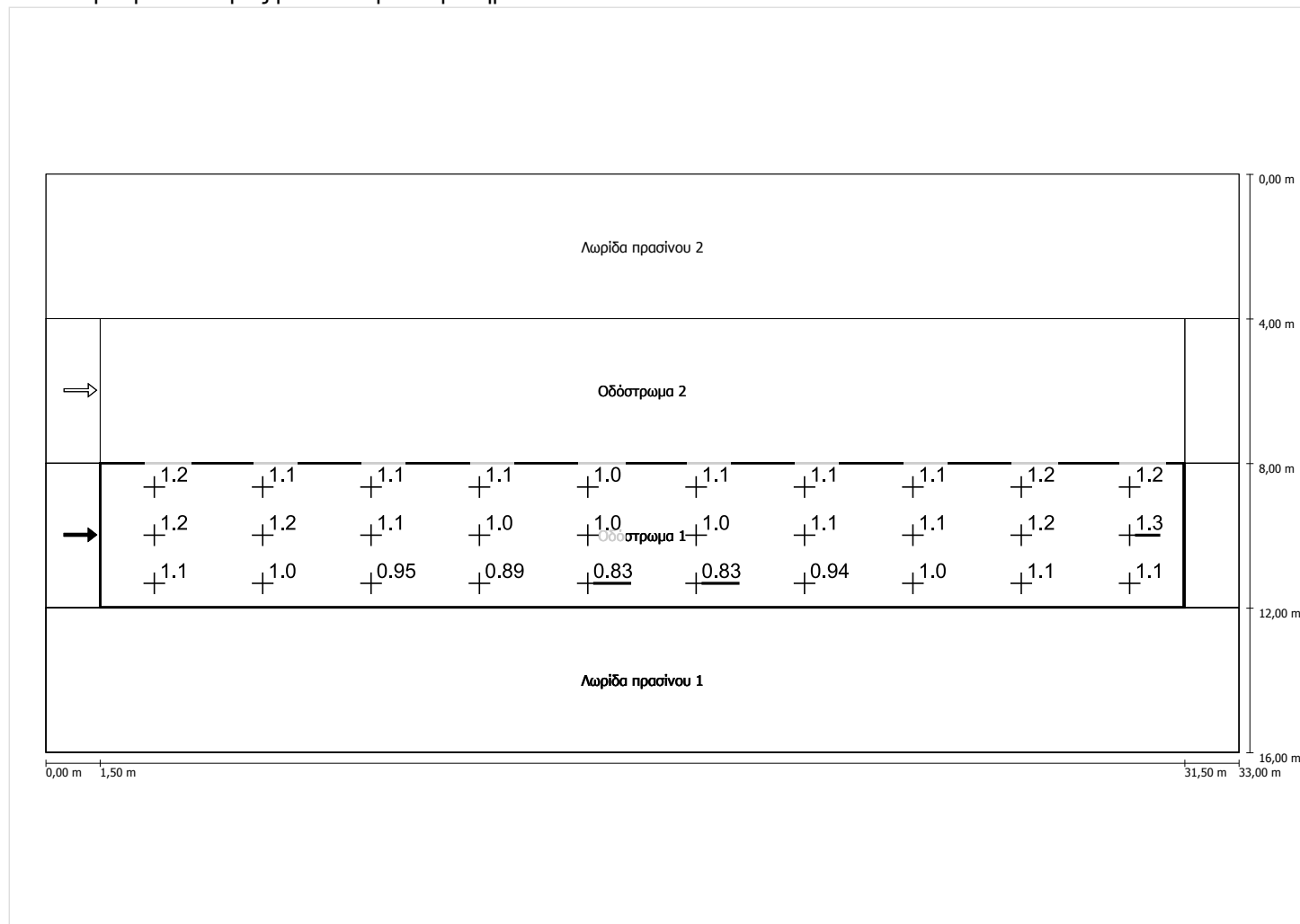
Παρατηρητής 1

Πυκνότητα φωτεινότητας σε στεγνό οδόστρωμα



Κλίμακα: 1 : 200

Πυκνότητα φωτεινότητας με καινούριο λαμπτήρα



Κλίμακα: 1 : 200

Οδόστρωμα 2 (ME4a) / Περίληψη αποτελεσμάτων

Συντελεστής συντήρησης: 0.70
Κάναβος: 10 x 3 Σημεία
Επιλεγμένη κατηγορία φωτισμού: ME4a
Αντίστοιχα στοιχεία δρόμου:

Οδόστρωμα 2	Πλάτος: 4.000 m
	Αριθμός λωρίδων κυκλοφορίας: 1
	Ασφαλοτόπησης (στεγνός): CIE R3
	q0 (στεγνό): 0.070
	Ασφαλοτόπησης (υγρός): Wet surface W3
	q0 (υγρό): 0.200

	Lm [cd/m²]	U0	UI	TI [%]	SR
Πραγματική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	0.76	0.77	0.91	7	0.80
Ονομαστική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.50
Εκπληρείται/δεν εκπληρείται	✓	✓	✓	✓	✓

Αντίστοιχος παρατηρητής (1):

Παρατηρητής	Θέση [m]	Lm [cd/m²]	U0	UI	TI [%]
Παρατηρητής 1	(-60, 10, 1,5)	0.76	0.77	0.91	7

Οδόστρωμα 2 (ME4a) / Πίνακας

Οριζόντια ένταση φωτισμού [lx]

11.333	13	12	11	12	11	11	12	11	12	13
10.000	15	13	12	12	11	11	12	12	13	15
8.667	16	14	12	11	9.99	10.00	11	12	14	16
m	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500

Κάναβος: 10 x 3 Σημεία

EAvg [lx]	EMin [lx]	EMax [lx]	g1	g2
12	9.99	16	0.814	0.641

Παρατηρητής 1

Πυκνότητα φωτεινότητας σε στεγνό οδόστρωμα [cd/m²]

11.333	0.64	0.61	0.61	0.63	0.67	0.67	0.67	0.61	0.58	0.64
10.000	0.77	0.75	0.73	0.76	0.78	0.78	0.80	0.76	0.74	0.76
8.667	0.96	0.92	0.85	0.85	0.84	0.86	0.86	0.86	0.90	0.93
m	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500

Κάναβος: 10 x 3 Σημεία

Πυκνότητα φωτεινότητας με καινούριο λαμπτήρα [cd/m²]

11.333	0.92	0.87	0.87	0.90	0.96	0.95	0.95	0.87	0.83	0.91
10.000	1.09	1.06	1.04	1.08	1.11	1.12	1.14	1.08	1.06	1.09
8.667	1.38	1.32	1.21	1.22	1.21	1.23	1.23	1.23	1.29	1.33
m	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500

Κάναβος: 10 x 3 Σημεία

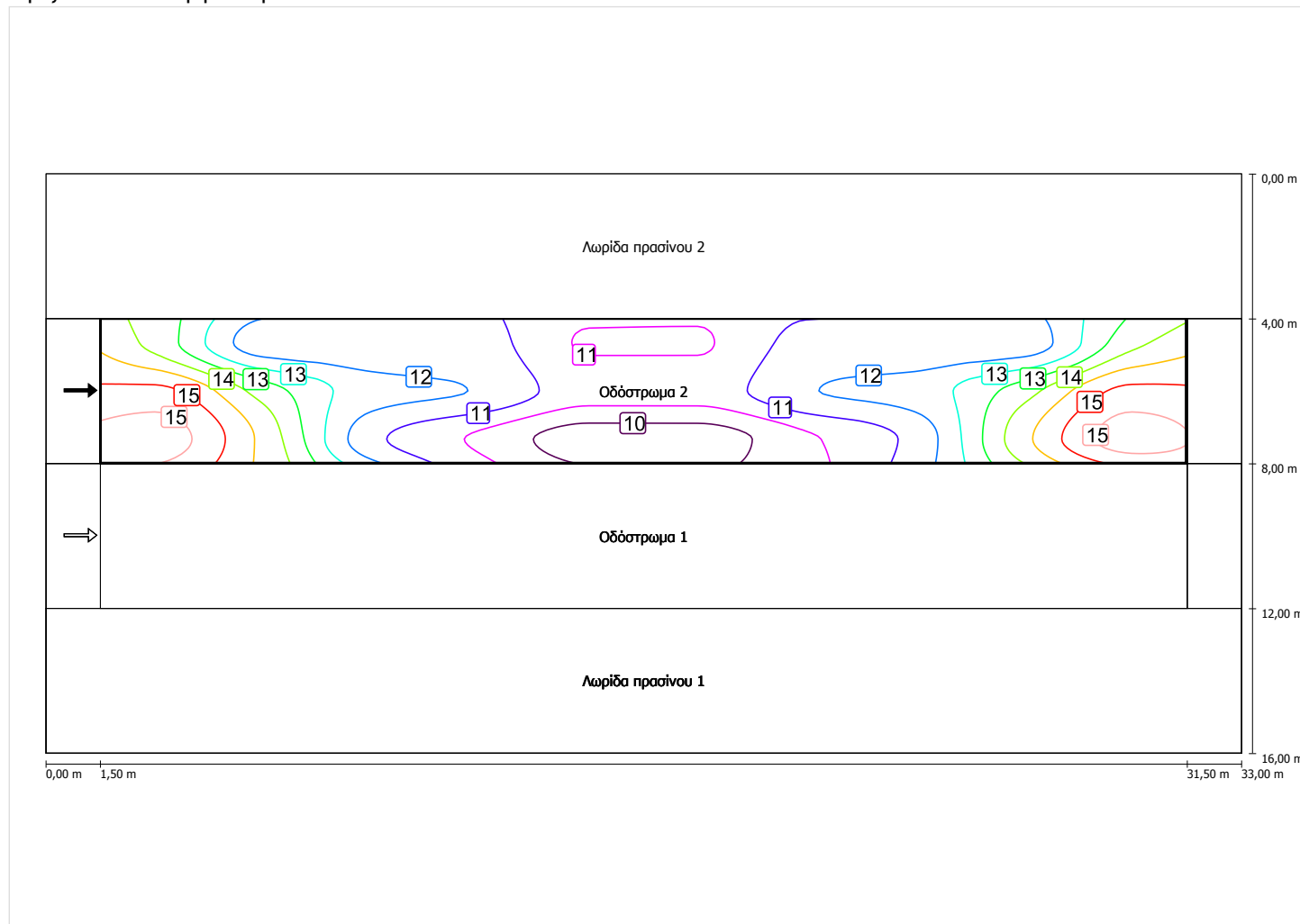
Οδόστρωμα 2 (ME4a) / Ισοδύναμες γραμμές

Συντελεστής συντήρησης: 0.70
Κάναβος: 10 x 3 Σημεία
Επιλεγμένη κατηγορία φωτισμού: ME4a
Αντίστοιχα στοιχεία δρόμου:

Οδόστρωμα 2	Πλάτος: 4.000 m
	Αριθμός λωρίδων κυκλοφορίας: 1
	Ασφαλοτότητας (στεγνός): CIE R3
	q0 (στεγνό): 0.070
	Ασφαλοτότητας (υγρός): Wet surface W3
	q0 (υγρό): 0.200

	Lm [cd/m²]	U0	UI	TI [%]	SR
Πραγματική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	0.76	0.77	0.91	7	0.80
Ονομαστική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.50
Εκπληρείται/δεν εκπληρείται	✓	✓	✓	✓	✓

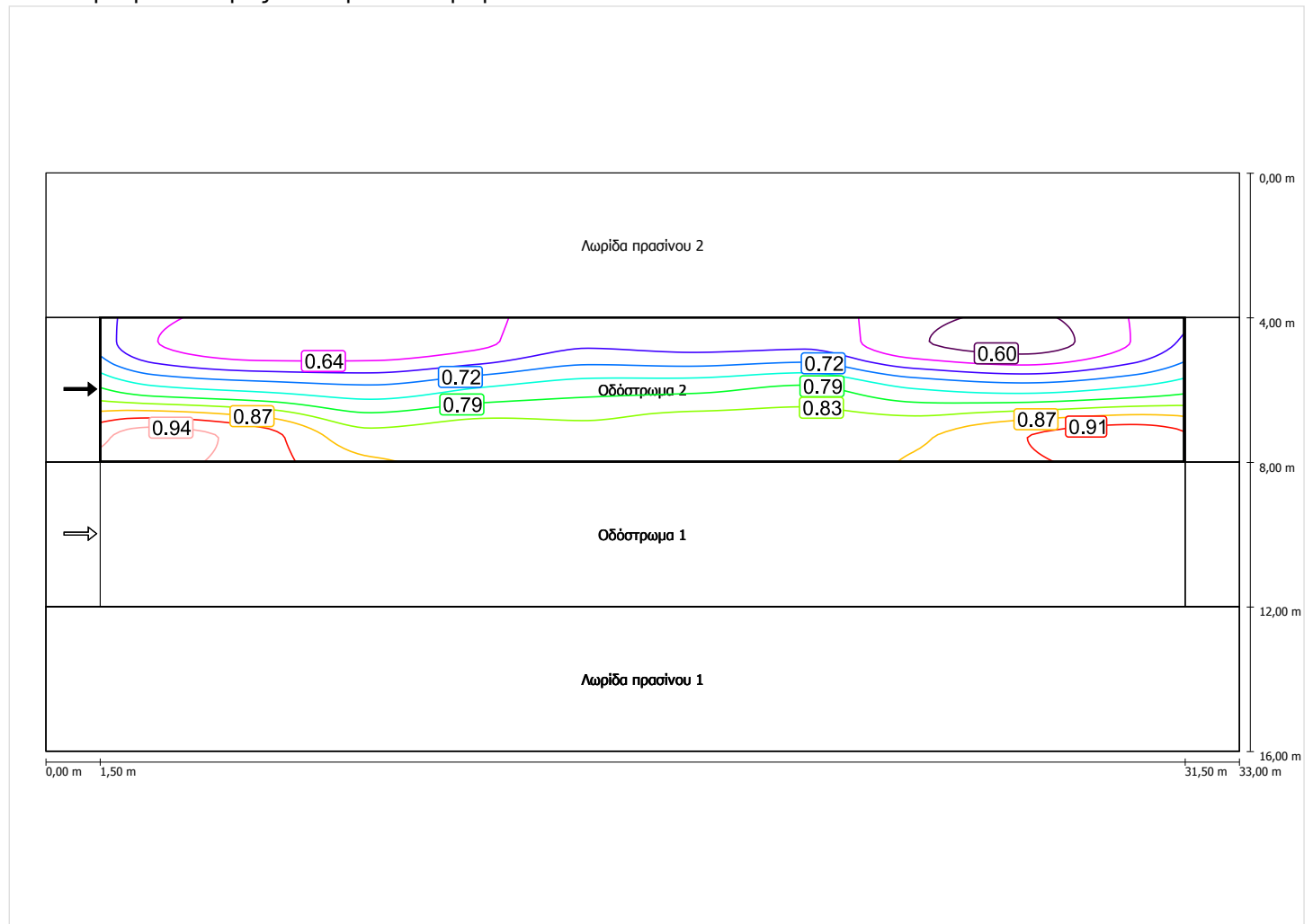
Οριζόντια ένταση φωτισμού



Κλίμακα: 1 : 200

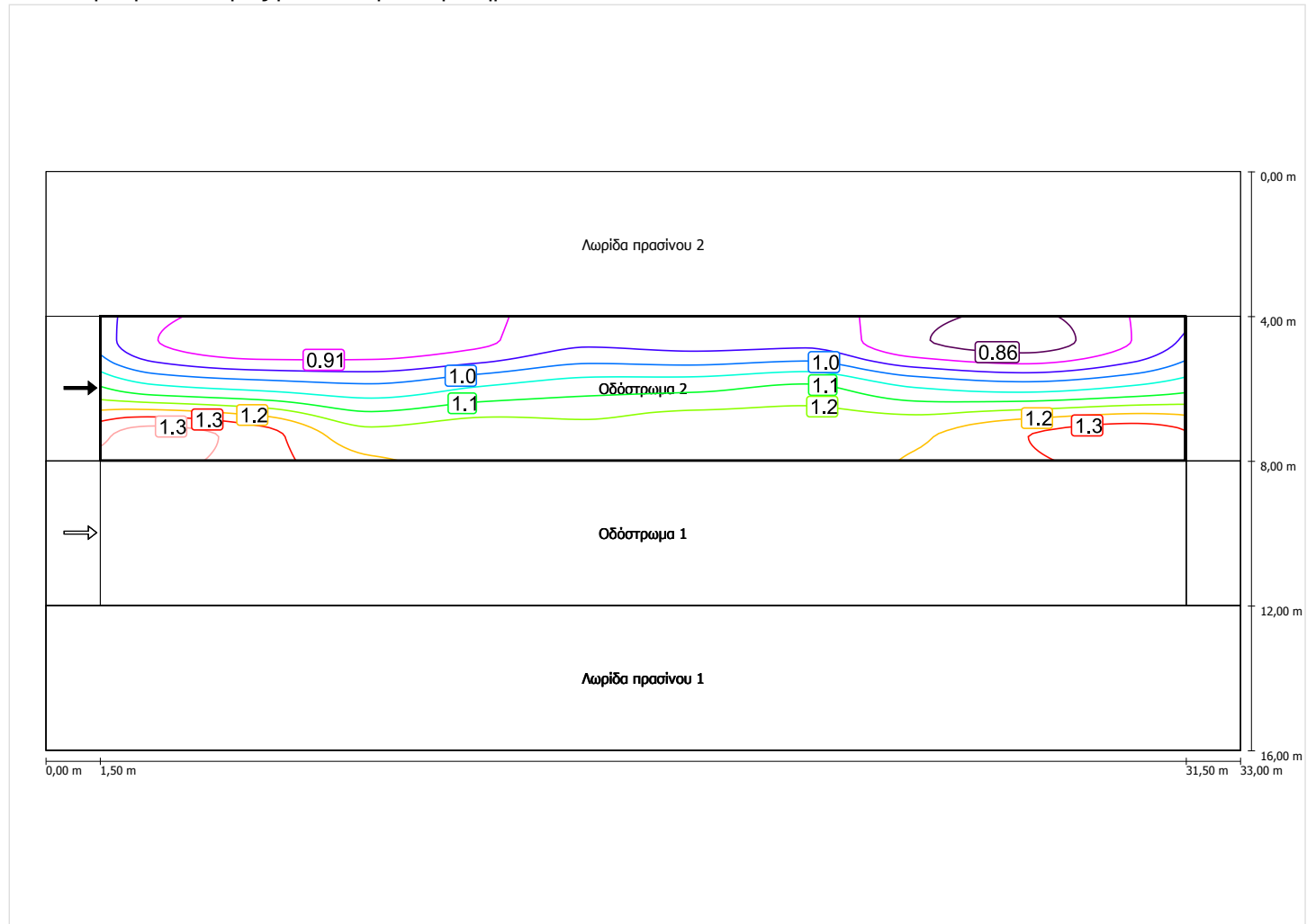
Παρατηρητής 1

Πυκνότητα φωτεινότητας σε στεγνό οδόστρωμα



Κλίμακα: 1 : 200

Πυκνότητα φωτεινότητας με καινούριο λαμπτήρα



Κλίμακα: 1 : 200

Οδόστρωμα 2 (ME4a) / Γραφική παράσταση τιμών

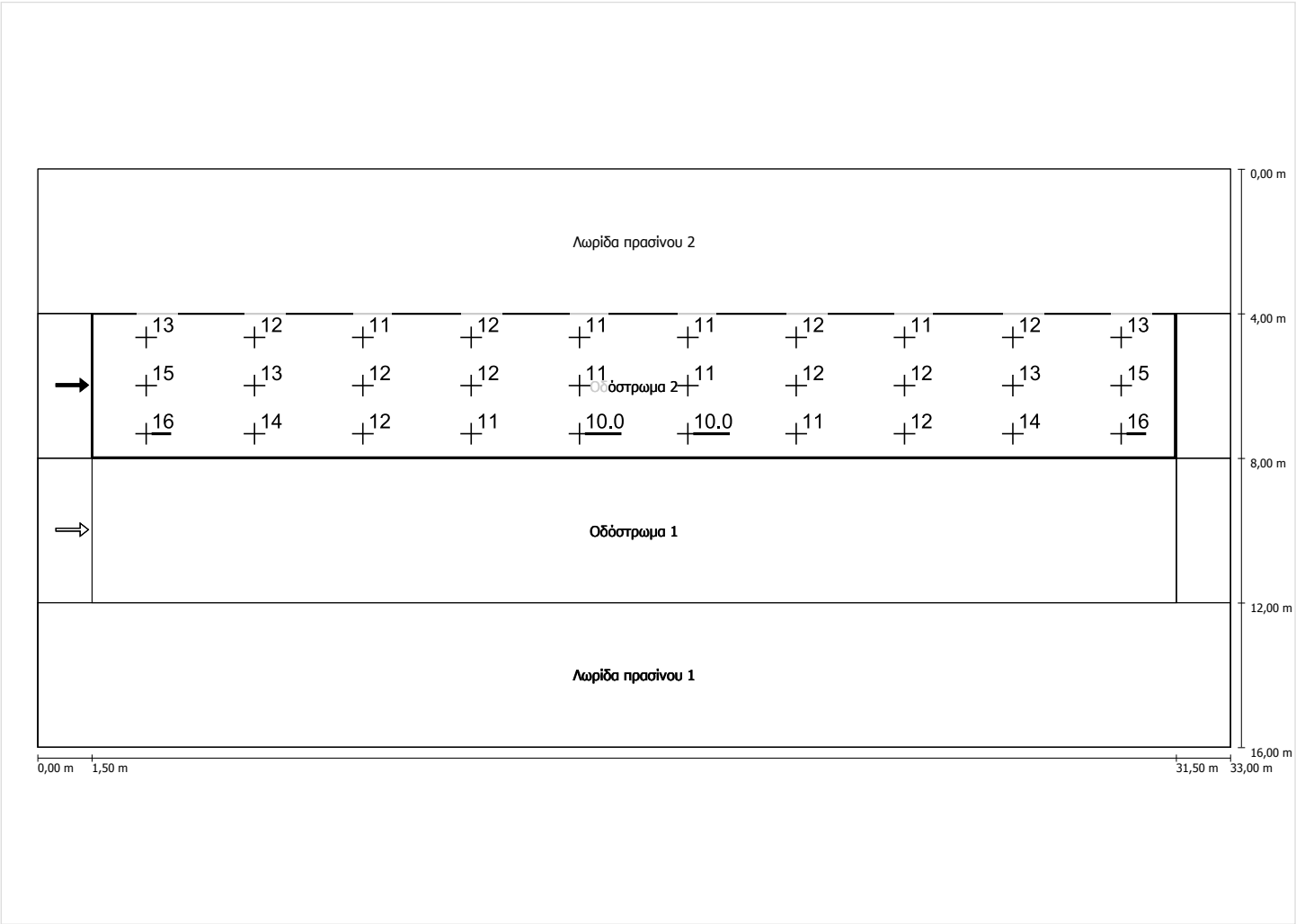
Συντελεστής συντήρησης: 0.70
Κάνναβος: 10 x 3 Σημεία
Επιλεγμένη κατηγορία φωτισμού: ME4a
Αντίστοιχα στοιχεία δρόμου:

Οδόστρωμα 2

Πλάτος: 4.000 m
Αριθμός λωρίδων κυκλοφορίας: 1
Ασφαλοτότητας (στεγνό): CIE R3
q0 (στεγνό): 0.070
Ασφαλοτότητας (υγρό): Wet surface W3
q0 (υγρό): 0.200

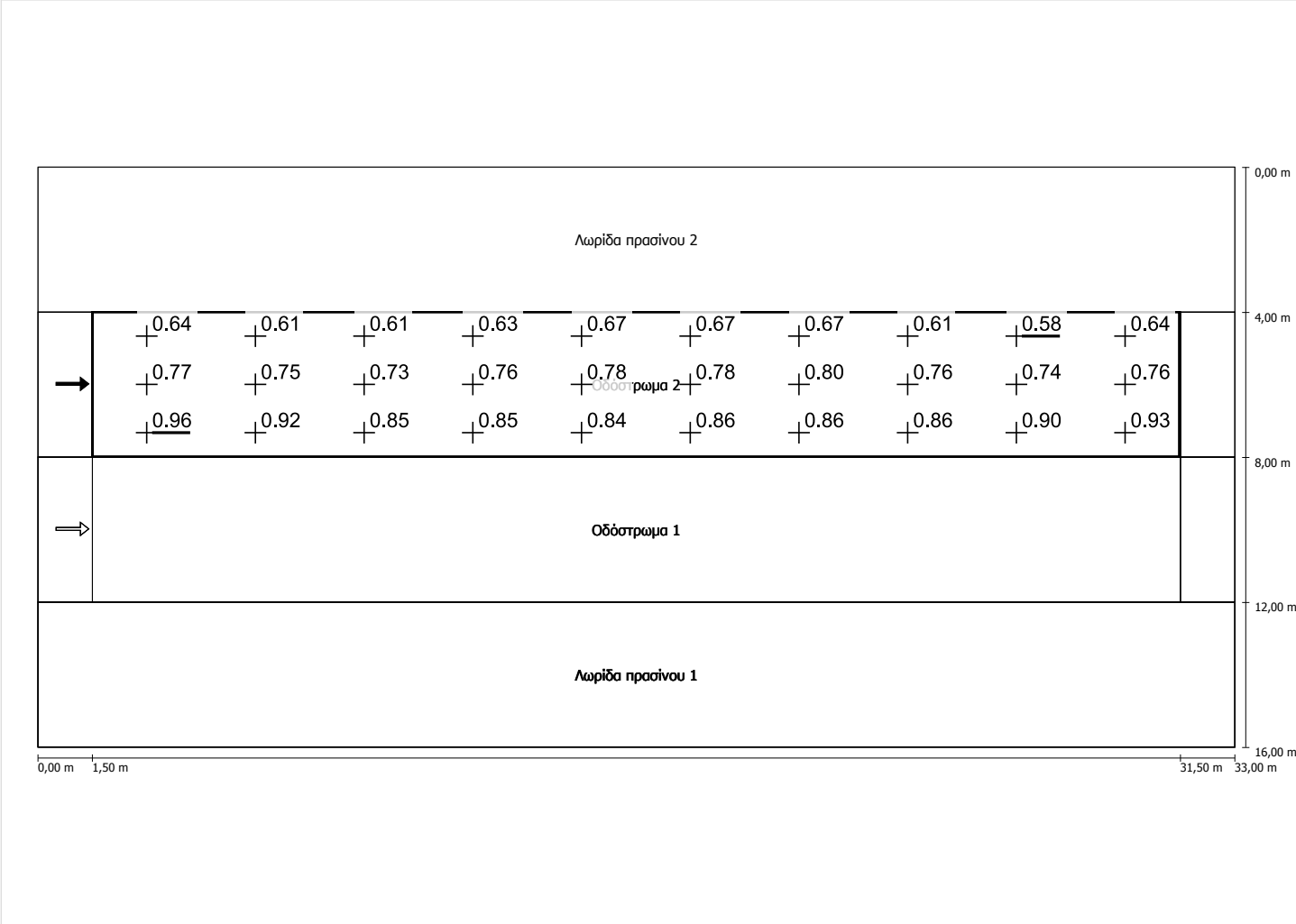
	Lm [cd/m²]	U0	UI	TI [%]	SR
Πραγματική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	0.76	0.77	0.91	7	0.80
Ονομαστική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.50
Εκπληρείται/δεν εκπληρείται	✓	✓	✓	✓	✓

Οριζόντια ένταση φωτισμού



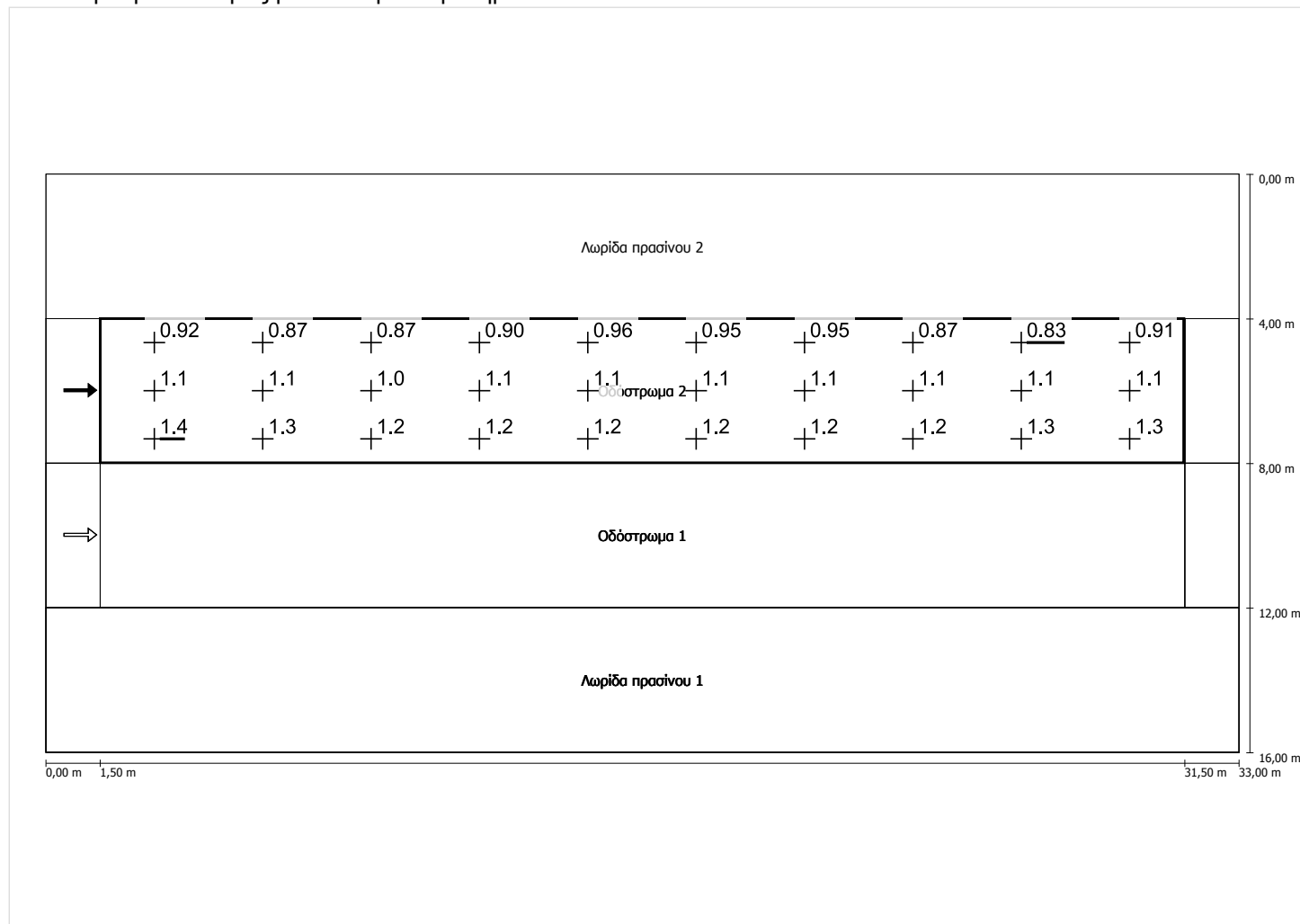
Παρατηρητής 1

Πυκνότητα φωτεινότητας σε στεγνό οδόστρωμα



Κλίμακα: 1 : 200

Πυκνότητα φωτεινότητας με καινούριο λαμπτήρα



Κλίμακα: 1 : 200

Αναλυτική Μελέτη Φωτισμού 3ου Σεναρίου(SON 80 W)

Περιεχόμενα

Αναλυτική Μελέτη Φωτισμού 3ου Σεναρίου(SON 80 W)

Philips Lighting SGS501 1xSON-TPP70W 1xSON-TPP70W

Δελτίο στοιχείων φωτιστικού (1xSON-TPP70W).....3

Σχήμα δρόμου 1

Σχήμα δρόμου 1

Στοιχεία σχεδιασμού.....6

Οδόστρωμα 1 (ME4a)

Περίληψη αποτελεσμάτων..... 8

Πίνακας.....9

Ισοδύναμες γραμμές..... 10

Γραφική παράσταση τιμών.....13

Οδόστρωμα 3 (ME4a)

Περίληψη αποτελεσμάτων..... 16

Πίνακας.....17

Ισοδύναμες γραμμές..... 18

Γραφική παράσταση τιμών.....21

Philips Lighting SGS501 1xSON-TPP70W 1xSON-TPP70W / Δελτίο στοιχείων φωτιστικού (1xSON-TPP70W)

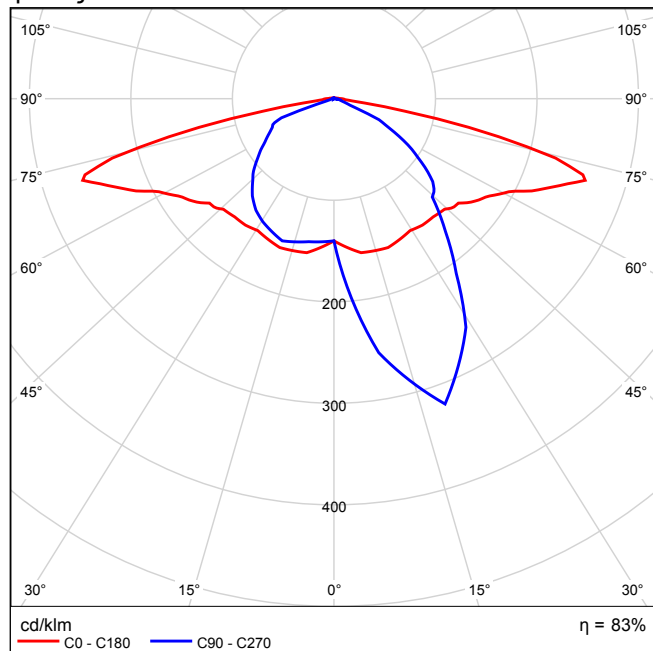
Estoril – excellent lighting for brighter and safer roads

Estoril is a range of functional luminaires designed for lighting both roadways and pavements. The range consists of two sizes: large and small. Estoril luminaires feature a robust housing, and the mirror, bowl and casing form an integrated unit. Specially designed poles and brackets are available for (angled) mounting at heights of up to 10 m. Estoril is designed to allow simple, fast installation and easy and effective maintenance.

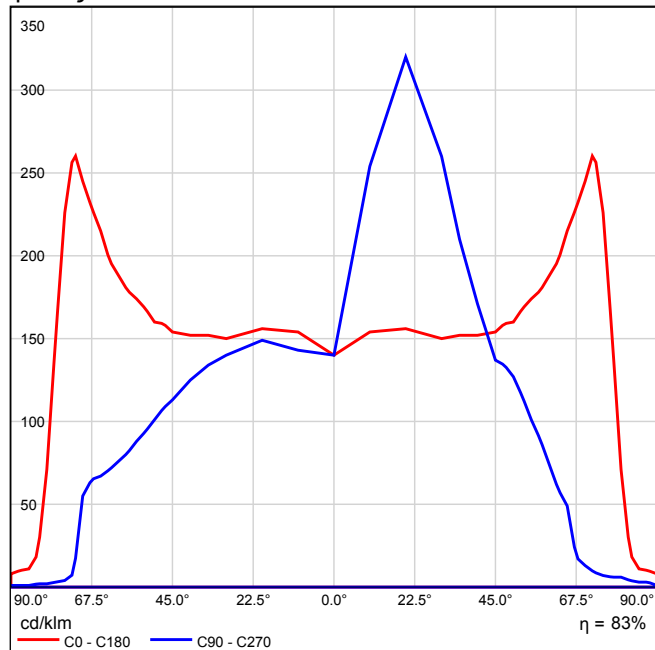


Βαθμός απόδοσης λειτουργίας: 82.85%
Φωτεινή ροή λαμπτήρα: 6600 lm
Φωτεινή ροή φωτιστικού: 5468 lm
Ισχύς: 80.0 W
Ωφέλος φωτός: 68.4 lm/W

Εκπομπή φωτός 1 / Πολικό διάγραμμα κατανομής φωτός

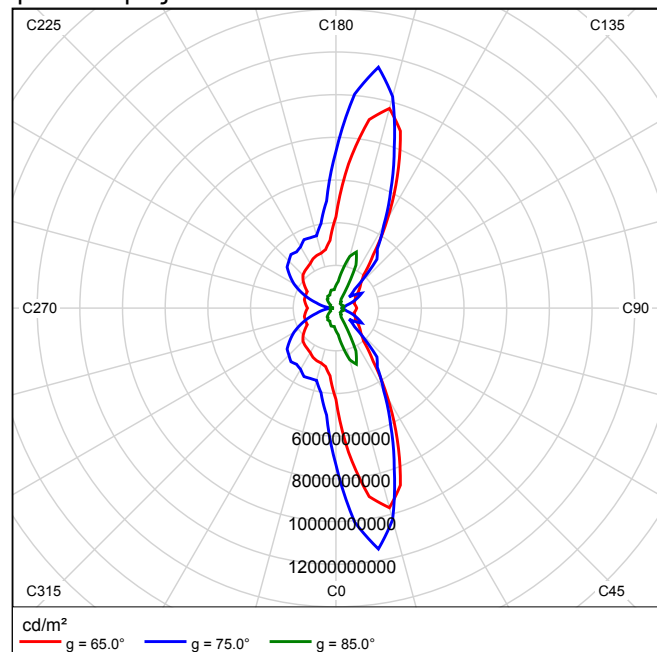


Εκπομπή φωτός 1 / Γραμμικό διάγραμμα κατανομής φωτός



Δεν δημιουργείται διάγραμμα κώνου επειδή η κατανομή φωτός δεν είναι συμμετρική.

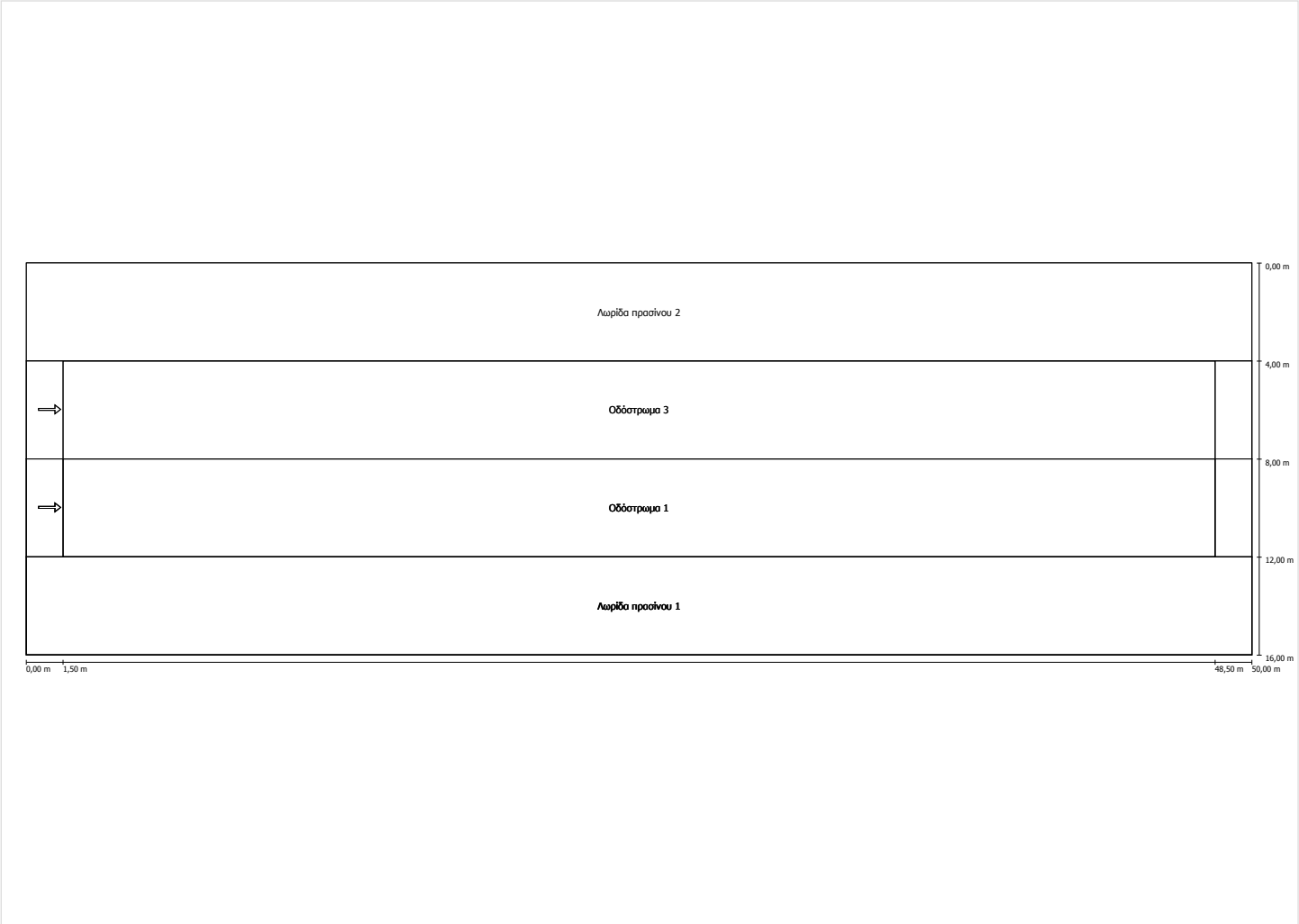
Εκπομπή φωτός 1 / Διάγραμμα πυκνότητας φωτεινότητας



Σχήμα δρόμου 1 / Στοιχεία σχεδιασμού

Σχεδιασμός κατά EN 13201

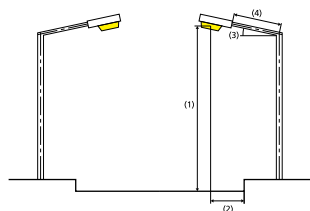
Προφίλ δρόμου



Κλίμακα: 1 : 100

Λωρίδα πρασίνου 2	Πλάτος: 4.000 m
Οδόστρωμα 3	Πλάτος: 4.000 m
	Αριθμός λωρίδων κυκλοφορίας: 1
	Ασφαλτοτάπητας (στεγνός): CIE R3
	q0 (στεγνό): 0.070
	Ασφαλτοτάπητας (υγρός): Wet surface W3
	q0 (υγρό): 0.200
Οδόστρωμα 1	Πλάτος: 4.000 m
	Αριθμός λωρίδων κυκλοφορίας: 1
	Ασφαλτοτάπητας (στεγνός): CIE R3
	q0 (στεγνό): 0.070
	Ασφαλτοτάπητας (υγρός): Wet surface W3
	q0 (υγρό): 0.200
Λωρίδα πρασίνου 1	Πλάτος: 4.000 m
Συντελεστής συντήρησης: 0.70	

Διατάξεις φωτιστικών



Φωτιστικό:	Philips Lighting SGS501 1xSON-TPP70W	ULR:	0.01
Φωτεινή ροή (φωτιστικό):	5468.31 lm	ULOR:	0.00
Φωτεινή ροή (λαμπτήρας):	6600.00 lm	W/km:	3360.00
Ισχύς φωτιστικού:	80.0 W	Μέγιστες τιμές της έντασης φωτός	
Διάταξη:	αμφίπλευρα μετατοπισμένα	στις 70°:	483 cd/klm
Απόσταση ιστών (κολόνες):	47.000 m	στις 80°:	97 cd/klm
Κλίση βραχίονα (3):	0.0 °	στις 90°:	13 cd/klm
Μήκος βραχίονα (4):	1.000 m	Κάθε φορά σε όλες τις κατευθύνσεις, που σχηματίζουν τη	
Ύψος σημείου φωτός (1):	8.000 m	δεδομένη γωνία με την κάτω κάθετο σε εγκαταστημένα	
Προεξοχή φωτεινών σημείων (2):	0.500 m	φωτιστικά που λειτουργούν.	
		Η διάταξη εκπληρεί την κατηγορία δείκτη τύφλωσης D.6	

Οδόστρωμα 1 (ME4a) / Περίληψη αποτελεσμάτων

Συντελεστής συντήρησης: 0.70
Κάναβος: 16 x 3 Σημεία
Επιλεγμένη κατηγορία φωτισμού: ME4a
Αντίστοιχα στοιχεία δρόμου:

Οδόστρωμα 1	Πλάτος: 4.000 m
	Αριθμός λωρίδων κυκλοφορίας: 1
	Ασφαλοτόπησης (στεγνό): CIE R3
	q0 (στεγνό): 0.070
	Ασφαλοτόπησης (υγρό): Wet surface W3
	q0 (υγρό): 0.200

	Lm [cd/m²]	U0	UI	TI [%]	SR
Πραγματική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	0.76	0.61	0.69	11	0.87
Ονομαστική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.50
Εκπληρείται/δεν εκπληρείται	✓	✓	✓	✓	✓

Αντίστοιχος παρατηρητής (1):

Παρατηρητής	Θέση [m]	Lm [cd/m²]	U0	UI	TI [%]
Παρατηρητής 1	(-60, 6, 1,5)	0.76	0.61	0.69	11

Οδόστρωμα 1 (ME4a) / Πίνακας

Οριζόντια ένταση φωτισμού [lx]

7.333	19	17	15	12	11	13	13	14	14	13	13	11	12	15	17	19
6.000	19	15	11	9.10	7.95	7.72	7.48	8.69	8.68	7.47	7.71	7.94	9.10	11	15	19
4.667	13	9.79	7.10	5.81	5.11	4.83	5.30	6.00	5.99	5.28	4.79	5.07	5.74	6.96	9.69	13
m	1.469	4.406	7.344	10.281	13.219	16.156	19.094	22.031	24.969	27.906	30.844	33.781	36.719	39.656	42.594	45.531

Κάναβος: 16 x 3 Σημεία

EAvg [lx]	EMin [lx]	EMax [lx]	g1	g2
11	4.79	19	0.450	0.253

Παρατηρητής 1

Πυκνότητα φωτεινότητας σε στεγνό οδόστρωμα [cd/m²]

7.333	0.91	0.90	0.91	0.90	0.92	0.88	0.78	0.77	0.80	0.86	0.91	0.99	1.05	1.08	1.00	0.91
6.000	0.80	0.74	0.68	0.66	0.68	0.67	0.67	0.78	0.80	0.84	0.88	0.92	0.96	0.92	0.85	0.83
4.667	0.54	0.51	0.46	0.47	0.48	0.51	0.57	0.66	0.68	0.66	0.65	0.64	0.62	0.60	0.58	0.58
m	1.469	4.406	7.344	10.281	13.219	16.156	19.094	22.031	24.969	27.906	30.844	33.781	36.719	39.656	42.594	45.531

Κάναβος: 16 x 3 Σημεία

Πυκνότητα φωτεινότητας με καινούριο λαμπτήρα [cd/m²]

7.333	1.30	1.28	1.30	1.28	1.31	1.26	1.12	1.10	1.14	1.23	1.31	1.41	1.50	1.54	1.42	1.30
6.000	1.14	1.05	0.97	0.95	0.97	0.96	0.95	1.12	1.15	1.20	1.26	1.32	1.38	1.31	1.21	1.18
4.667	0.78	0.73	0.66	0.67	0.69	0.73	0.82	0.94	0.97	0.95	0.93	0.91	0.89	0.85	0.83	0.84
m	1.469	4.406	7.344	10.281	13.219	16.156	19.094	22.031	24.969	27.906	30.844	33.781	36.719	39.656	42.594	45.531

Κάναβος: 16 x 3 Σημεία

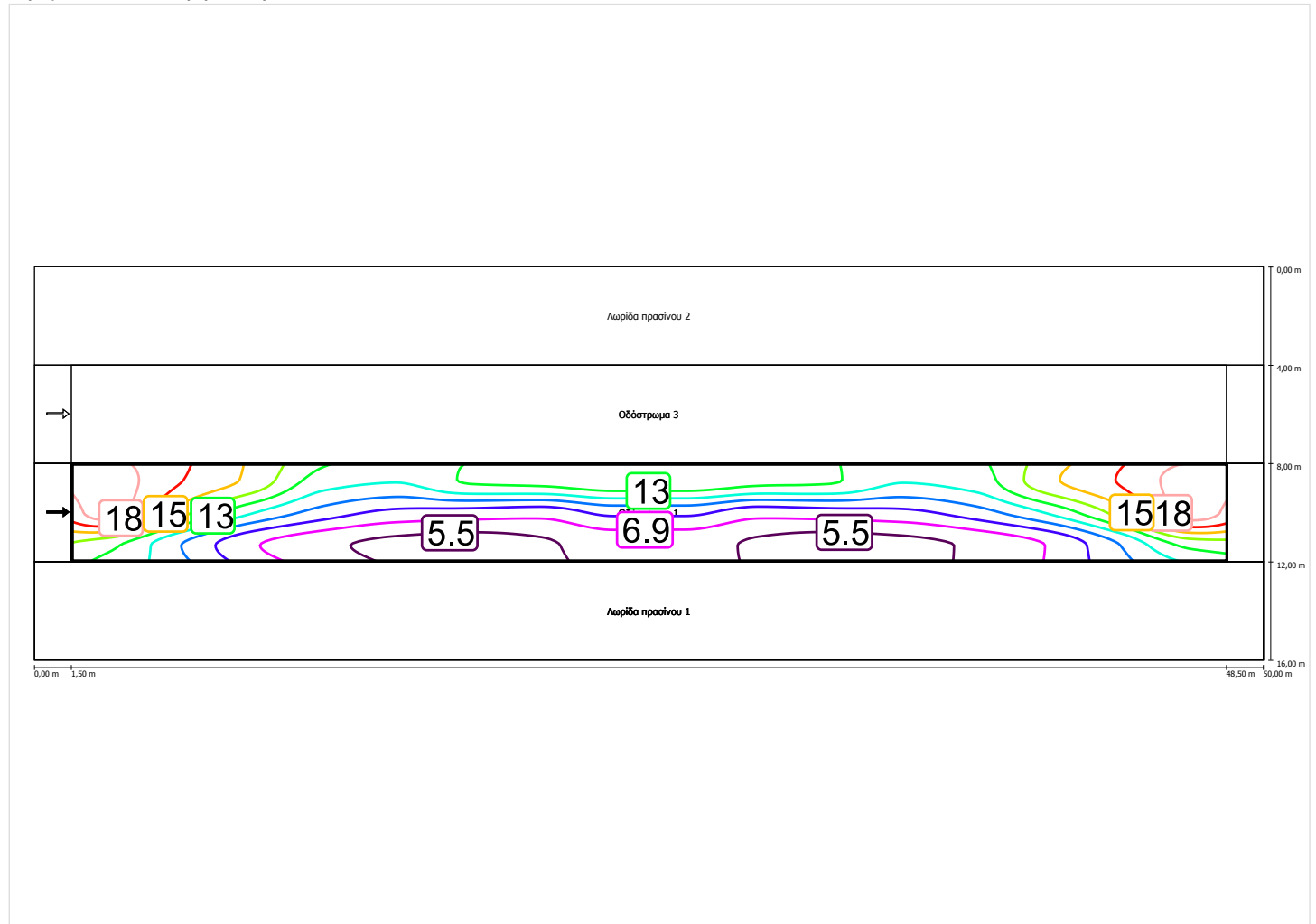
Οδόστρωμα 1 (ME4a) / Ισοδύναμες γραμμές

Συντελεστής συντήρησης: 0.70
Κάναβος: 16 x 3 Σημεία
Επιλεγμένη κατηγορία φωτισμού: ME4a
Αντίστοιχα στοιχεία δρόμου:

Οδόστρωμα 1	Πλάτος: 4.000 m
	Αριθμός λωρίδων κυκλοφορίας: 1
	Ασφαλοτότητας (στεγνός): CIE R3
	q0 (στεγνό): 0.070
	Ασφαλοτότητας (υγρός): Wet surface W3
	q0 (υγρό): 0.200

	Lm [cd/m²]	U0	UI	TI [%]	SR
Πραγματική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	0.76	0.61	0.69	11	0.87
Ονομαστική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.50
Εκπληρείται/δεν εκπληρείται	✓	✓	✓	✓	✓

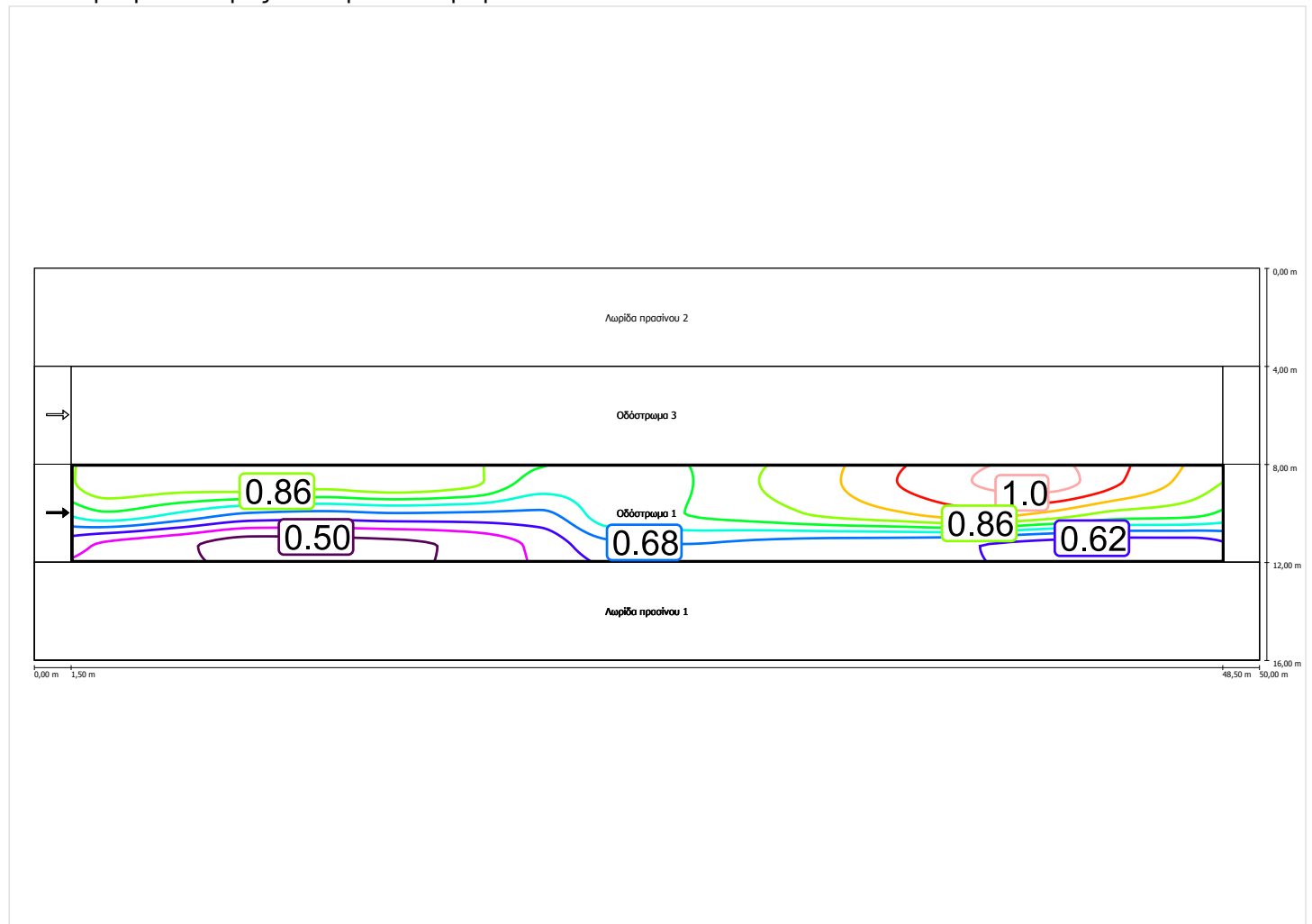
Οριζόντια ένταση φωτισμού



Κλίμακα: 1 : 500

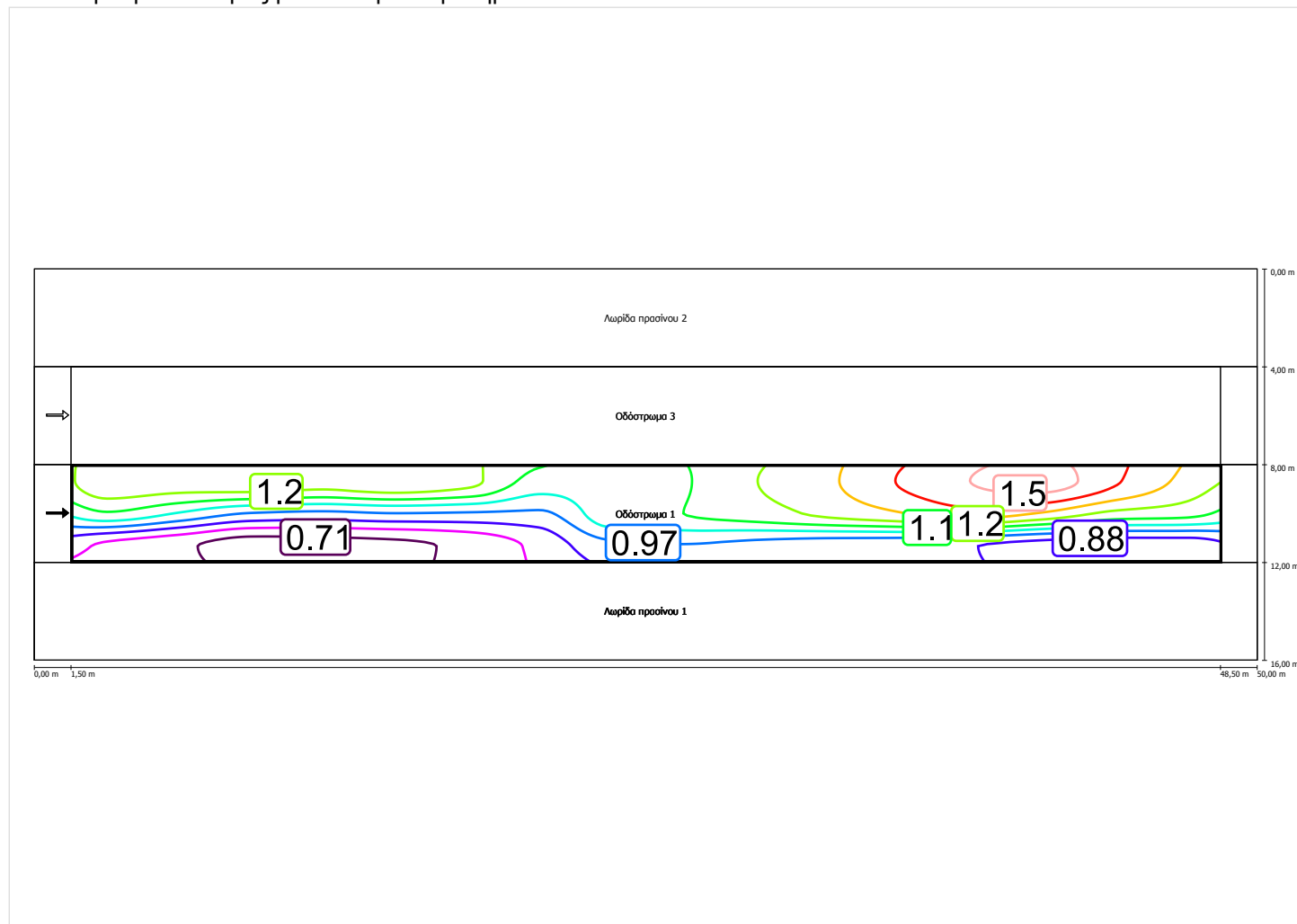
Παρατηρητής 1

Πυκνότητα φωτεινότητας σε στεγνό οδόστρωμα



Κλίμακα: 1 : 500

Πυκνότητα φωτεινότητας με καινούριο λαμπτήρα



Κλίμακα: 1 : 500

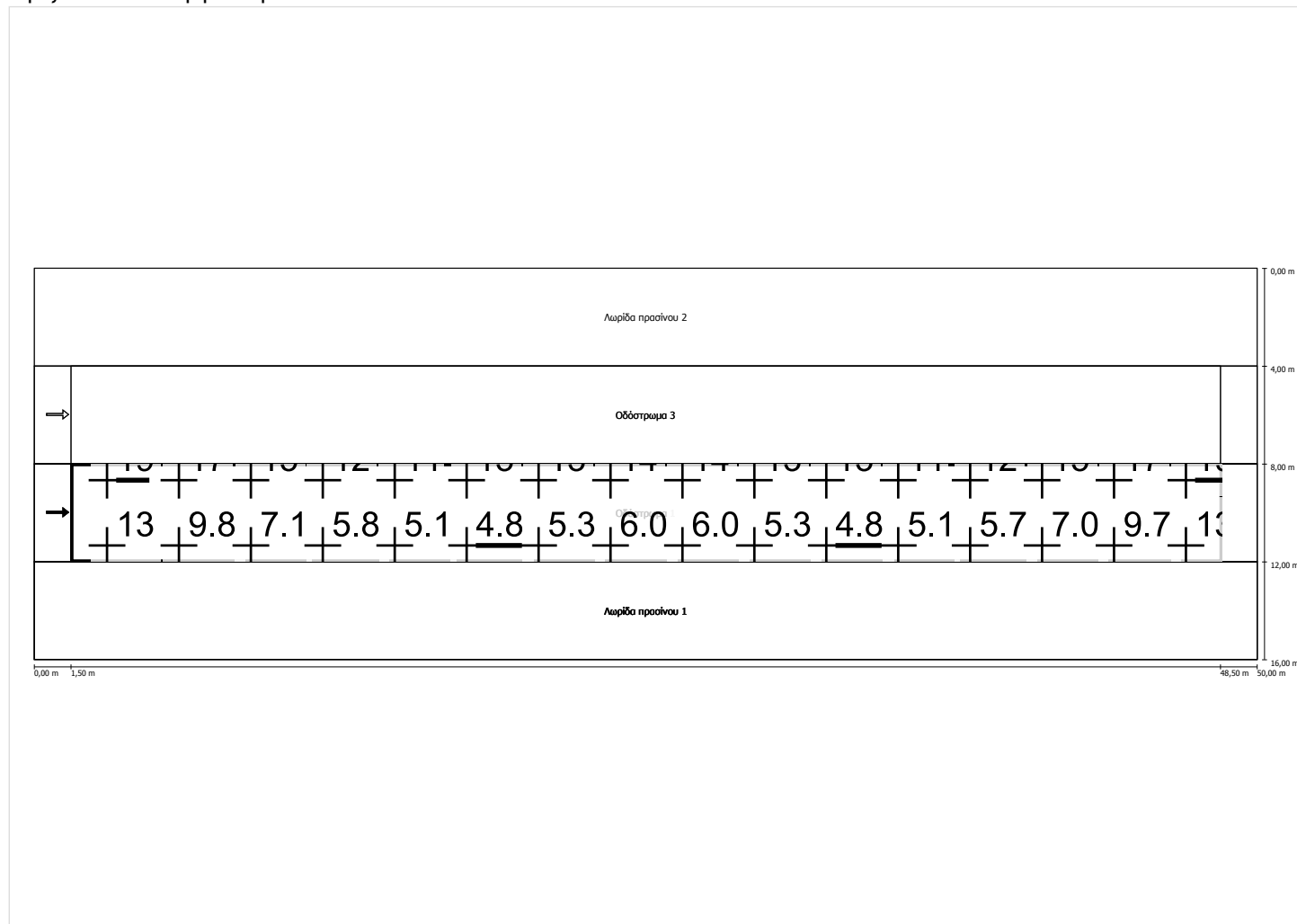
Οδόστρωμα 1 (ME4a) / Γραφική παράσταση τιμών

Συντελεστής συντήρησης: 0.70
Κάνναβος: 16 x 3 Σημεία
Επιλεγμένη κατηγορία φωτισμού: ME4a
Αντίστοιχα στοιχεία δρόμου:

Οδόστρωμα 1	Πλάτος: 4.000 m
	Αριθμός λωρίδων κυκλοφορίας: 1
	Ασφαλοτότητας (στεγνός): CIE R3
	q0 (στεγνό): 0.070
	Ασφαλοτότητας (υγρός): Wet surface W3
	q0 (υγρό): 0.200

	Lm [cd/m²]	U0	UI	TI [%]	SR
Πραγματική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	0.76	0.61	0.69	11	0.87
Ονομαστική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.50
Εκπληρείται/δεν εκπληρείται	✓	✓	✓	✓	✓

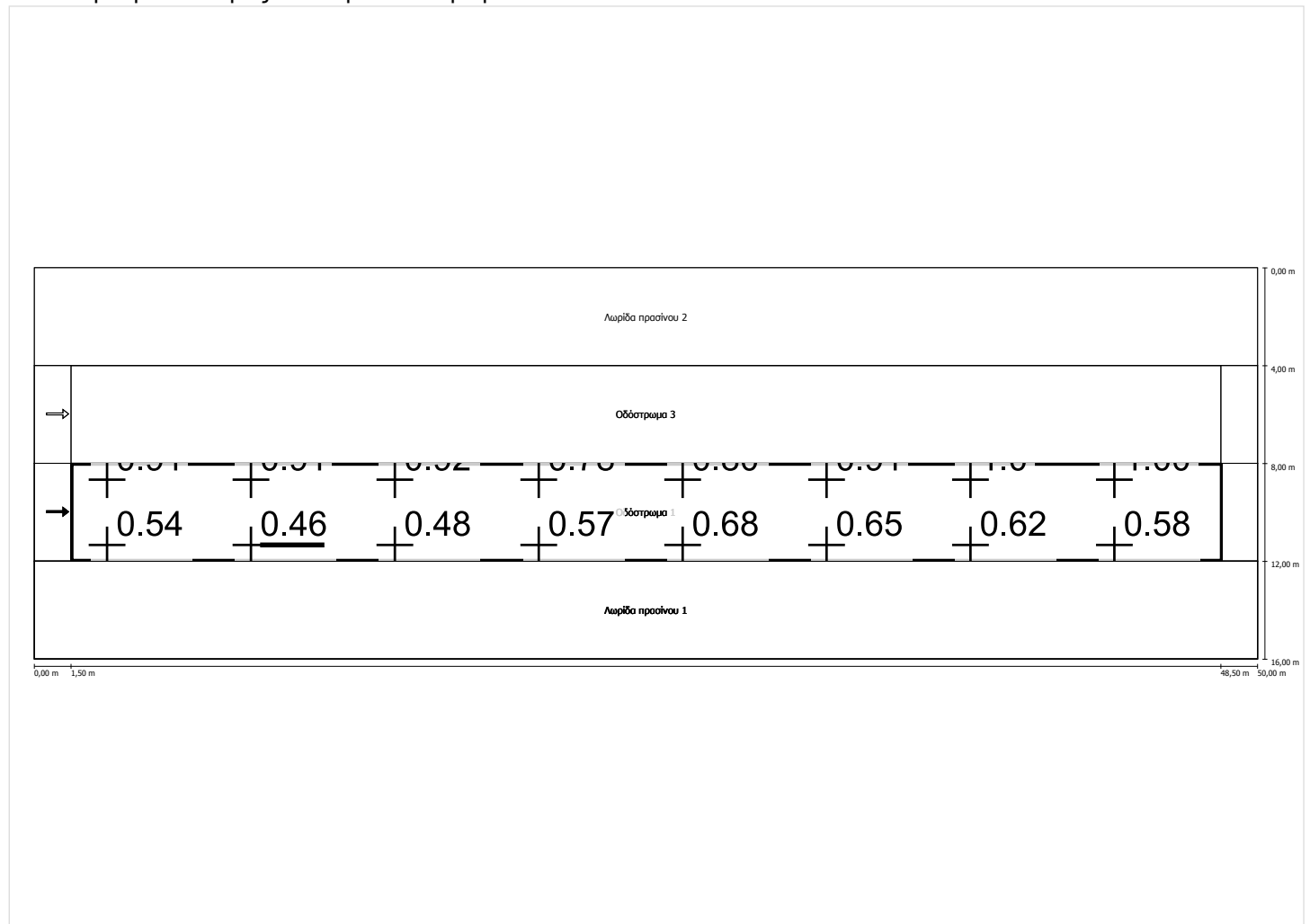
Οριζόντια ένταση φωτισμού



Κλίμακα: 1 : 500

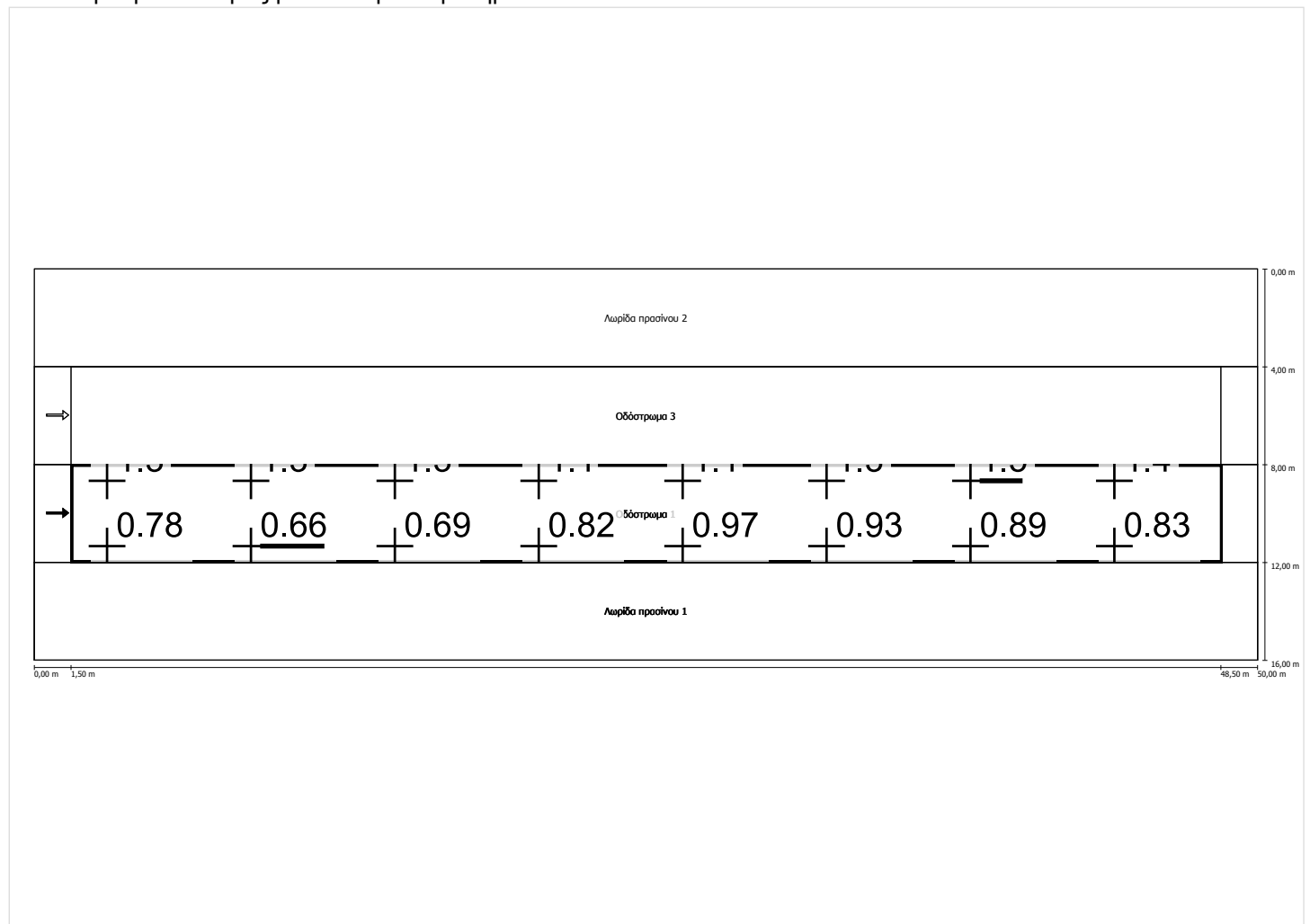
Παρατηρητής 1

Πυκνότητα φωτεινότητας σε στεγνό οδόστρωμα



Κλίμακα: 1 : 500

Πυκνότητα φωτεινότητας με καινούριο λαμπτήρα



Κλίμακα: 1 : 500

Οδόστρωμα 3 (ME4a) / Περίληψη αποτελεσμάτων

Συντελεστής συντήρησης: 0.70
Κάναβος: 16 x 3 Σημεία
Επιλεγμένη κατηγορία φωτισμού: ME4a
Αντίστοιχα στοιχεία δρόμου:

Οδόστρωμα 3	Πλάτος: 4.000 m
	Αριθμός λωρίδων κυκλοφορίας: 1
	Ασφαλοτόπησης (στεγνό): CIE R3
	q0 (στεγνό): 0.070
	Ασφαλοτόπησης (υγρό): Wet surface W3
	q0 (υγρό): 0.200

	Lm [cd/m²]	U0	UI	TI [%]	SR
Πραγματική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	0.76	0.61	0.68	11	0.87
Ονομαστική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.50
Εκπληρείται/δεν εκπληρείται	✓	✓	✓	✓	✓

Αντίστοιχος παρατηρητής (1):

Παρατηρητής	Θέση [m]	Lm [cd/m²]	U0	UI	TI [%]
Παρατηρητής 1	(-60, 10, 1,5)	0.76	0.61	0.68	11

Οδόστρωμα 3 (ME4a) / Πίνακας

Οριζόντια ένταση φωτισμού [lx]

11.333	6.00	5.30	4.83	5.11	5.81	7.10	9.79	13	13	9.69	6.96	5.74	5.07	4.79	5.28	5.99
10.000	8.69	7.47	7.72	7.95	9.10	11	15	19	19	15	11	9.10	7.94	7.71	7.47	8.69
8.667	14	13	13	11	12	15	17	19	19	17	15	12	11	13	13	14
m	1.469	4.406	7.344	10.281	13.219	16.156	19.094	22.031	24.969	27.906	30.844	33.781	36.719	39.656	42.594	45.531

Κάναβος: 16 x 3 Σημεία

EAvg [lx]	EMin [lx]	EMax [lx]	g1	g2
11	4.79	19	0.450	0.253

Παρατηρητής 1

Πυκνότητα φωτεινότητας σε στεγνό οδόστρωμα [cd/m²]

11.333	0.68	0.67	0.66	0.65	0.63	0.61	0.59	0.58	0.55	0.51	0.47	0.47	0.49	0.51	0.57	0.67
10.000	0.80	0.84	0.88	0.92	0.97	0.92	0.85	0.83	0.79	0.74	0.68	0.67	0.67	0.66	0.66	0.77
8.667	0.79	0.85	0.91	0.99	1.05	1.08	1.00	0.91	0.89	0.89	0.90	0.89	0.92	0.89	0.79	0.78
m	1.469	4.406	7.344	10.281	13.219	16.156	19.094	22.031	24.969	27.906	30.844	33.781	36.719	39.656	42.594	45.531

Κάναβος: 16 x 3 Σημεία

Πυκνότητα φωτεινότητας με καινούριο λαμπτήρα [cd/m²]

11.333	0.97	0.96	0.94	0.93	0.90	0.87	0.84	0.83	0.79	0.74	0.67	0.68	0.69	0.73	0.82	0.95
10.000	1.14	1.19	1.26	1.32	1.38	1.32	1.22	1.18	1.14	1.05	0.96	0.95	0.96	0.95	0.94	1.10
8.667	1.12	1.22	1.29	1.41	1.50	1.55	1.43	1.31	1.28	1.27	1.29	1.27	1.31	1.27	1.12	1.12
m	1.469	4.406	7.344	10.281	13.219	16.156	19.094	22.031	24.969	27.906	30.844	33.781	36.719	39.656	42.594	45.531

Κάναβος: 16 x 3 Σημεία

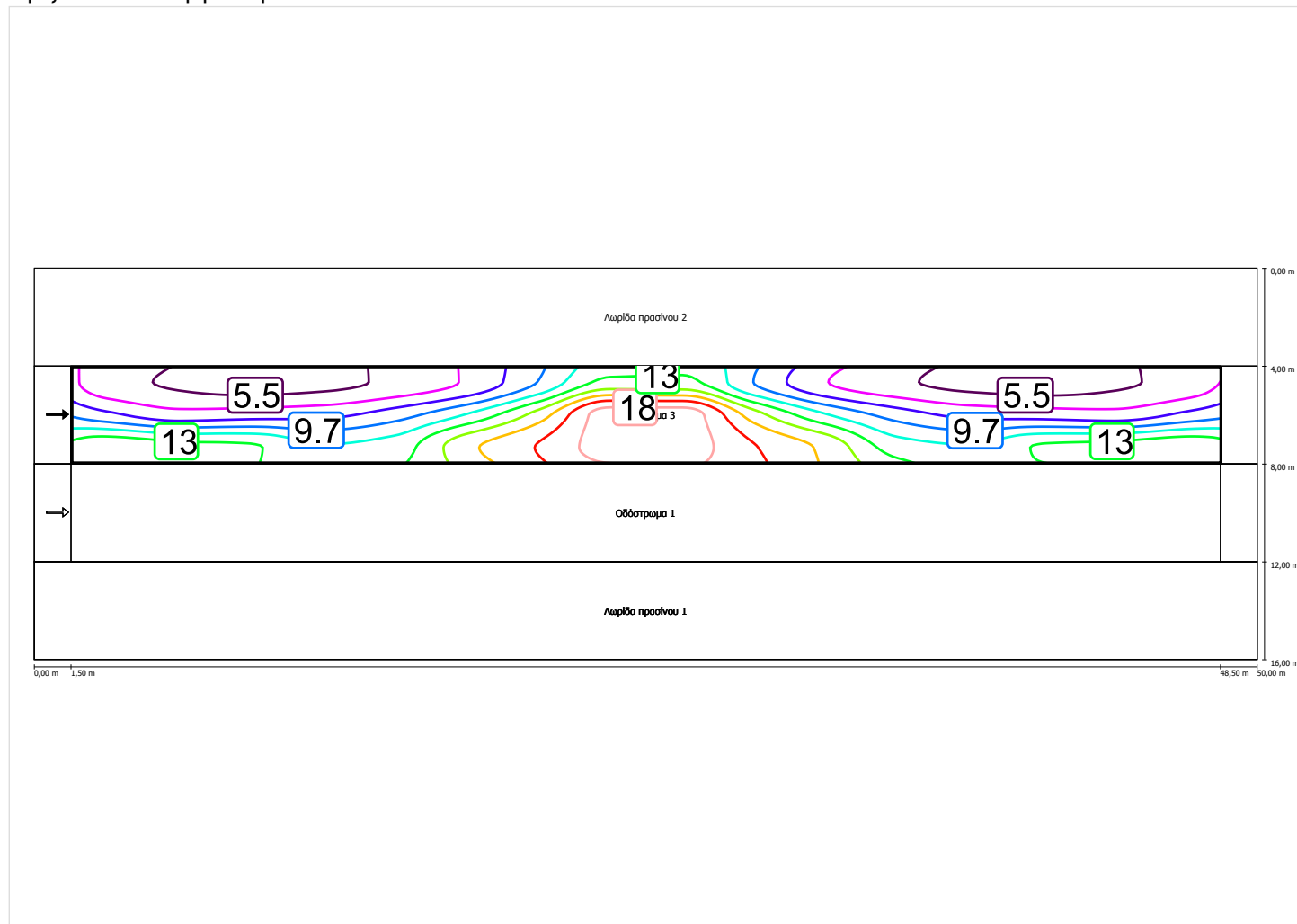
Οδόστρωμα 3 (ME4a) / Ισοδύναμες γραμμές

Συντελεστής συντήρησης: 0.70
Κάναβος: 16 x 3 Σημεία
Επιλεγμένη κατηγορία φωτισμού: ME4a
Αντίστοιχα στοιχεία δρόμου:

Οδόστρωμα 3	Πλάτος: 4.000 m
	Αριθμός λωρίδων κυκλοφορίας: 1
	Ασφαλοτότητας (στεγνός): CIE R3
	q0 (στεγνό): 0.070
	Ασφαλοτότητας (υγρός): Wet surface W3
	q0 (υγρό): 0.200

	Lm [cd/m²]	U0	UI	TI [%]	SR
Πραγματική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	0.76	0.61	0.68	11	0.87
Ονομαστική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.50
Εκπληρείται/δεν εκπληρείται	✓	✓	✓	✓	✓

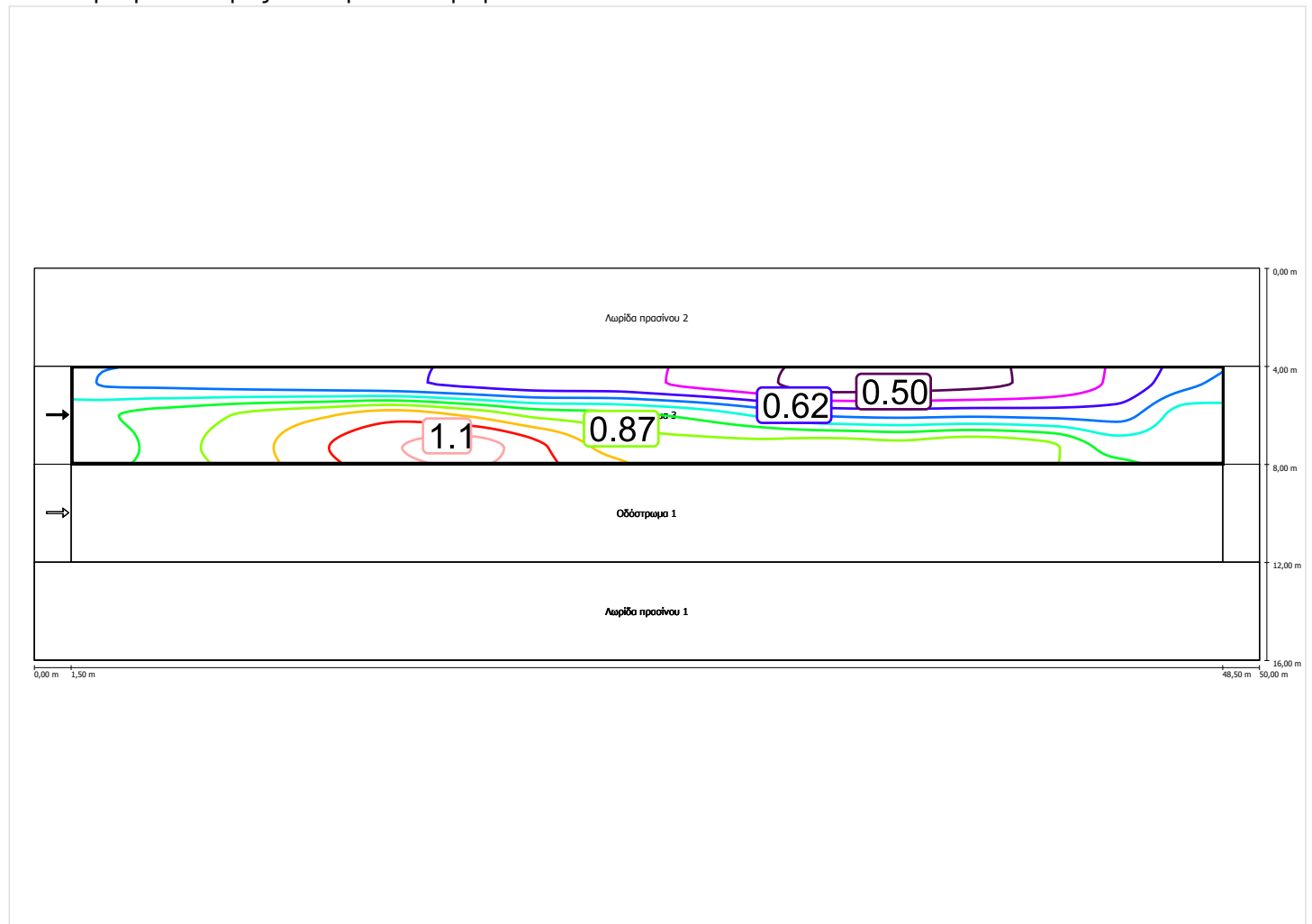
Οριζόντια ένταση φωτισμού



Κλίμακα: 1 : 500

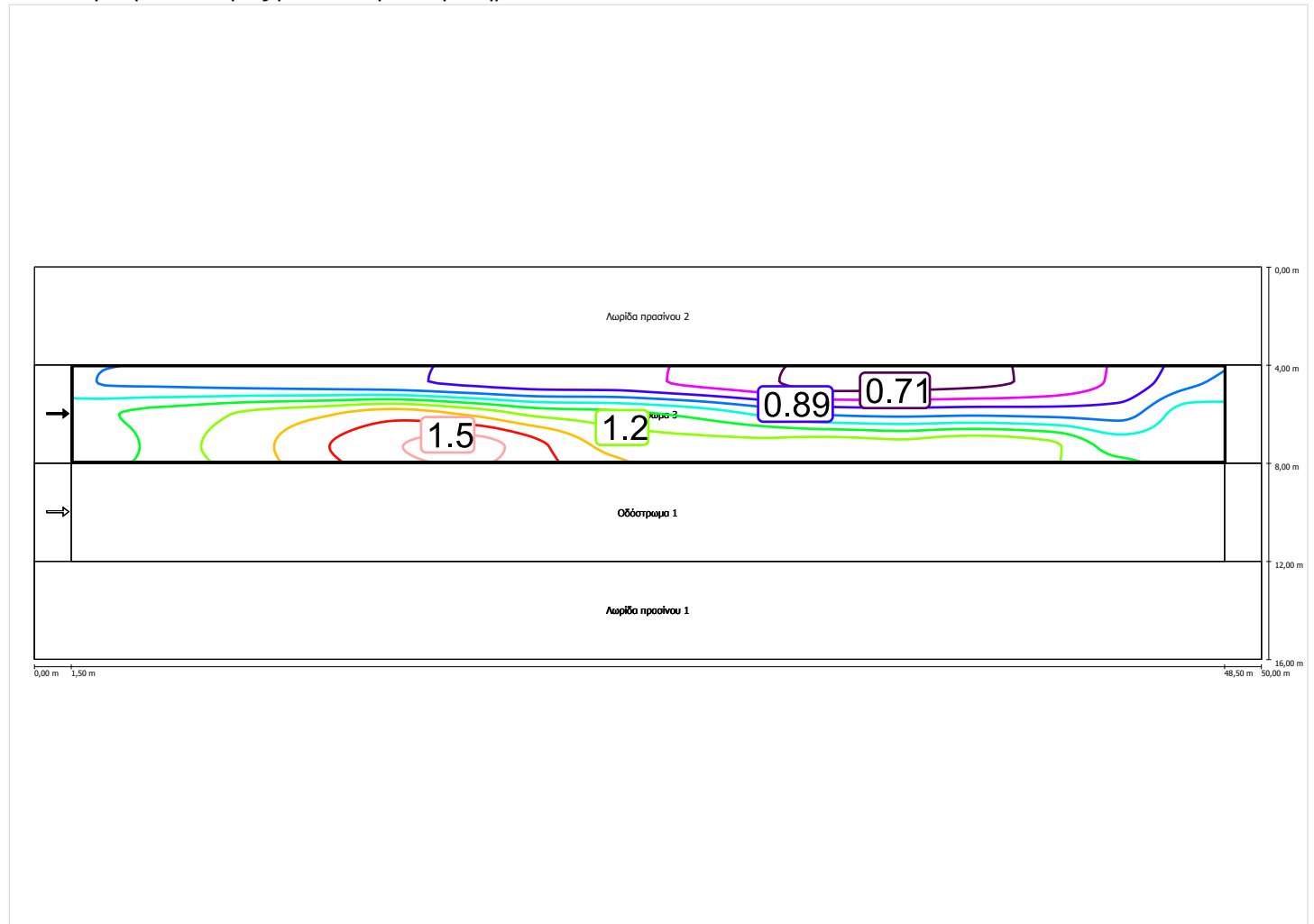
Παρατηρητής 1

Πυκνότητα φωτεινότητας σε στεγνό οδόστρωμα



Κλίμακα: 1 : 500

Πυκνότητα φωτεινότητας με καινούριο λαμπτήρα



Κλίμακα: 1 : 500

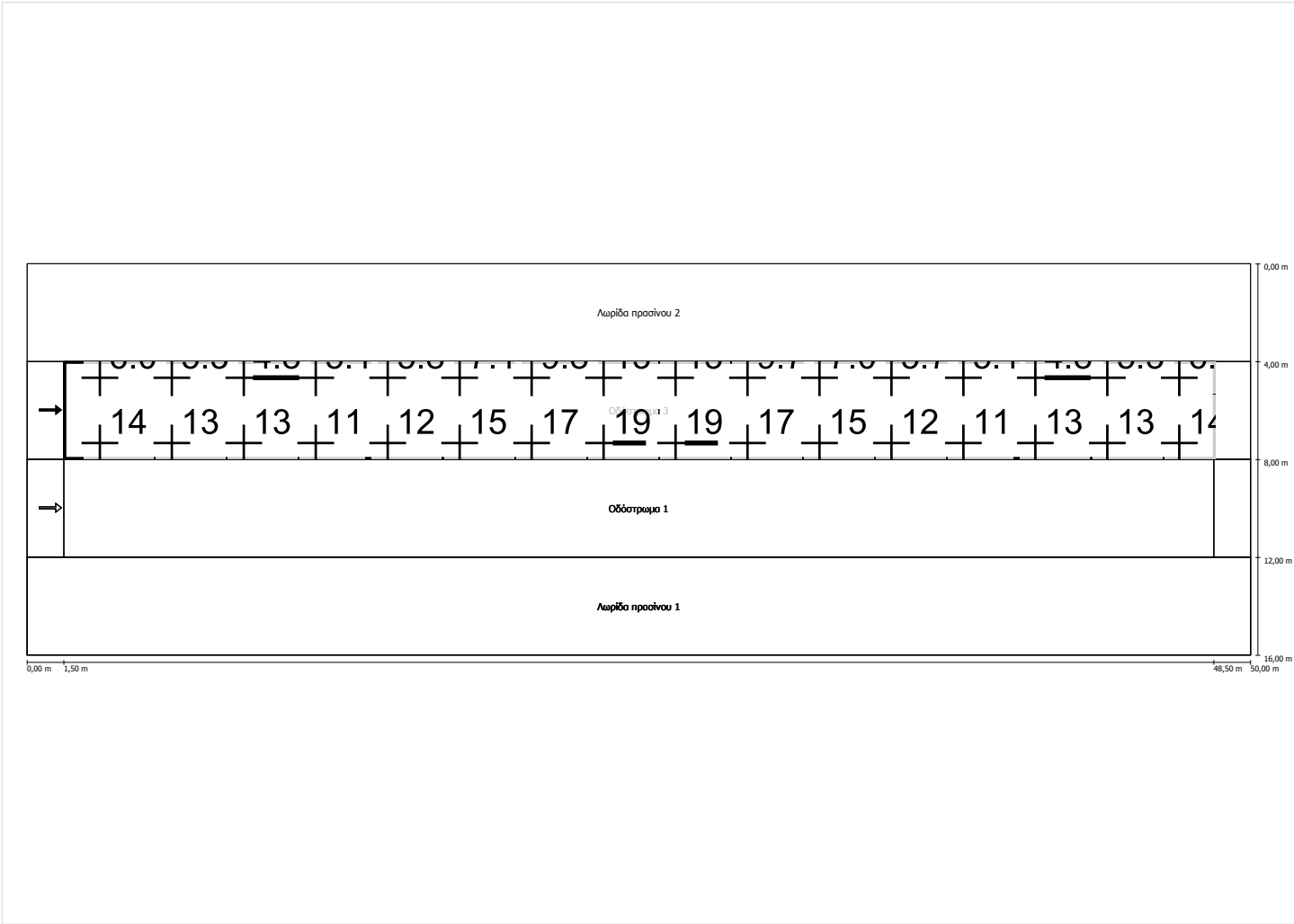
Οδόστρωμα 3 (ME4a) / Γραφική παράσταση τιμών

Συντελεστής συντήρησης: 0.70
Κάνναβος: 16 x 3 Σημεία
Επιλεγμένη κατηγορία φωτισμού: ME4a
Αντίστοιχα στοιχεία δρόμου:

Οδόστρωμα 3	Πλάτος: 4.000 m
	Αριθμός λωρίδων κυκλοφορίας: 1
	Ασφαλοτόπησης (στεγνός): CIE R3
	q0 (στεγνό): 0.070
	Ασφαλοτόπησης (υγρός): Wet surface W3
	q0 (υγρό): 0.200

	Lm [cd/m²]	U0	UI	TI [%]	SR
Πραγματική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	0.76	0.61	0.68	11	0.87
Ονομαστική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.50
Εκπληρείται/δεν εκπληρείται	✓	✓	✓	✓	✓

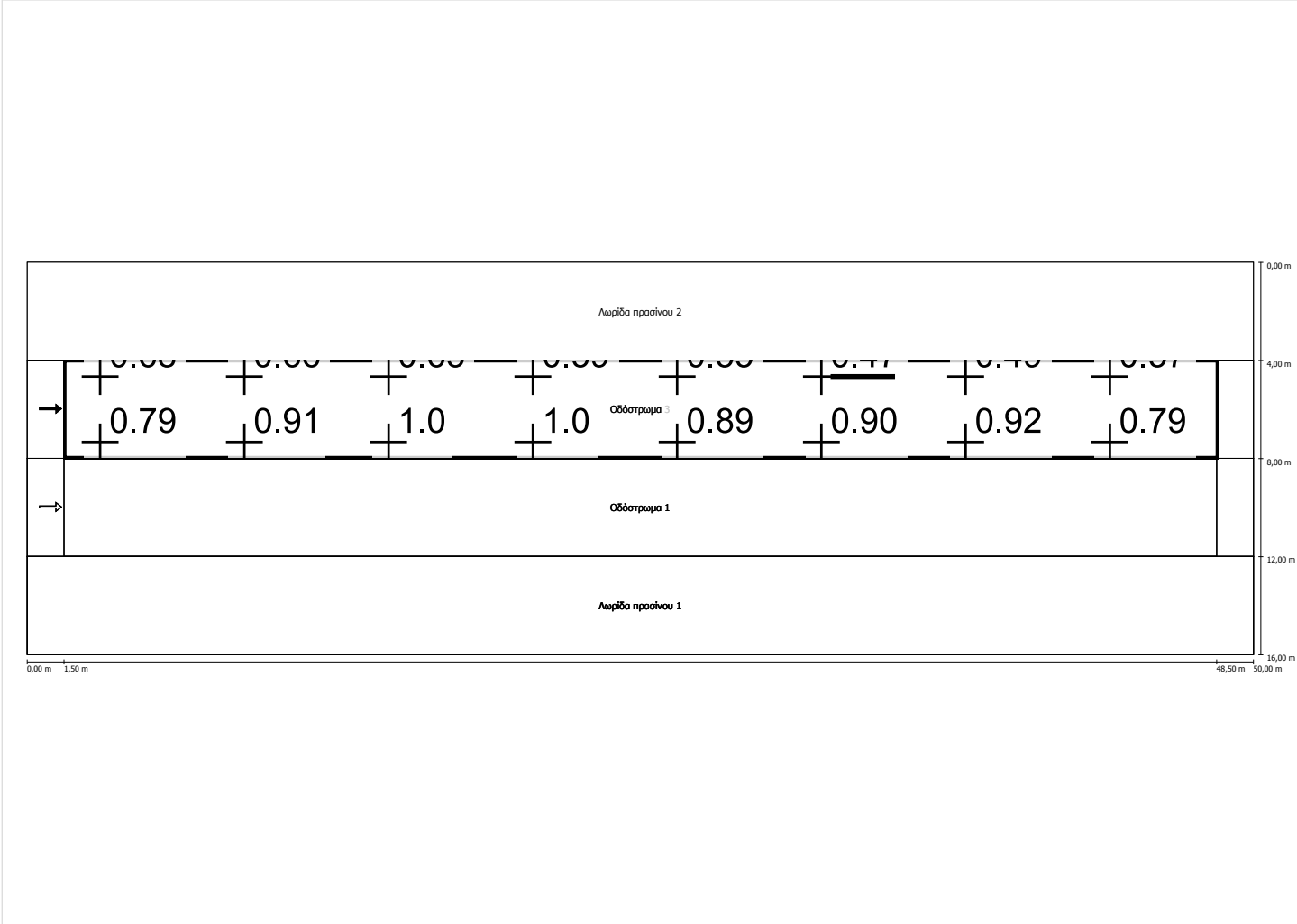
Οριζόντια ένταση φωτισμού



Κλίμακα: 1 : 500

Παρατηρητής 1

Πυκνότητα φωτεινότητας σε στεγνό οδόστρωμα



Κλίμακα: 1 : 500

The drawing illustrates a drainage system layout with three parallel channels, labeled Οδόςτριγλια 1, 2, and 3. Channel 1 is at the bottom, Channel 2 in the middle, and Channel 3 at the top. Each channel contains a series of manholes, represented by circles with crosses. The elevations of the manholes are indicated by numbers: 1.1, 1.3, 1.5, 1.4, 1.3, 1.3, 1.3, and 1.1. The channels are separated by concrete walls, and the entire system is enclosed within a larger boundary. The drawing includes a scale bar at the bottom left, showing distances from 0.00 m to 50.00 m, and a vertical scale bar on the right, showing distances from 0.00 m to 16.00 m. Arrows indicate the flow direction from left to right.

Κλίμακα: 1 : 500

Αναλυτική Μελέτη Φωτισμού 4ου Σεναρίου(LED 111.2 W)

Περιεχόμενα

Αναλυτική Μελέτη Φωτισμού 4ου Σεναρίου(LED 111.2 W)

Philips Lighting BGP352 T25 1xECO113-2S/740 DC 1xECO113-2S/740

Δελτίο στοιχείων φωτιστικού (1xECO113-2S/740).....3

Σχήμα δρόμου 1

Σχήμα δρόμου 1

Στοιχεία σχεδιασμού.....6

Οδόστρωμα 1 (ME4a)

Περίληψη αποτελεσμάτων..... 8

Πίνακας.....9

Ισοδύναμες γραμμές..... 10

Γραφική παράσταση τιμών.....13

Οδόστρωμα 2 (ME4a)

Περίληψη αποτελεσμάτων..... 16

Πίνακας.....17

Ισοδύναμες γραμμές..... 18

Γραφική παράσταση τιμών.....21

Philips Lighting BGP352 T25 1xECO113-2S/740 DC 1xECO113-2S/740 / Δελτίο στοιχείων φωτιστικού (1xECO113-2S/740)



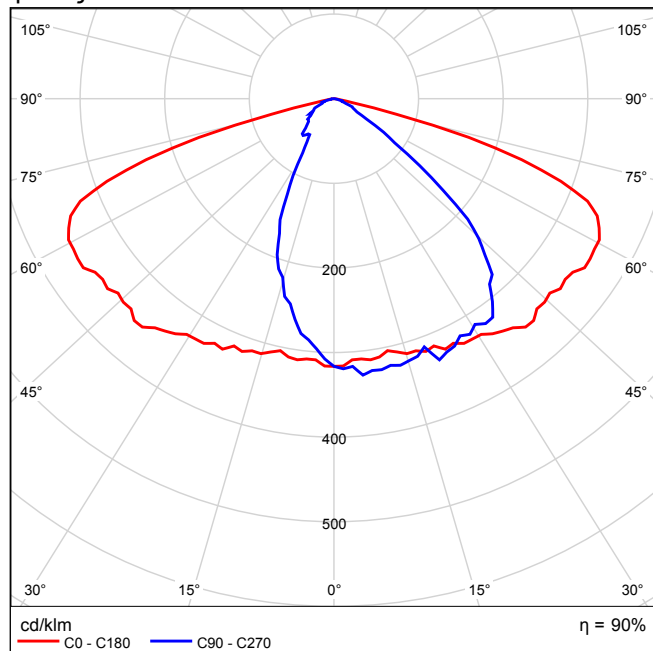
Iridium² LEDGINE – lighting the road ahead

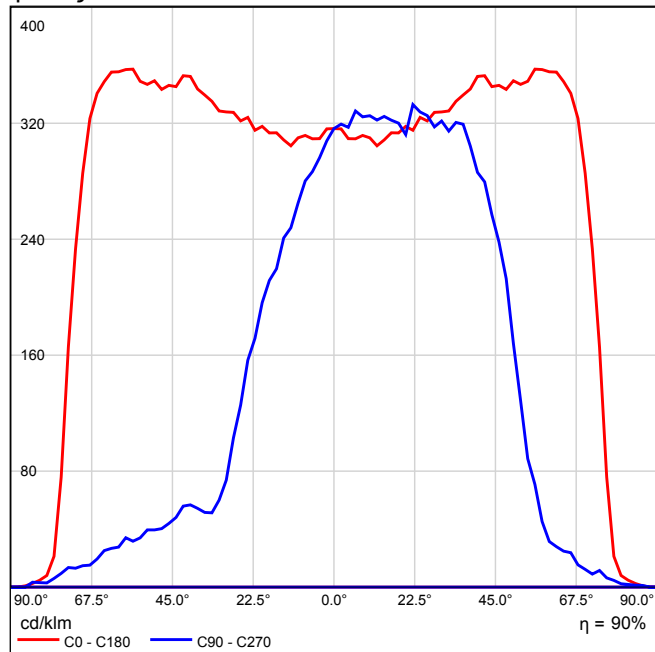
Iridium² is a family of road-lighting luminaires designed for performance and sustainability. Depending on the application and budget, customers can start with LED, electronic HID or a mix of both technologies with the same luminaire. Whatever the initial choice, Iridium²'s modularity allows customers to upgrade their installations (LED to LED or e-HID to LED) whenever they want, simply by changing the light engine.

The integration of LEDGINE, brand new HID optics, electronic gear and controls is a response to the growing demand for energy savings. The new Iridium² HID optics are designed to deliver best-in-class lighting performance while offering tremendous flexibility in application. All these features, combined with Iridium²'s ease of installation and maintenance, ensure that customers enjoy low cost of ownership.

Βαθμός απόδοσης λειτουργίας: 89.83%
 Φωτεινή ροή λαμπτήρα: 11329 lm
 Φωτεινή ροή φωτιστικού: 10177 lm
 Ισχύς: 111.6 W
 Ωφέλιμος φωτός: 91.2 lm/W

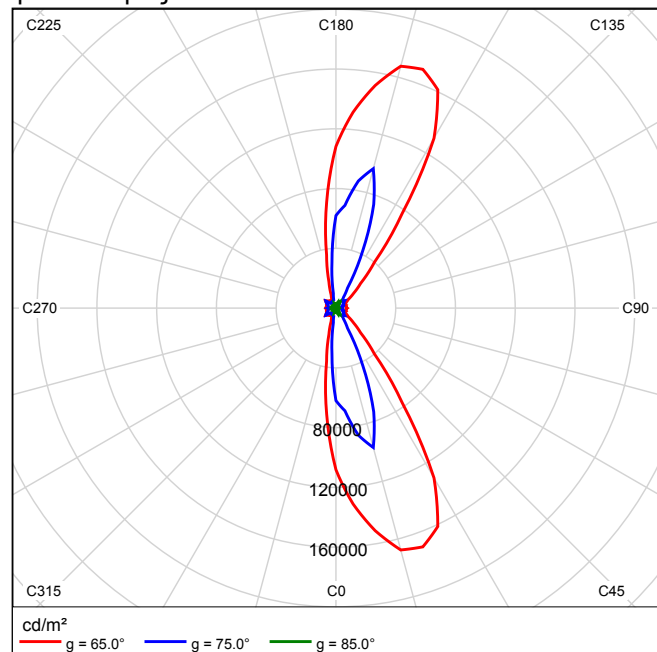
Εκπομπή φωτός 1 / Πολικό διάγραμμα κατανομής φωτός



Εκπομπή φωτός 1 / Γραμμικό διάγραμμα κατανομής
φωτός

Δεν δημιουργείται διάγραμμα κώνου επειδή η κατανομή φωτός δεν είναι συμμετρική.

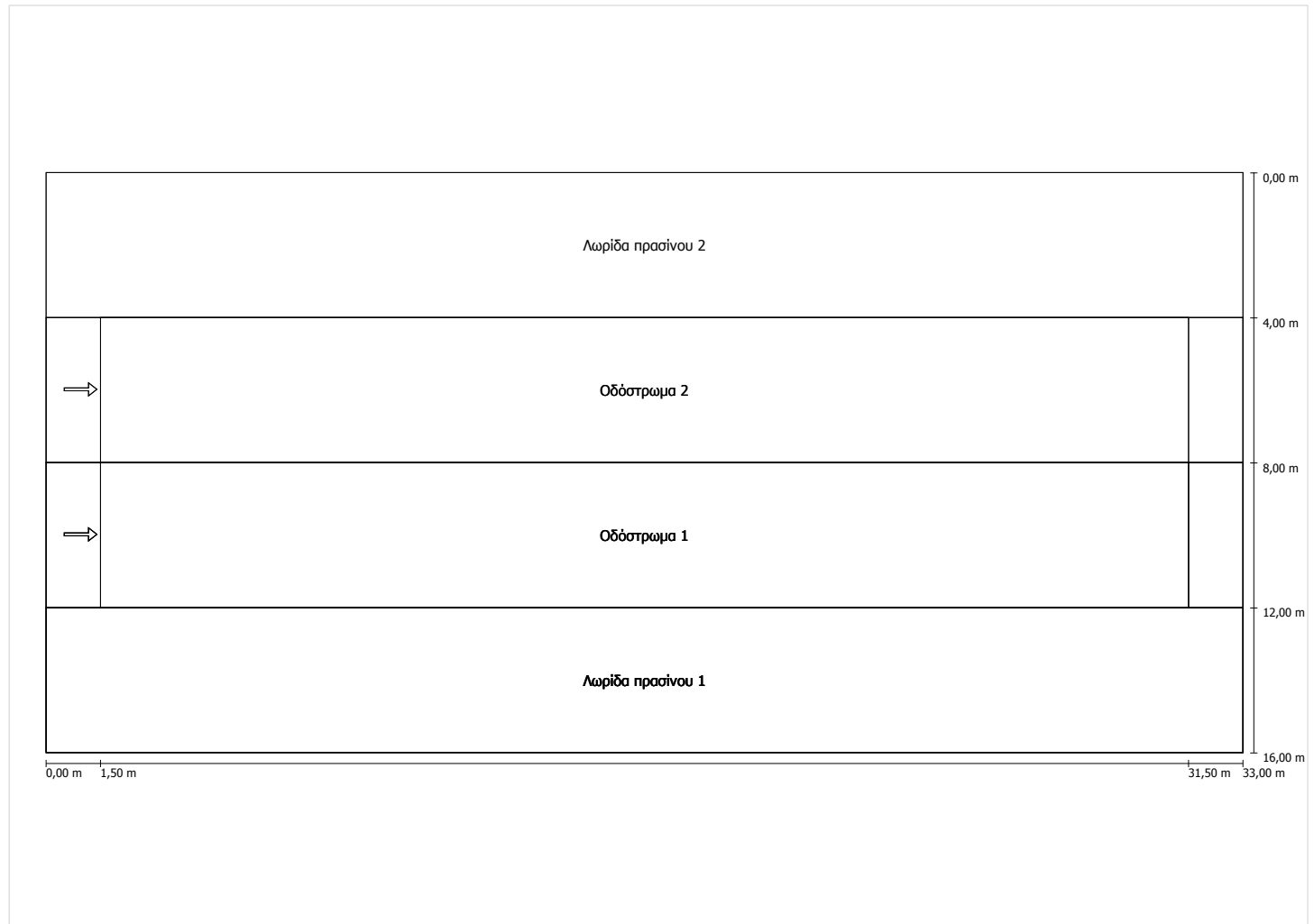
Εκπομπή φωτός 1 / Διάγραμμα πυκνότητας φωτεινότητας



Σχήμα δρόμου 1 / Στοιχεία σχεδιασμού

Σχεδιασμός κατά EN 13201

Προφίλ δρόμου



Κλίμακα: 1 : 100

Λωρίδα πρασίνου 2

Πλάτος: 4.000 m

Οδόστρωμα 2

Πλάτος: 4.000 m

Αριθμός λωρίδων κυκλοφορίας: 1

Ασφαλτοτάπητας (στεγνός): CIE R3

q0 (στεγνό): 0.070

Ασφαλτοτάπητας (υγρός): Wet surface W3

q0 (υγρό): 0.200

Οδόστρωμα 1

Πλάτος: 4.000 m

Αριθμός λωρίδων κυκλοφορίας: 1

Ασφαλτοτάπητας (στεγνός): CIE R3

q0 (στεγνό): 0.070

Ασφαλτοτάπητας (υγρός): Wet surface W3

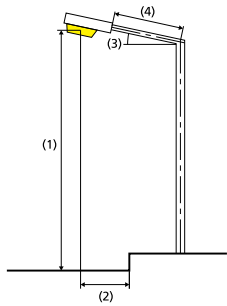
q0 (υγρό): 0.200

Λωρίδα πρασίνου 1

Πλάτος: 4.000 m

Συντελεστής συντήρησης: 0.70

Διατάξεις φωτιστικών



Φωτιστικό:	Philips Lighting BGP352 T25 1xEco113-2S/740 DC	ULR:	0.00
Φωτεινή ροή (φωτιστικό):	10176.94 lm	ULOR:	0.00
Φωτεινή ροή (λαμπτήρας):	11329.00 lm	W/km:	3682.80
Ισχύς φωτιστικού:	111.6 W	Μέγιστες τιμές της έντασης φωτός	
Διάταξη:	μονόπλευρα κάτω	στις 70°:	444 cd/klm
Απόσταση ιστών (κολόνες):	30.000 m	στις 80°:	16 cd/klm
Κλίση βραχίονα (3):	0.0 °	στις 90°:	0.00 cd/klm
Μήκος βραχίονα (4):	1.000 m	Κάθε φορά σε όλες τις κατευθύνσεις, που σχηματίζουν τη	
Ύψος σημείου φωτός (1):	12.000 m	δεδομένη γωνία με την κάτω κάθετο σε εγκαταστημένα	
Προεξοχή φωτεινών σημείων (2):	0.500 m	φωτιστικά που λειτουργούν.	
		Η διάταξη εκπληρεί την κατηγορία δείκτη τύφλωσης D.6	

Οδόςτρωμα 1 (ME4a) / Περίληψη αποτελεσμάτων

Συντελεστής συντήρησης: 0.70
Κάναβος: 10 x 3 Σημεία
Επιλεγμένη κατηγορία φωτισμού: ME4a
Αντίστοιχα στοιχεία δρόμου:

Οδόςτρωμα 1 Πλάτος: 4.000 m
Αριθμός λωρίδων κυκλοφορίας: 1
Ασφαλοτόπησης (στεγνό): CIE R3
q0 (στεγνό): 0.070
Ασφαλοτόπησης (υγρό): Wet surface W3
q0 (υγρό): 0.200

	Lm [cd/m²]	U0	UI	TI [%]	SR
Πραγματική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	1.01	0.89	0.93	4	0.88
Ονομαστική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.50
Εκπληρείται/δεν εκπληρείται	✓	✓	✓	✓	✓

Αντίστοιχος παρατηρητής (1):

Παρατηρητής	Θέση [m]	Lm [cd/m²]	U0	UI	TI [%]
Παρατηρητής 1	(-60, 6, 1,5)	1.01	0.89	0.93	4

Οδόστρωμα 1 (ME4a) / Πίνακας

Οριζόντια ένταση φωτισμού [lx]

7.333	19	16	14	13	11	11	13	14	16	19
6.000	19	17	15	12	11	11	12	15	17	19
4.667	19	16	14	12	9.85	9.83	12	14	17	19
m	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500

Κάναβος: 10 x 3 Σημεία

EAvg [lx]	EMin [lx]	EMax [lx]	g1	g2
14	9.83	19	0.680	0.514

Παρατηρητής 1

Πυκνότητα φωτεινότητας σε στεγνό οδόστρωμα [cd/m²]

7.333	0.95	0.94	0.93	0.91	0.90	0.89	0.90	0.94	0.92	0.95
6.000	1.10	1.10	1.06	1.03	1.02	1.05	1.07	1.08	1.07	1.08
4.667	1.06	1.04	1.02	1.00	0.97	1.00	1.05	1.03	1.05	1.06
m	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500

Κάναβος: 10 x 3 Σημεία

Πυκνότητα φωτεινότητας με καινούριο λαμπτήρα [cd/m²]

7.333	1.36	1.34	1.32	1.30	1.29	1.27	1.29	1.35	1.31	1.35
6.000	1.57	1.57	1.52	1.47	1.46	1.51	1.53	1.54	1.53	1.54
4.667	1.51	1.49	1.45	1.43	1.39	1.42	1.50	1.48	1.50	1.51
m	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500

Κάναβος: 10 x 3 Σημεία

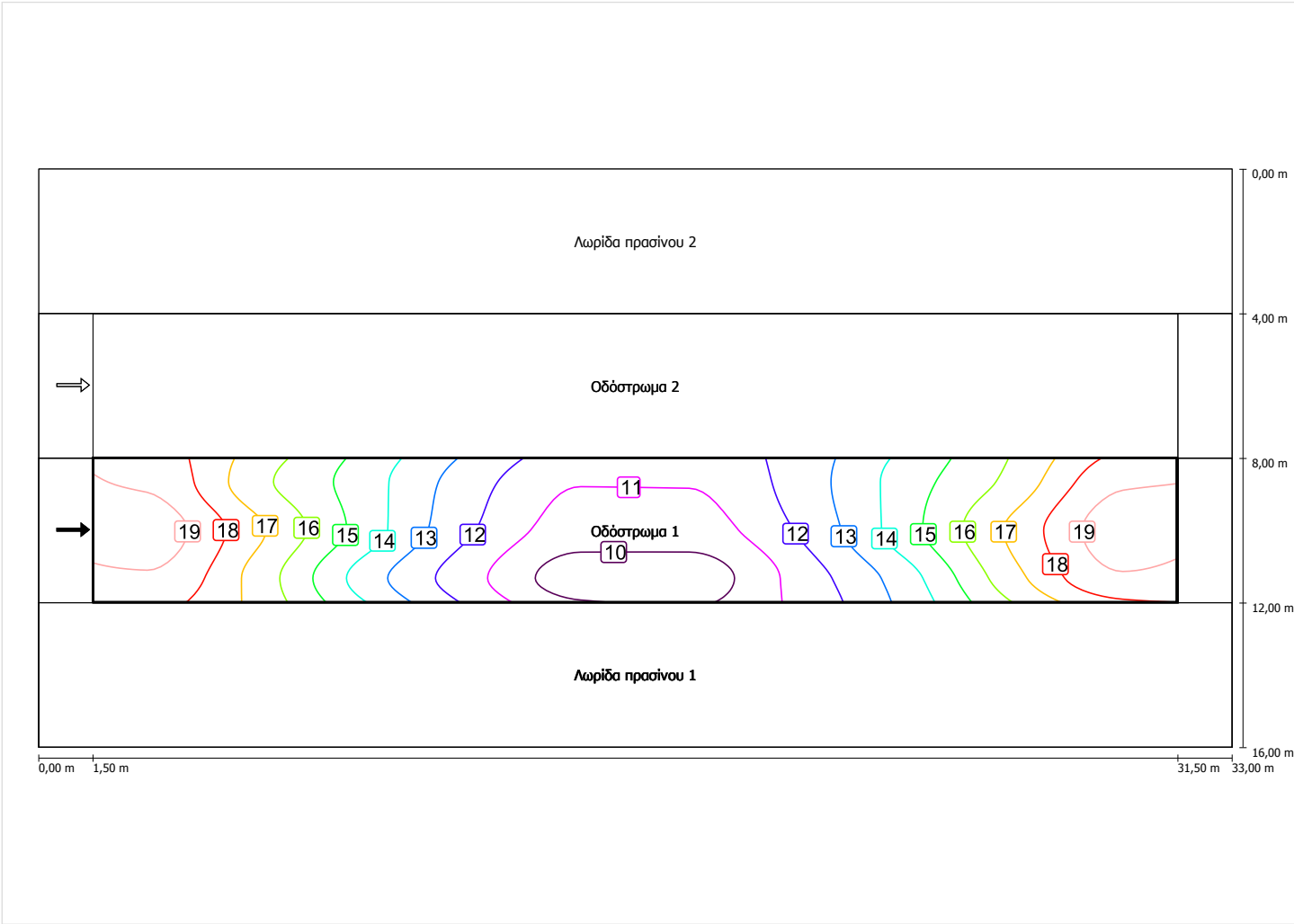
Συντελεστής συντήρησης: 0.70
Κάναβος: 10 x 3 Σημεία
Επιλεγμένη κατηγορία φωτισμού: ME4a
Αντίστοιχα στοιχεία δρόμου:

Οδόστρωμα 1

Πλάτος: 4.000 m
Αριθμός λωρίδων κυκλοφορίας: 1
Ασφαλοτότητας (στεγνός): CIE R3
q0 (στεγνό): 0.070
Ασφαλοτότητας (υγρός): Wet surface W3
q0 (υγρό): 0.200

	Lm [cd/m²]	U0	UI	TI [%]	SR
Πραγματική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	1.01	0.89	0.93	4	0.88
Ονομαστική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.50
Εκπληρείται/δεν εκπληρείται	✓	✓	✓	✓	✓

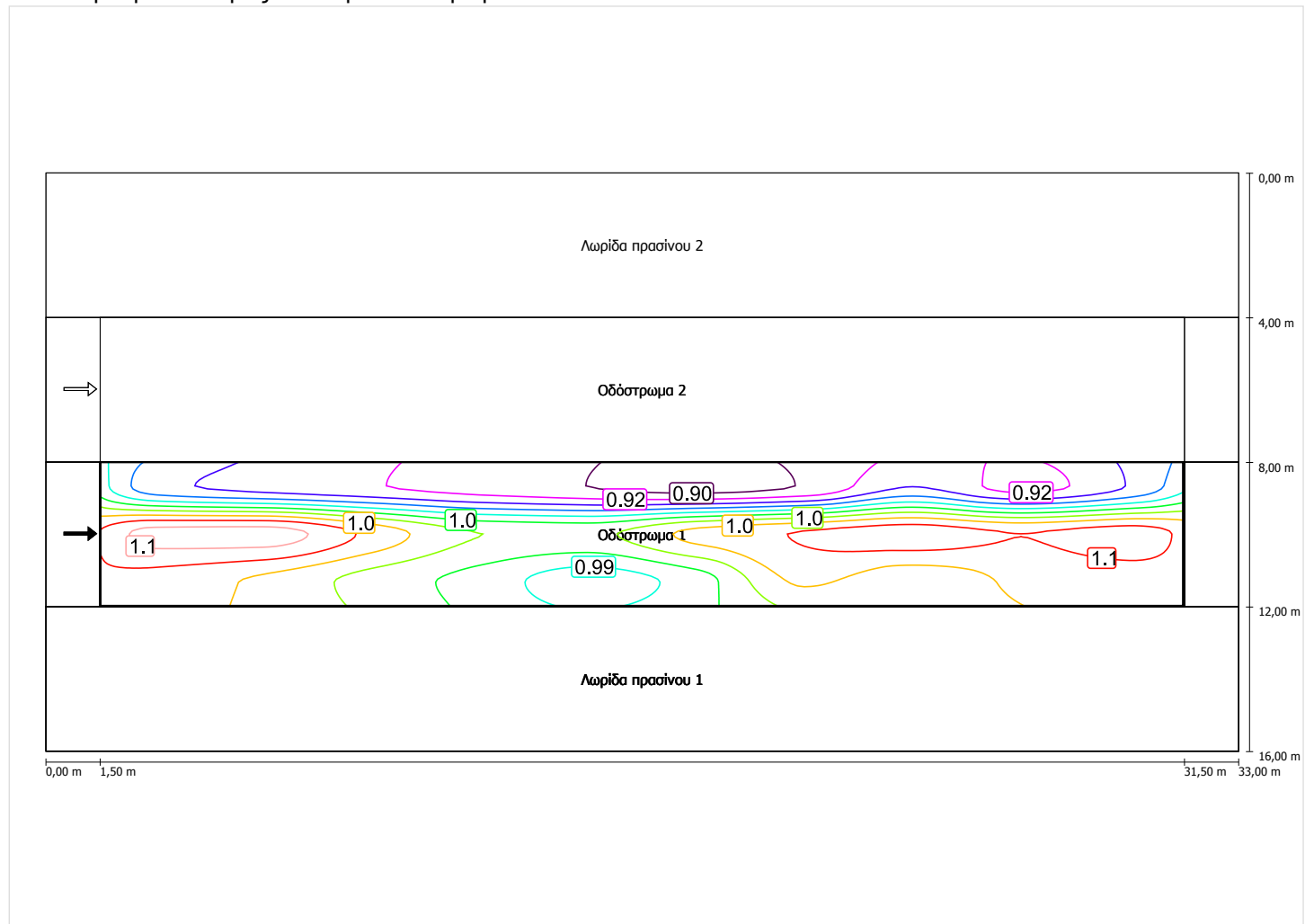
Οριζόντια ένταση φωτισμού



Κλίμακα: 1 : 200

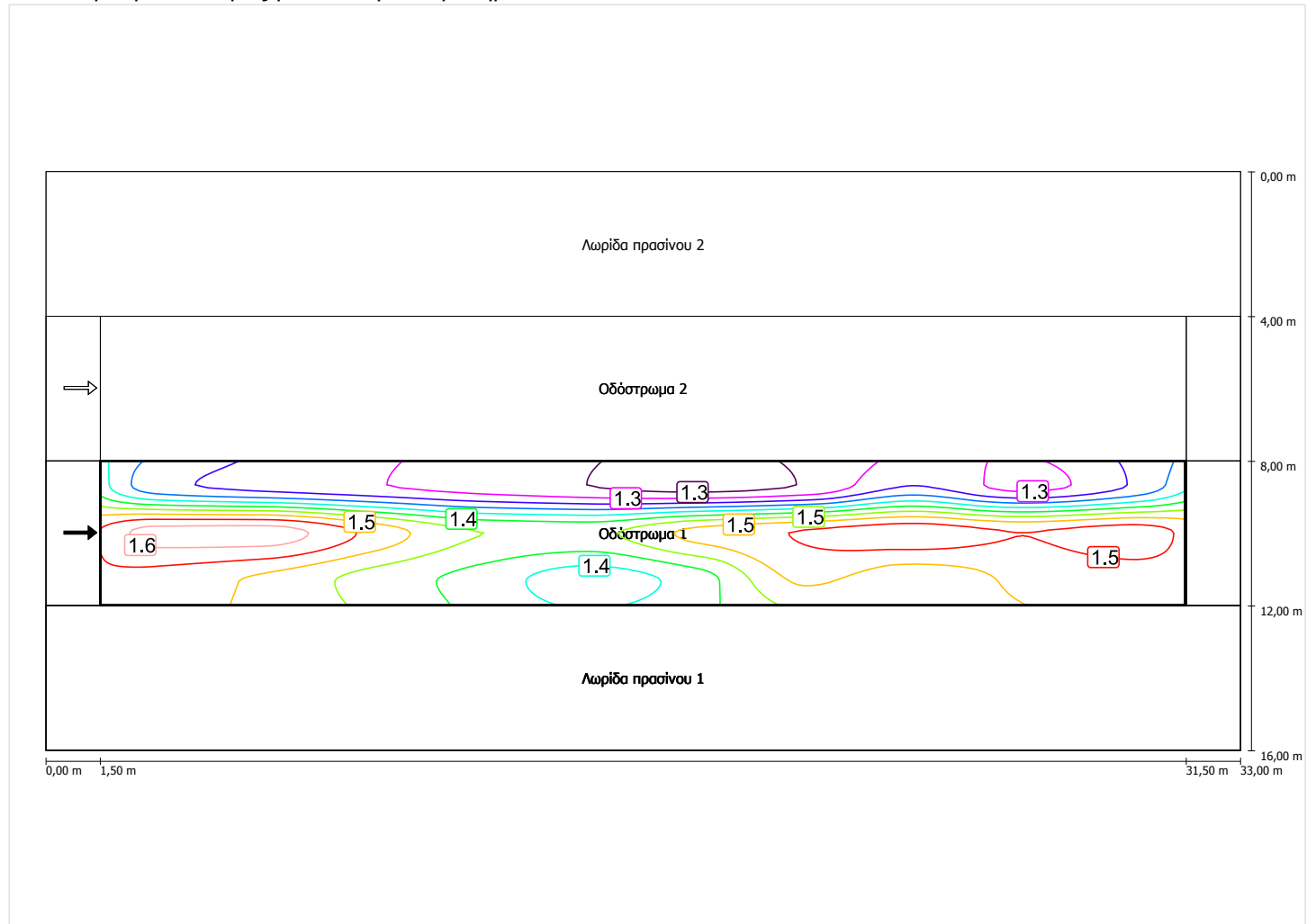
Παρατηρητής 1

Πυκνότητα φωτεινότητας σε στεγνό οδόστρωμα



Κλίμακα: 1 : 200

Πυκνότητα φωτεινότητας με καινούριο λαμπτήρα



Κλίμακα: 1 : 200

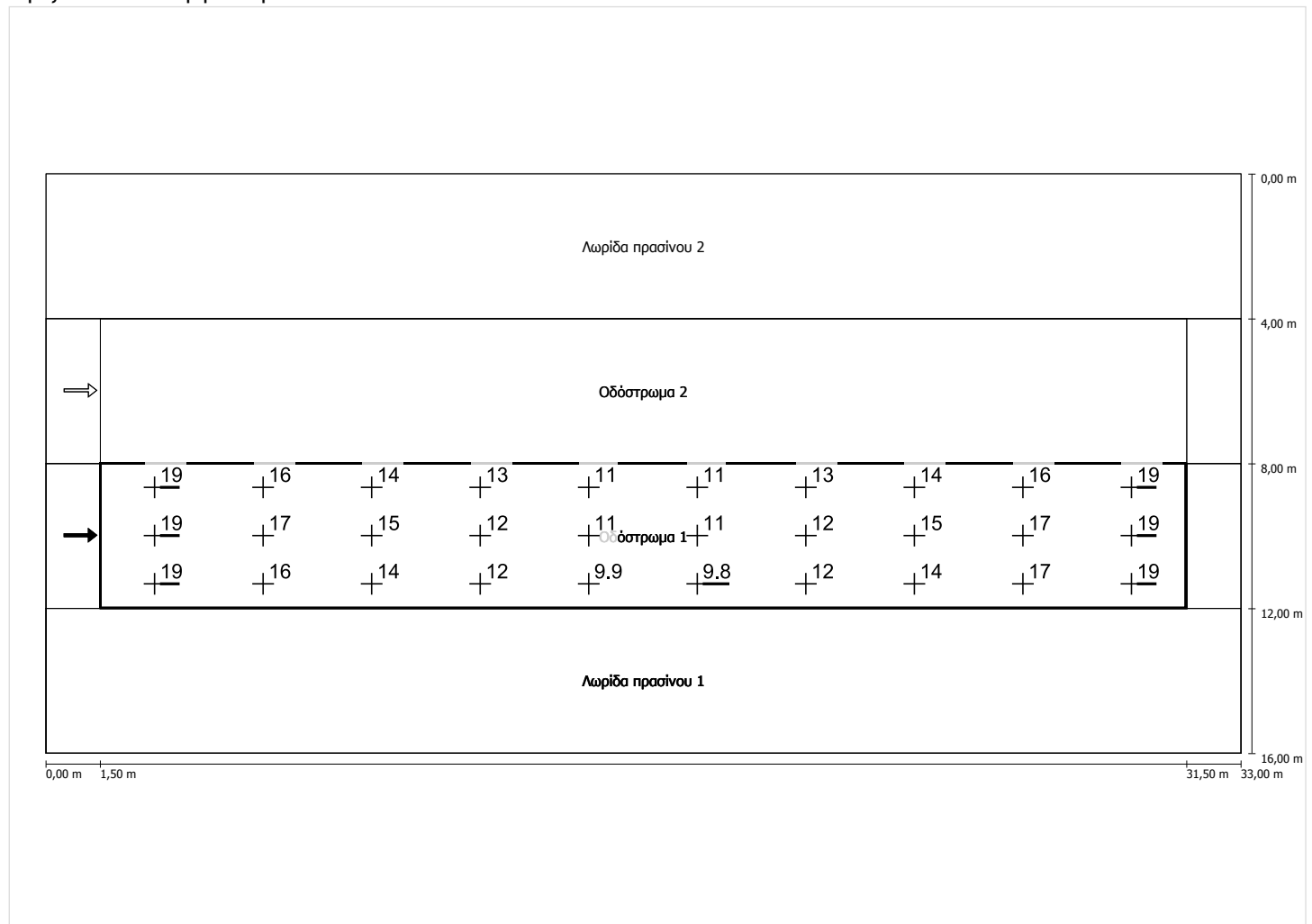
Οδόστρωμα 1 (ME4a) / Γραφική παράσταση τιμών

Συντελεστής συντήρησης: 0.70
 Κάνναβος: 10 x 3 Σημεία
 Επιλεγμένη κατηγορία φωτισμού: ME4a
 Αντίστοιχα στοιχεία δρόμου:

Οδόστρωμα 1	Πλάτος: 4.000 m
	Αριθμός λωρίδων κυκλοφορίας: 1
	Ασφαλοτότητας (στεγνός): CIE R3
	q0 (στεγνό): 0.070
	Ασφαλοτότητας (υγρός): Wet surface W3
	q0 (υγρό): 0.200

	Lm [cd/m²]	U0	UI	TI [%]	SR
Πραγματική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	1.01	0.89	0.93	4	0.88
Ονομαστική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.50
Εκπληρείται/δεν εκπληρείται	✓	✓	✓	✓	✓

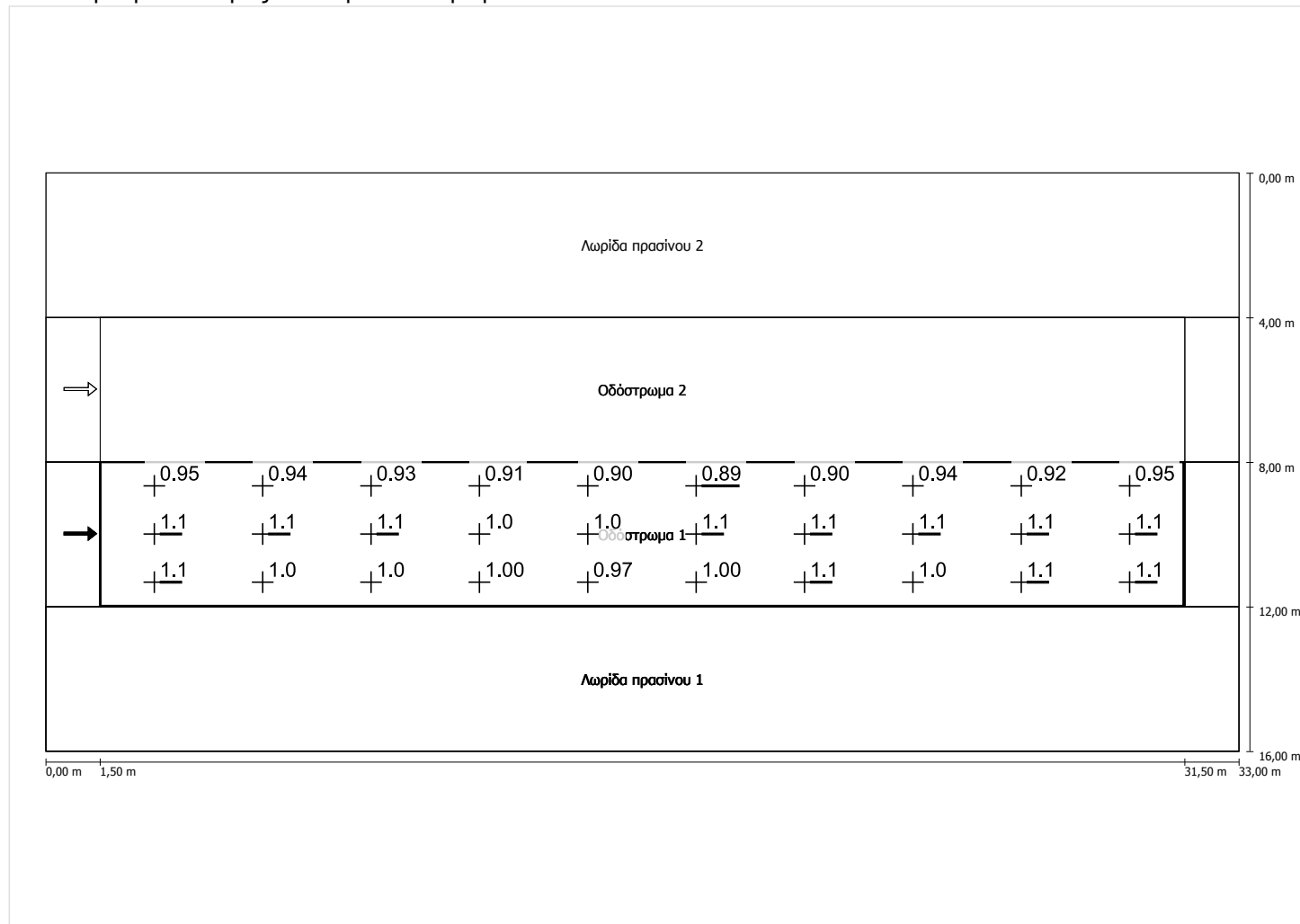
Οριζόντια ένταση φωτισμού



Κλίμακα: 1 : 200

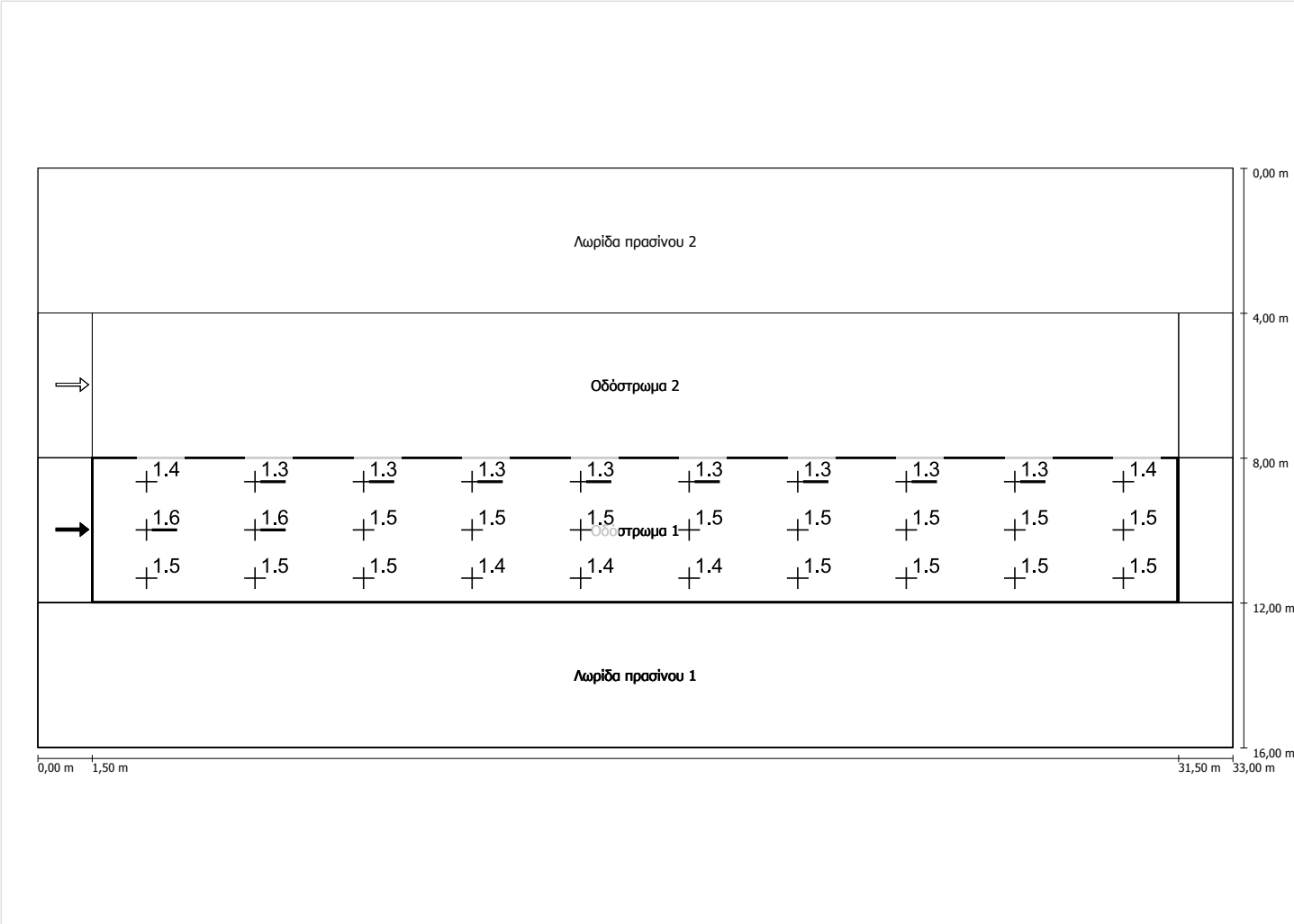
Παρατηρητής 1

Πυκνότητα φωτεινότητας σε στεγνό οδόστρωμα



Κλίμακα: 1 : 200

Πυκνότητα φωτεινότητας με καινούριο λαμπτήρα



Κλίμακα: 1 : 200

Οδόςτρωμα 2 (ME4a) / Περίληψη αποτελεσμάτων

Συντελεστής συντήρησης: 0.70
 Κάνναβος: 10 x 3 Σημεία
 Επιλεγμένη κατηγορία φωτισμού: ME4a
 Αντίστοιχα στοιχεία δρόμου:

Οδόςτρωμα 2	Πλάτος: 4.000 m
	Αριθμός λωρίδων κυκλοφορίας: 1
	Ασφαλοτόπησης (στεγνό): CIE R3
	q0 (στεγνό): 0.070
	Ασφαλοτόπησης (υγρό): Wet surface W3
	q0 (υγρό): 0.200

	Lm [cd/m²]	U0	UI	TI [%]	SR
Πραγματική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	0.75	0.79	0.94	5	0.97
Ονομαστική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.50
Εκπληρείται/δεν εκπληρείται	✓	✓	✓	✓	✓

Αντίστοιχος παρατηρητής (1):

Παρατηρητής	Θέση [m]	Lm [cd/m²]	U0	UI	TI [%]
Παρατηρητής 1	(-60, 10, 1,5)	0.75	0.79	0.94	5

Οδόστρωμα 2 (ME4a) / Πίνακας

Οριζόντια ένταση φωτισμού [lx]

11.333	14	13	12	12	11	11	12	12	13	14
10.000	16	14	13	12	11	11	12	13	14	16
8.667	17	16	14	12	11	11	12	14	16	17
m	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500

Κάναβος: 10 x 3 Σημεία

EAvg [lx]	EMin [lx]	EMax [lx]	g1	g2
13	11	17	0.816	0.626

Παρατηρητής 1

Πυκνότητα φωτεινότητας σε στεγνό οδόστρωμα [cd/m²]

11.333	0.61	0.64	0.63	0.62	0.64	0.62	0.62	0.59	0.59	0.60
10.000	0.73	0.75	0.75	0.74	0.73	0.71	0.73	0.73	0.71	0.72
8.667	0.94	0.93	0.91	0.89	0.86	0.84	0.86	0.90	0.88	0.89
m	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500

Κάναβος: 10 x 3 Σημεία

Πυκνότητα φωτεινότητας με καινούριο λαμπτήρα [cd/m²]

11.333	0.88	0.91	0.90	0.88	0.91	0.88	0.89	0.85	0.85	0.86
10.000	1.05	1.07	1.08	1.06	1.04	1.01	1.05	1.04	1.01	1.03
8.667	1.34	1.33	1.30	1.28	1.23	1.19	1.23	1.28	1.26	1.28
m	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500

Κάναβος: 10 x 3 Σημεία

Οδόστρωμα 2 (ME4a) / Ισοδύναμες γραμμές

Συντελεστής συντήρησης: 0.70
 Κάνναβος: 10 x 3 Σημεία
 Επιλεγμένη κατηγορία φωτισμού: ME4a
 Αντίστοιχα στοιχεία δρόμου:

Οδόστρωμα 2

Πλάτος: 4.000 m

Αριθμός λωρίδων κυκλοφορίας: 1

Ασφαλοτότητας (στεγνός): CIE R3

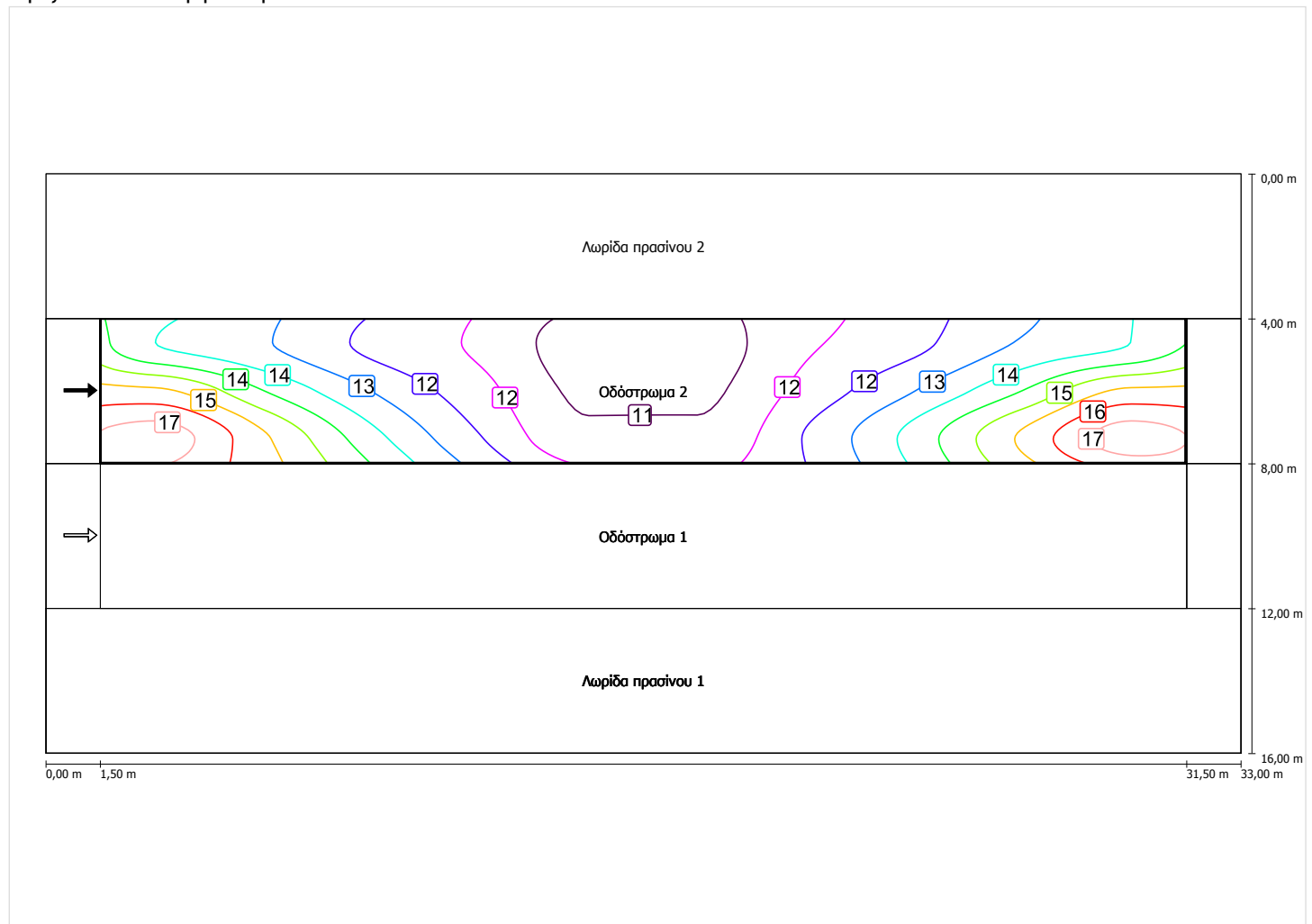
q0 (στεγνό): 0.070

Ασφαλοτότητας (υγρός): Wet surface W3

q0 (υγρό): 0.200

	Lm [cd/m²]	U0	UI	TI [%]	SR
Πραγματική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	0.75	0.79	0.94	5	0.97
Ονομαστική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.50
Εκπληρείται/δεν εκπληρείται	✓	✓	✓	✓	✓

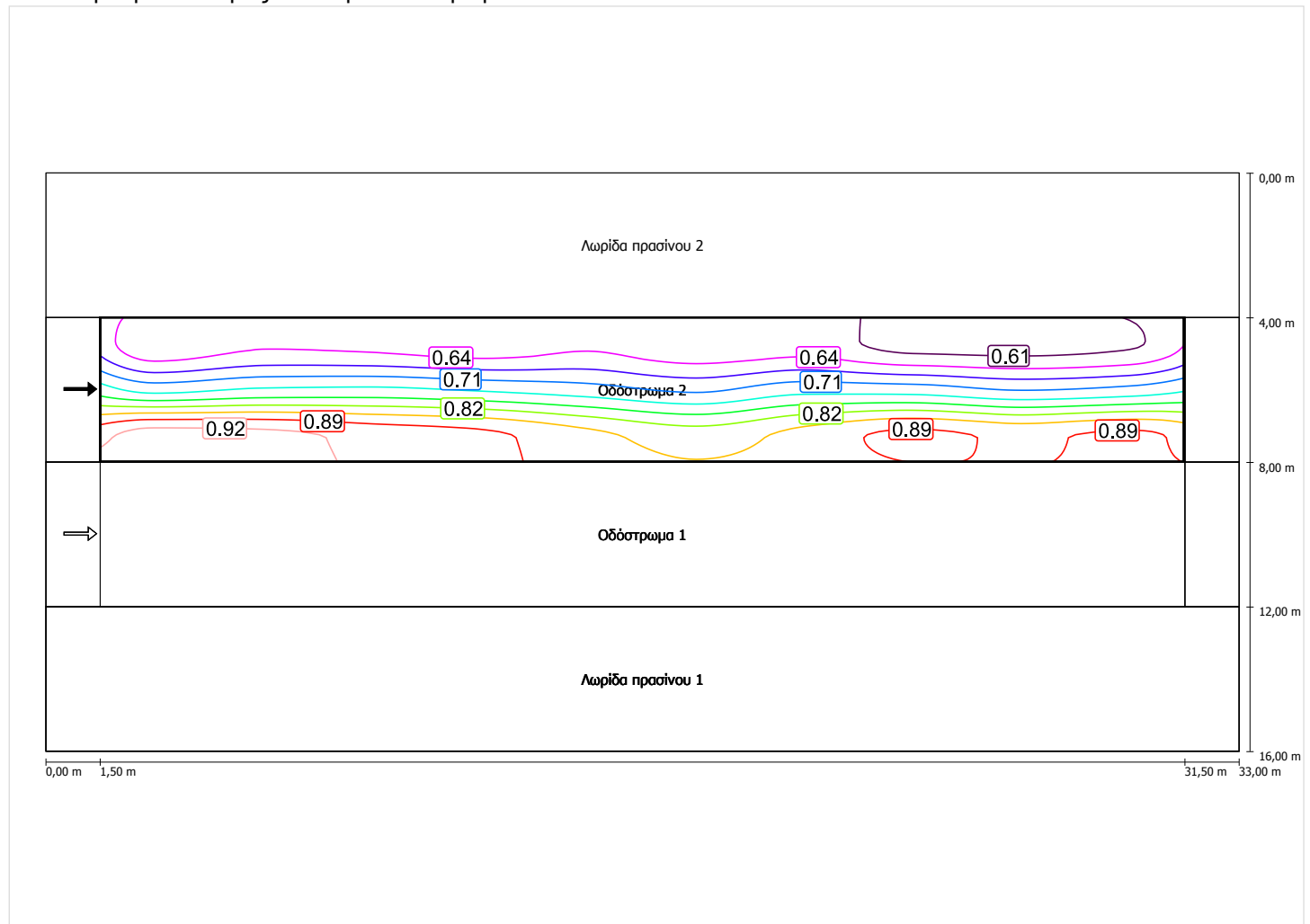
Οριζόντια ένταση φωτισμού



Κλίμακα: 1 : 200

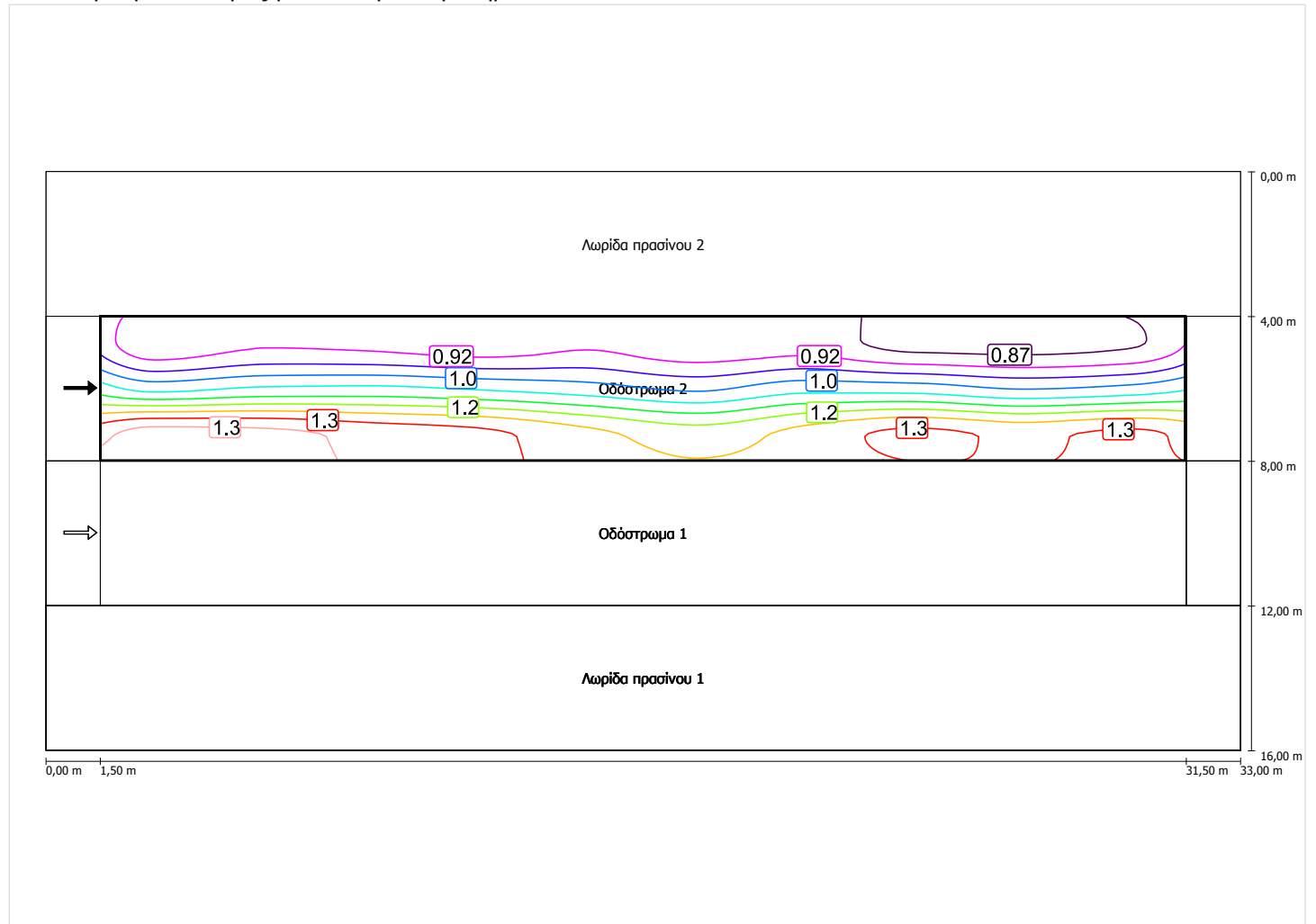
Παρατηρητής 1

Πυκνότητα φωτεινότητας σε στεγνό οδόστρωμα



Κλίμακα: 1 : 200

Πυκνότητα φωτεινότητας με καινούριο λαμπτήρα



Κλίμακα: 1 : 200

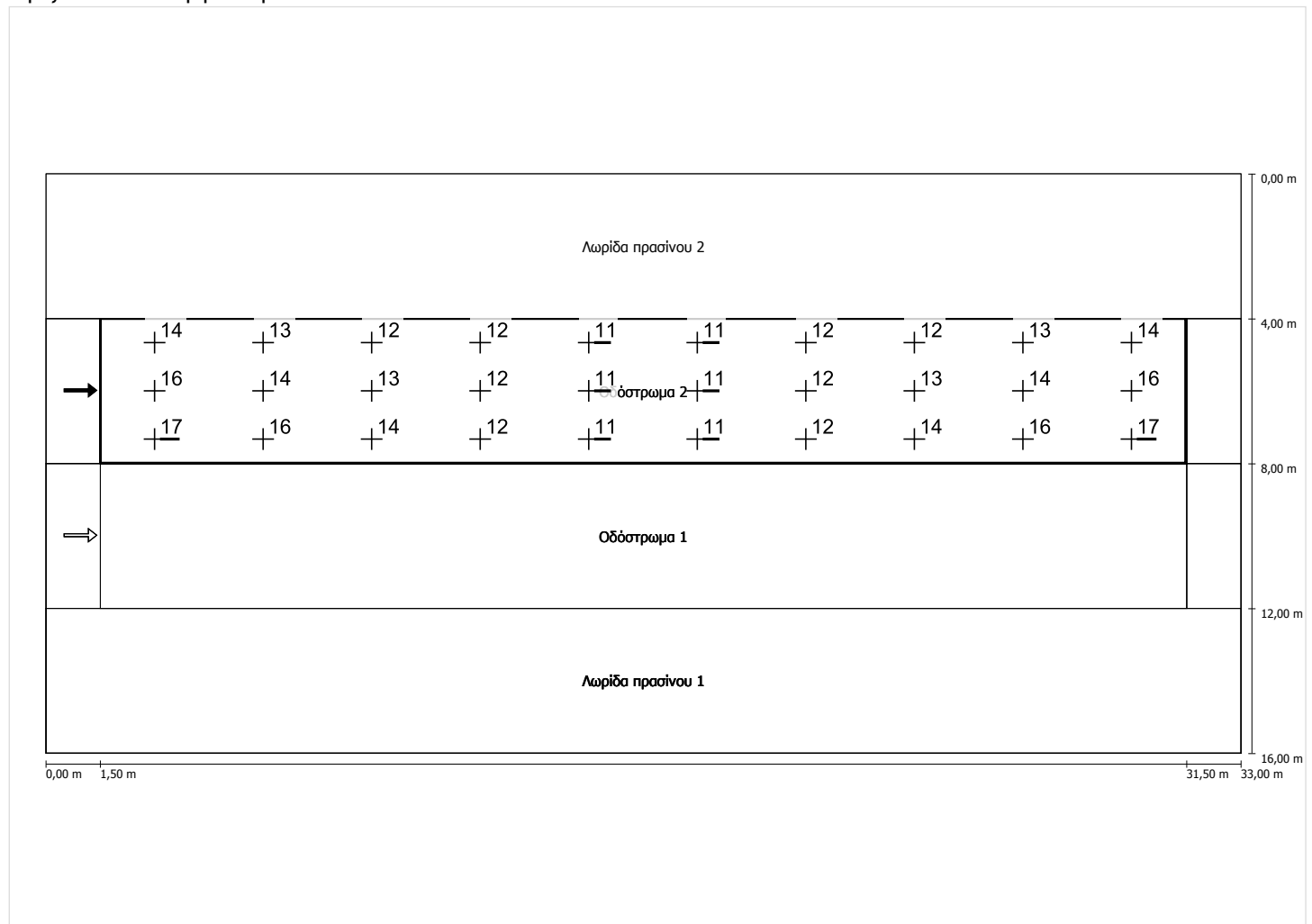
Οδόστρωμα 2 (ME4a) / Γραφική παράσταση τιμών

Συντελεστής συντήρησης: 0.70
Κάναβος: 10 x 3 Σημεία
Επιλεγμένη κατηγορία φωτισμού: ME4a
Αντίστοιχα στοιχεία δρόμου:

Οδόστρωμα 2	Πλάτος: 4.000 m
	Αριθμός λωρίδων κυκλοφορίας: 1
	Ασφαλοτότητας (στεγνός): CIE R3
	q0 (στεγνό): 0.070
	Ασφαλοτότητας (υγρός): Wet surface W3
	q0 (υγρό): 0.200

	Lm [cd/m²]	U0	UI	TI [%]	SR
Πραγματική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	0.75	0.79	0.94	5	0.97
Ονομαστική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.50
Εκπληρείται/δεν εκπληρείται	✓	✓	✓	✓	✓

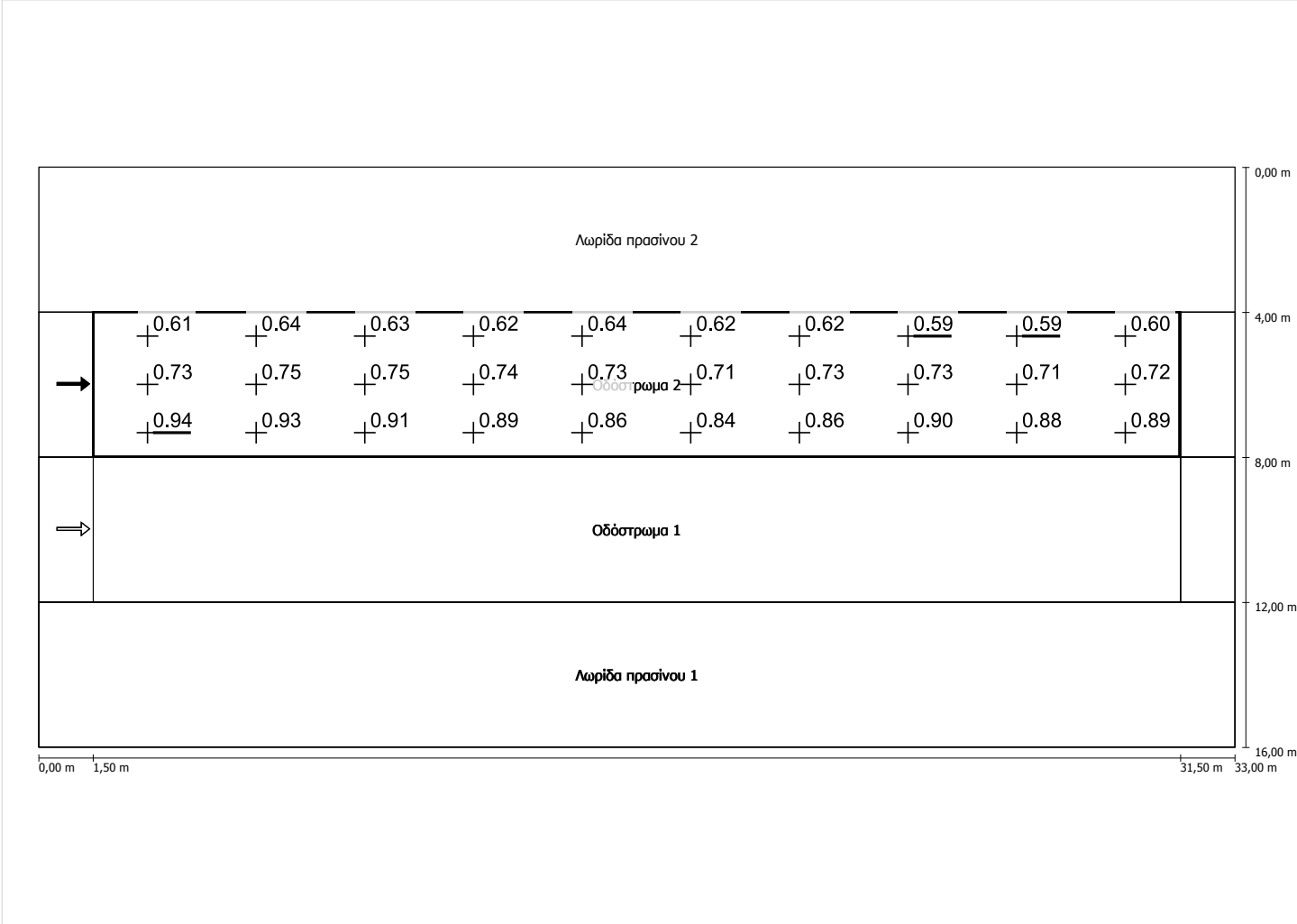
Οριζόντια ένταση φωτισμού



Κλίμακα: 1 : 200

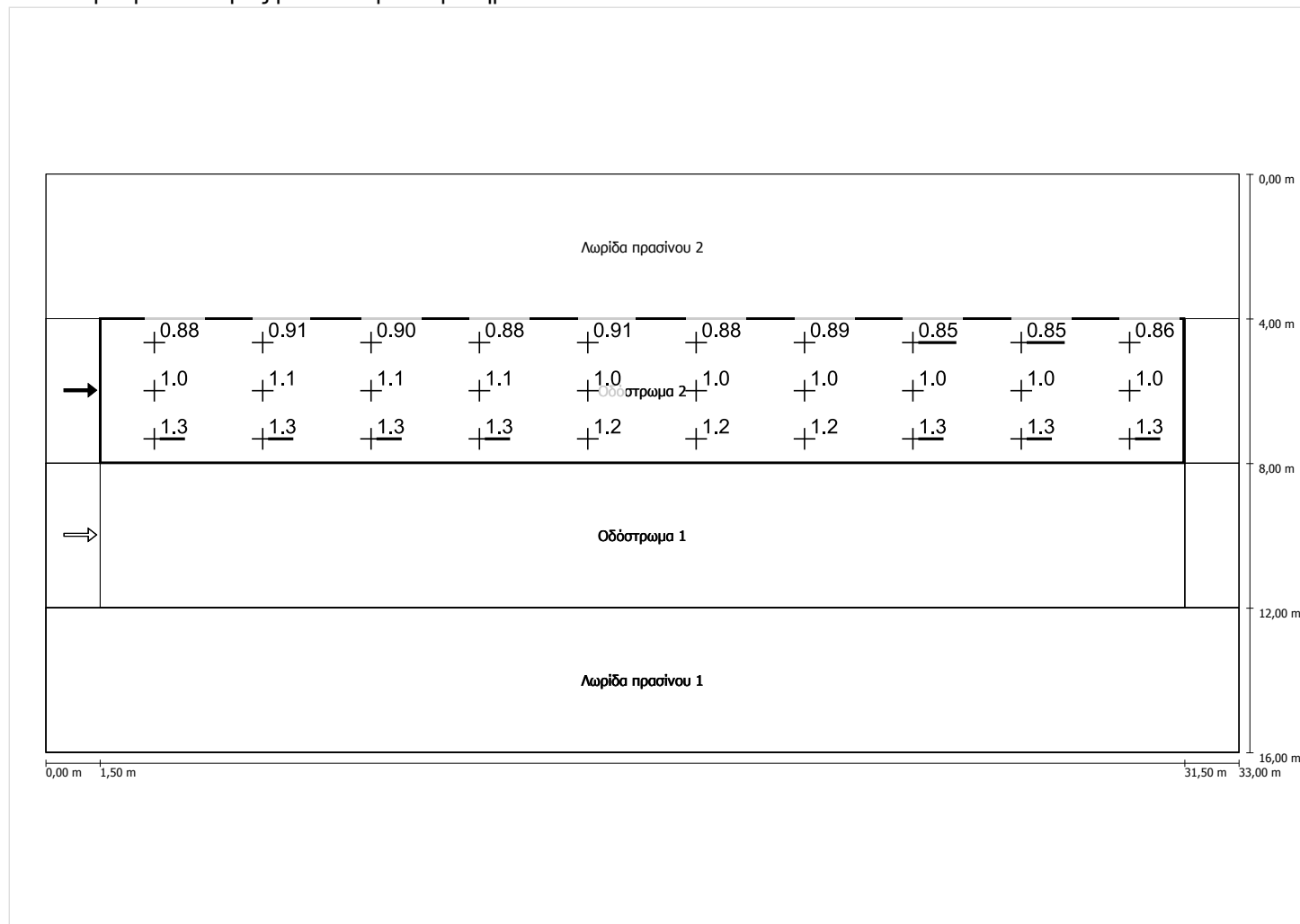
Παρατηρητής 1

Πυκνότητα φωτεινότητας σε στεγνό οδόστρωμα



Κλίμακα: 1 : 200

Πυκνότητα φωτεινότητας με καινούριο λαμπτήρα



Κλίμακα: 1 : 200

Πελάτης:
Πανεπιστήμιο δυτικής Αττικής

Υπεύθυνος επεξεργασίας:
Καραμπέλης Νικόλαος
nikos_karavel@hotmail.com

Ημερομηνία:
4/7/2018

Αναλυτική Μελέτη Φωτισμού 5ου Σεναρίου(LED 80.9 W)

Περιεχόμενα

Αναλυτική Μελέτη Φωτισμού 5ου Σεναρίου(LED 80.9 W)

Philips Lighting BGP352 T25 1xECO85-2S/740 DC 1xECO85-2S/740

Δελτίο στοιχείων φωτιστικού (1xECO85-2S/740).....3

Σχήμα δρόμου 1

Σχήμα δρόμου 1

Στοιχεία σχεδιασμού.....6

Οδόστρωμα 1 (ME4a)

Περίληψη αποτελεσμάτων..... 8

Πίνακας.....9

Ισοδύναμες γραμμές..... 13

Γραφική παράσταση τιμών.....16

Οδόστρωμα 2 (ME4a)

Περίληψη αποτελεσμάτων..... 19

Πίνακας.....20

Ισοδύναμες γραμμές..... 24

Γραφική παράσταση τιμών.....27

Philips Lighting BGP352 T25 1xECO85-2S/740 DC 1xECO85-2S/740 / Δελτίο στοιχείων φωτιστικού (1xECO85-2S/740)



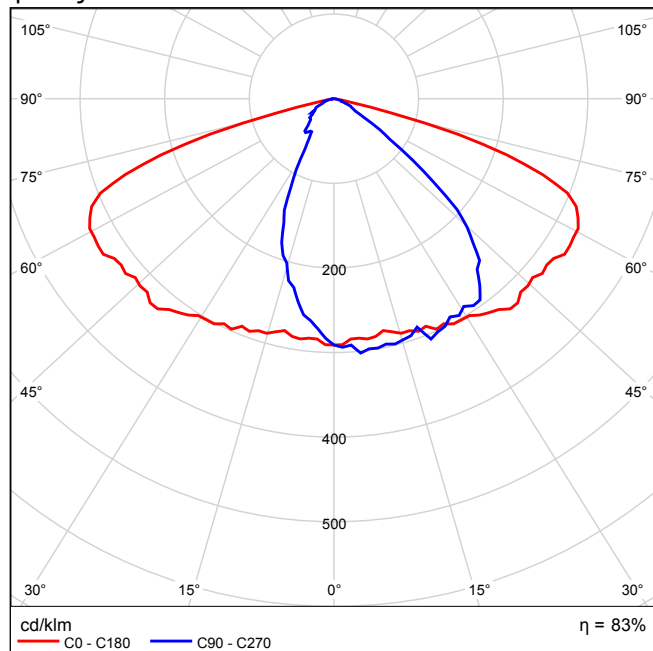
Iridium² LEDGINE – lighting the road ahead

Iridium² is a family of road-lighting luminaires designed for performance and sustainability. Depending on the application and budget, customers can start with LED, electronic HID or a mix of both technologies with the same luminaire. Whatever the initial choice, Iridium²'s modularity allows customers to upgrade their installations (LED to LED or e-HID to LED) whenever they want, simply by changing the light engine.

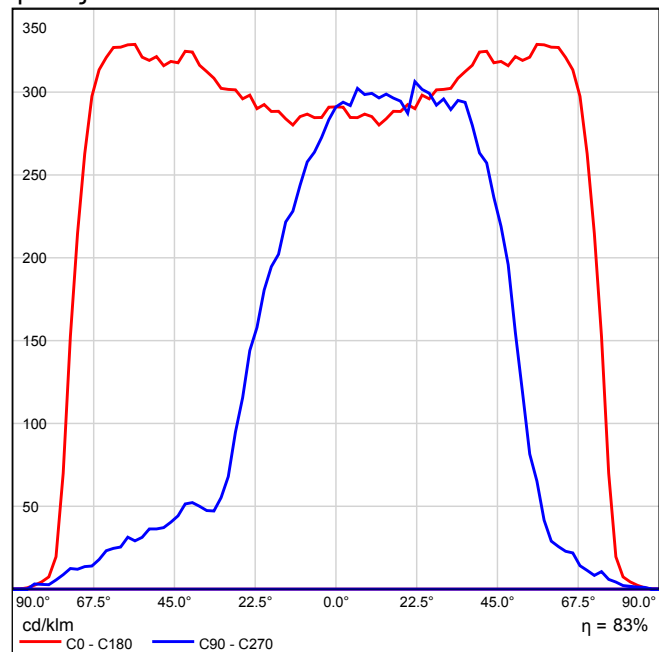
The integration of LEDGINE, brand new HID optics, electronic gear and controls is a response to the growing demand for energy savings. The new Iridium² HID optics are designed to deliver best-in-class lighting performance while offering tremendous flexibility in application. All these features, combined with Iridium²'s ease of installation and maintenance, ensure that customers enjoy low cost of ownership.

Βαθμός απόδοσης λειτουργίας: 82.66%
Φωτεινή ροή λαμπτήρα: 8497 lm
Φωτεινή ροή φωτιστικού: 7024 lm
Ισχύς: 80.9 W
Ωφέλος φωτός: 86.8 lm/W

Εκπομπή φωτός 1 / Πολικό διάγραμμα κατανομής φωτός

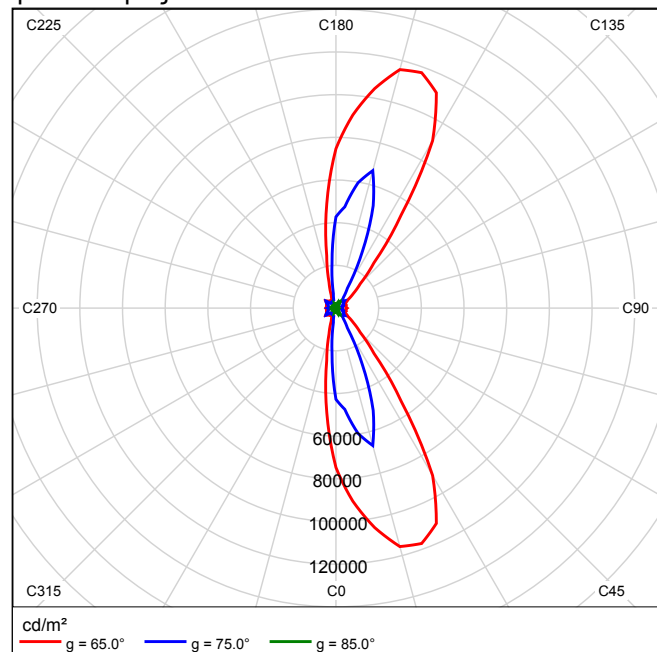


Εκπομπή φωτός 1 / Γραμμικό διάγραμμα κατανομής φωτός



Δεν δημιουργείται διάγραμμα κώνου επειδή η κατανομή φωτός δεν είναι συμμετρική.

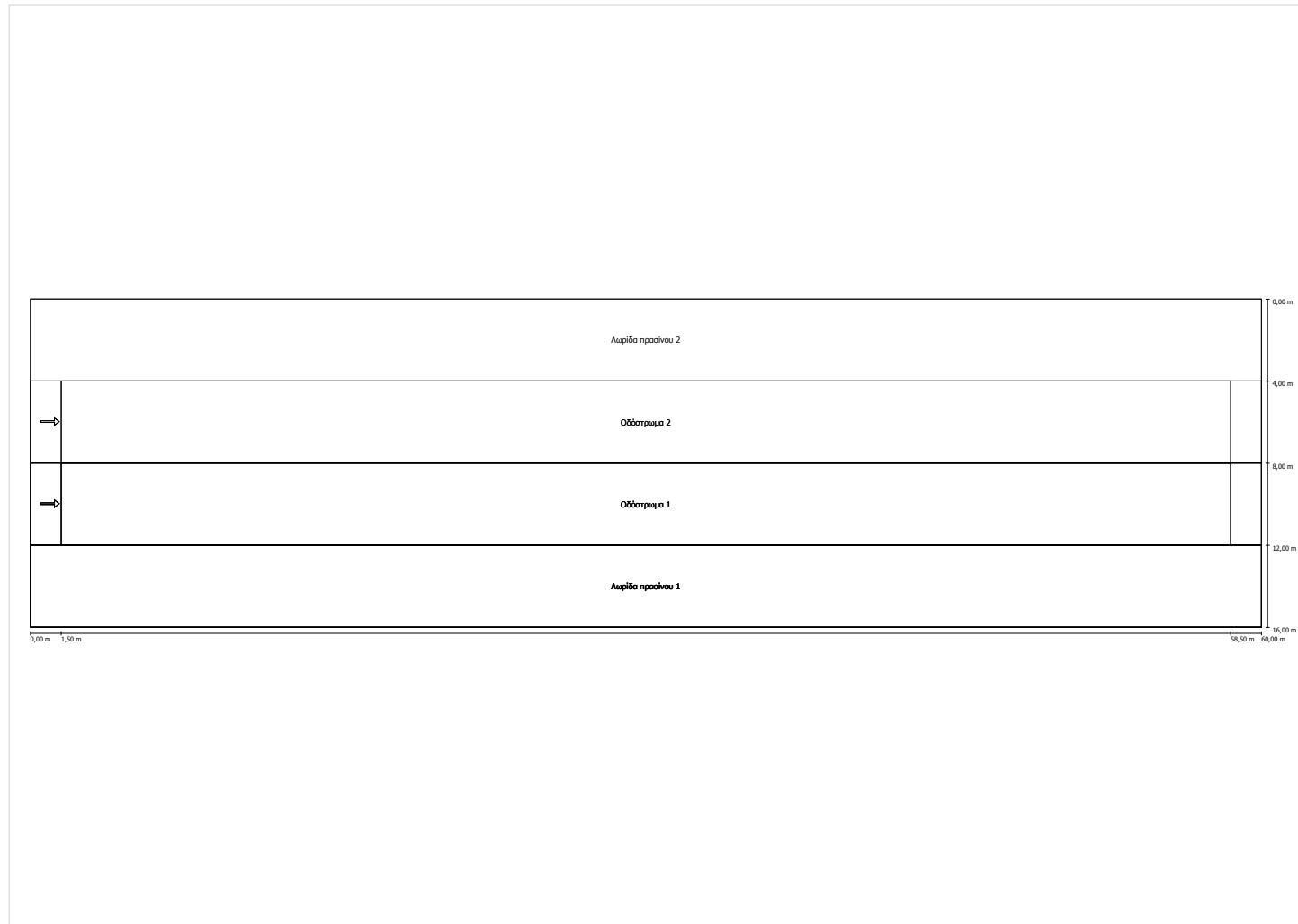
Εκπομπή φωτός 1 / Διάγραμμα πυκνότητας φωτεινότητας



Σχήμα δρόμου 1 / Στοιχεία σχεδιασμού

Σχεδιασμός κατά EN 13201

Προφίλ δρόμου



Κλίμακα: 1 : 100

Λωρίδα πρασίνου 2

Πλάτος: 4.000 m

Οδόστρωμα 2

Πλάτος: 4.000 m

Αριθμός λωρίδων κυκλοφορίας: 1

Ασφαλτοτάπητας (στεγνός): CIE R3

q0 (στεγνό): 0.070

Ασφαλτοτάπητας (υγρός): Wet surface W3

q0 (υγρό): 0.200

Οδόστρωμα 1

Πλάτος: 4.000 m

Αριθμός λωρίδων κυκλοφορίας: 1

Ασφαλτοτάπητας (στεγνός): CIE R3

q0 (στεγνό): 0.070

Ασφαλτοτάπητας (υγρός): Wet surface W3

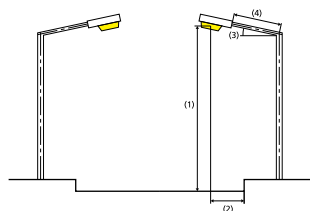
q0 (υγρό): 0.200

Λωρίδα πρασίνου 1

Πλάτος: 4.000 m

Συντελεστής συντήρησης: 0.70

Διατάξεις φωτιστικών



Φωτιστικό:	Philips Lighting BGP352 T25 1xEco85-2S/740 DC	ULR:	0.00
Φωτεινή ροή (φωτιστικό):	7023.88 lm	ULOR:	0.00
Φωτεινή ροή (λαμπτήρας):	8497.00 lm	W/km:	2912.40
Ισχύς φωτιστικού:	80.9 W	Μέγιστες τιμές της έντασης φωτός	
Διάταξη:	αμφίπλευρα μετατοπισμένα	στις 70°:	426 cd/klm
Απόσταση ιστών (κολόνες):	57.000 m	στις 80°:	26 cd/klm
Κλίση βραχίονα (3):	3.0 °	στις 90°:	0.53 cd/klm
Μήκος βραχίονα (4):	1.000 m	Κάθε φορά σε όλες τις κατευθύνσεις, που σχηματίζουν τη	
Ύψος σημείου φωτός (1):	9.000 m	δεδομένη γωνία με την κάτω κάθετο σε εγκαταστημένα	
Προεξοχή φωτεινών σημείων (2):	0.500 m	φωτιστικά που λειτουργούν.	
		Η διάταξη εκπληρεί την κατηγορία δείκτη τύφλωσης D.6	

Οδόστρωμα 1 (ME4a) / Περίληψη αποτελεσμάτων

Συντελεστής συντήρησης: 0.70
Κάναβος: 19 x 3 Σημεία
Επιλεγμένη κατηγορία φωτισμού: ME4a
Αντίστοιχα στοιχεία δρόμου:

Οδόστρωμα 1	Πλάτος: 4.000 m
	Αριθμός λωρίδων κυκλοφορίας: 1
	Ασφαλοτόπησης (στεγνό): CIE R3
	q0 (στεγνό): 0.070
	Ασφαλοτόπησης (υγρό): Wet surface W3
	q0 (υγρό): 0.200

	Lm [cd/m²]	U0	UI	TI [%]	SR
Πραγματική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	0.76	0.64	0.60	7	0.87
Ονομαστική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.50
Εκπληρείται/δεν εκπληρείται	✓	✓	✓	✓	✓

Αντίστοιχος παρατηρητής (1):

Παρατηρητής	Θέση [m]	Lm [cd/m²]	U0	UI	TI [%]
Παρατηρητής 1	(-60, 6, 1,5)	0.76	0.64	0.60	7

Οδόστρωμα 1 (ME4a) / Πίνακας

Οριζόντια ένταση φωτισμού [lx]

7.333	20	16	13	10	9.03	9.11	11	13	16	18	16	13	11	9.12	9.03	10	13	16
6.000	22	17	13	10	8.64	8.59	9.76	11	13	14	13	11	9.77	8.60	8.65	10	13	17
4.667	21	17	12	9.10	7.89	7.86	8.68	9.64	11	12	11	9.66	8.70	7.89	7.94	9.14	12	17
m	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500	31.500	34.500	37.500	40.500	43.500	46.500	49.500	52.500

Κάναβος: 19 x 3 Σημεία

EAvg [lx]	EMin [lx]	EMax [lx]	g1	g2
12	7.86	22	0.632	0.364

Οριζόντια ένταση φωτισμού [lx]

7.333	20
6.000	22
4.667	21
m	55.500

Κάναβος: 19 x 3 Σημεία

EAvg [lx]	EMin [lx]	EMax [lx]	g1	g2
12	7.86	22	0.632	0.364

Παρατηρητής 1

Πυκνότητα φωτεινότητας σε στεγνό οδόστρωμα [cd/m²]

7.333	0.81	0.77	0.74	0.77	0.78	0.75	0.70	0.70	0.69	0.73	0.75	0.74	0.79	0.85	0.87	0.82	0.82	0.80
6.000	0.75	0.69	0.65	0.63	0.60	0.62	0.61	0.60	0.67	0.75	0.84	0.88	0.96	1.00	1.00	0.99	0.96	0.87
4.667	0.68	0.61	0.55	0.50	0.49	0.49	0.50	0.48	0.58	0.67	0.77	0.84	0.92	0.96	0.97	0.95	0.93	0.86
m	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500	31.500	34.500	37.500	40.500	43.500	46.500	49.500	52.500

Κάναβος: 19 x 3 Σημεία

Πυκνότητα φωτεινότητας σε στεγνό οδόστρωμα [cd/m²]

7.333	0.79
6.000	0.82
4.667	0.77
m	55.500

Κάναβος: 19 x 3 Σημεία

Πυκνότητα φωτεινότητας με καινούριο λαμπτήρα [cd/m²]

7.333	1.15	1.09	1.06	1.10	1.12	1.08	1.00	1.00	0.99	1.05	1.07	1.06	1.13	1.22	1.24	1.17	1.17	1.14
6.000	1.07	0.99	0.92	0.90	0.86	0.89	0.87	0.85	0.96	1.08	1.20	1.26	1.38	1.43	1.43	1.41	1.38	1.24
4.667	0.97	0.87	0.78	0.72	0.71	0.70	0.71	0.69	0.83	0.96	1.10	1.20	1.31	1.37	1.39	1.36	1.33	1.23
m	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500	31.500	34.500	37.500	40.500	43.500	46.500	49.500	52.500

Κάναβος: 19 x 3 Σημεία

Πυκνότητα φωτεινότητας με καινούριο λαμπτήρα [cd/m²]

7.333	1.13
6.000	1.17
4.667	1.10
m	55.500

Κάναβος: 19 x 3 Σημεία

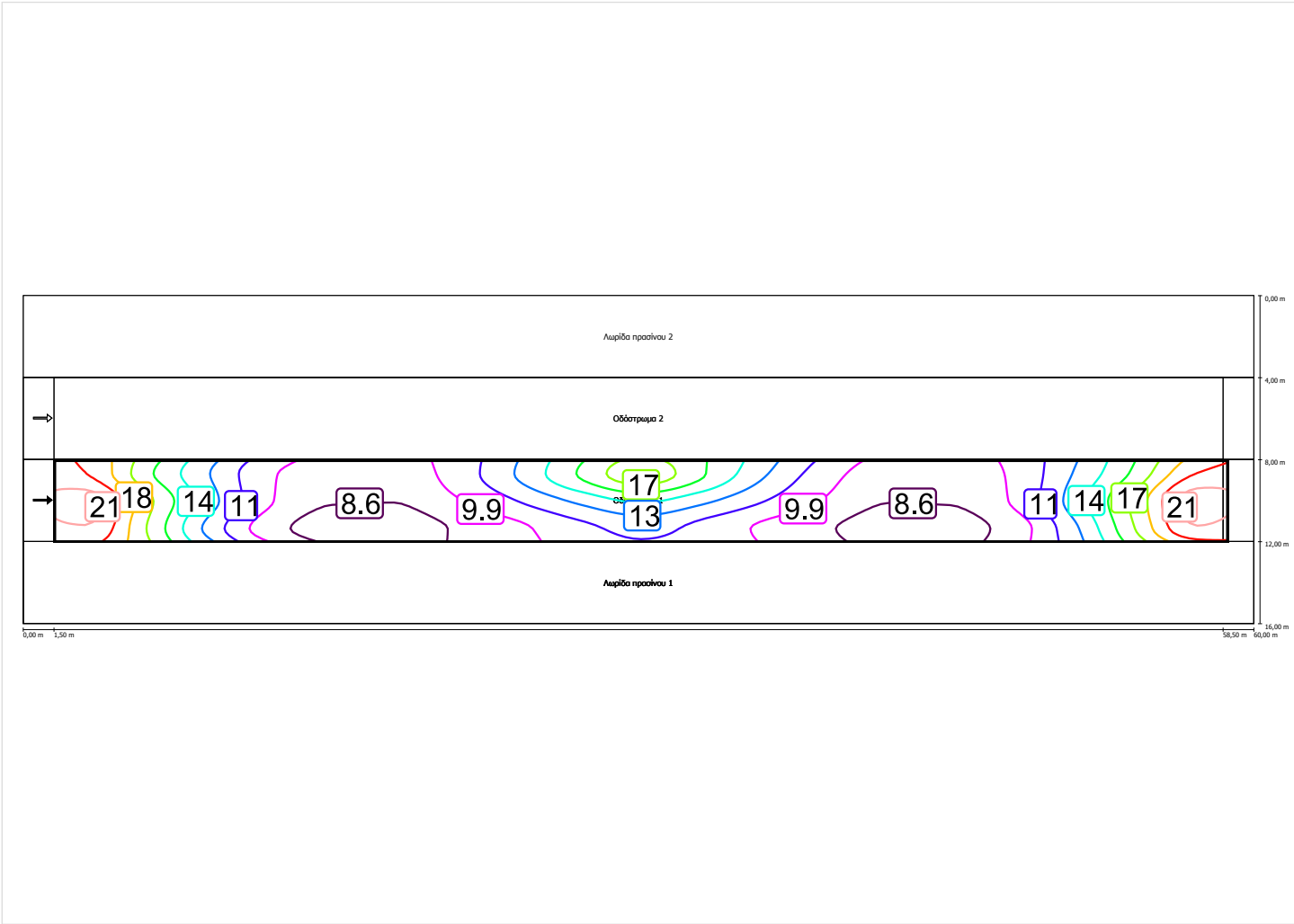
Οδόστρωμα 1 (ME4a) / Ισοδύναμες γραμμές

Συντελεστής συντήρησης: 0.70
Κάναβος: 19 x 3 Σημεία
Επιλεγμένη κατηγορία φωτισμού: ME4a
Αντίστοιχα στοιχεία δρόμου:

Οδόστρωμα 1	Πλάτος: 4.000 m
	Αριθμός λωρίδων κυκλοφορίας: 1
	Ασφαλοτότητας (στεγνός): CIE R3
	q0 (στεγνό): 0.070
	Ασφαλοτότητας (υγρός): Wet surface W3
	q0 (υγρό): 0.200

	Lm [cd/m²]	U0	UI	TI [%]	SR
Πραγματική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	0.76	0.64	0.60	7	0.87
Ονομαστική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.50
Εκπληρείται/δεν εκπληρείται	✓	✓	✓	✓	✓

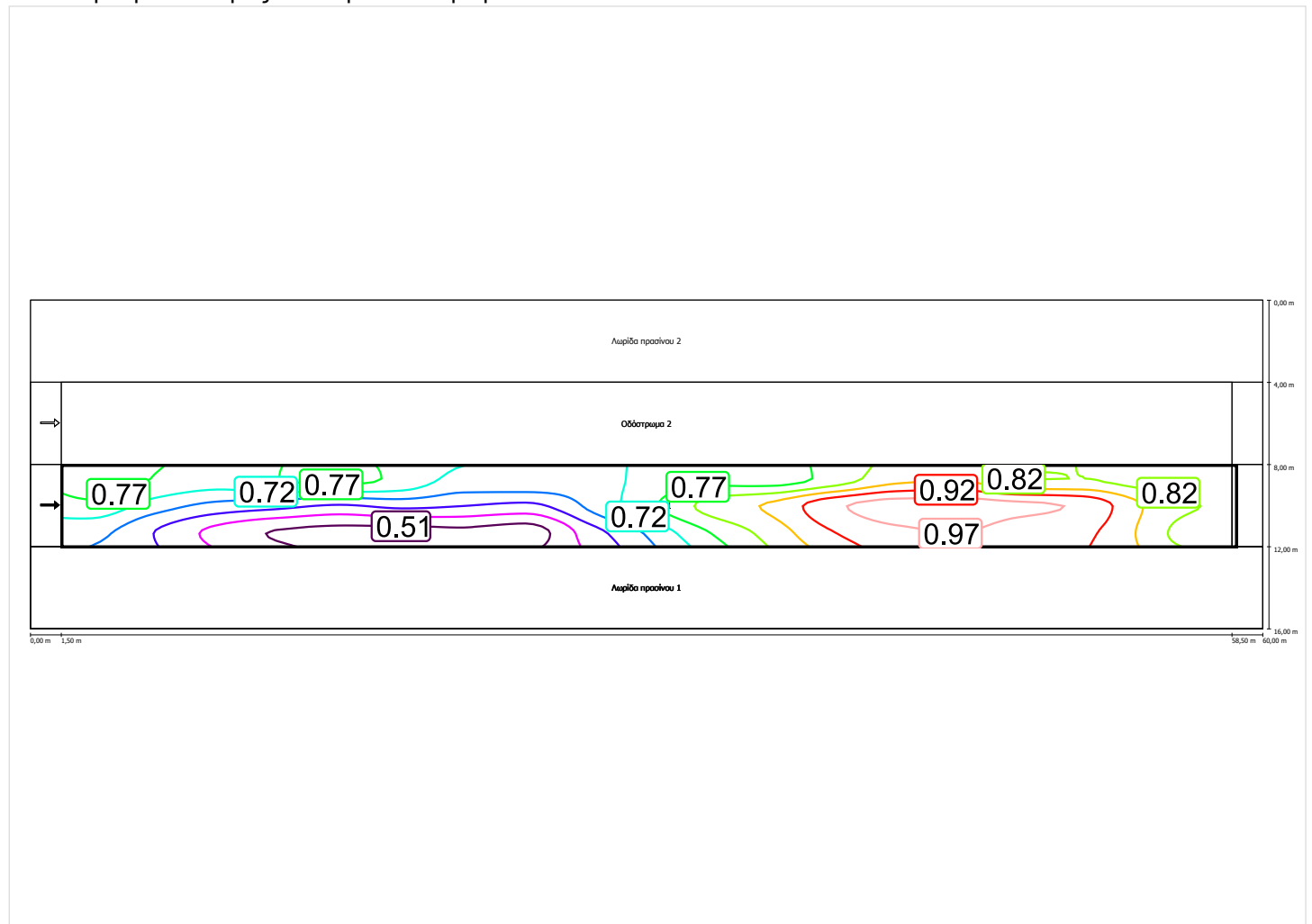
Οριζόντια ένταση φωτισμού



Κλίμακα: 1 : 500

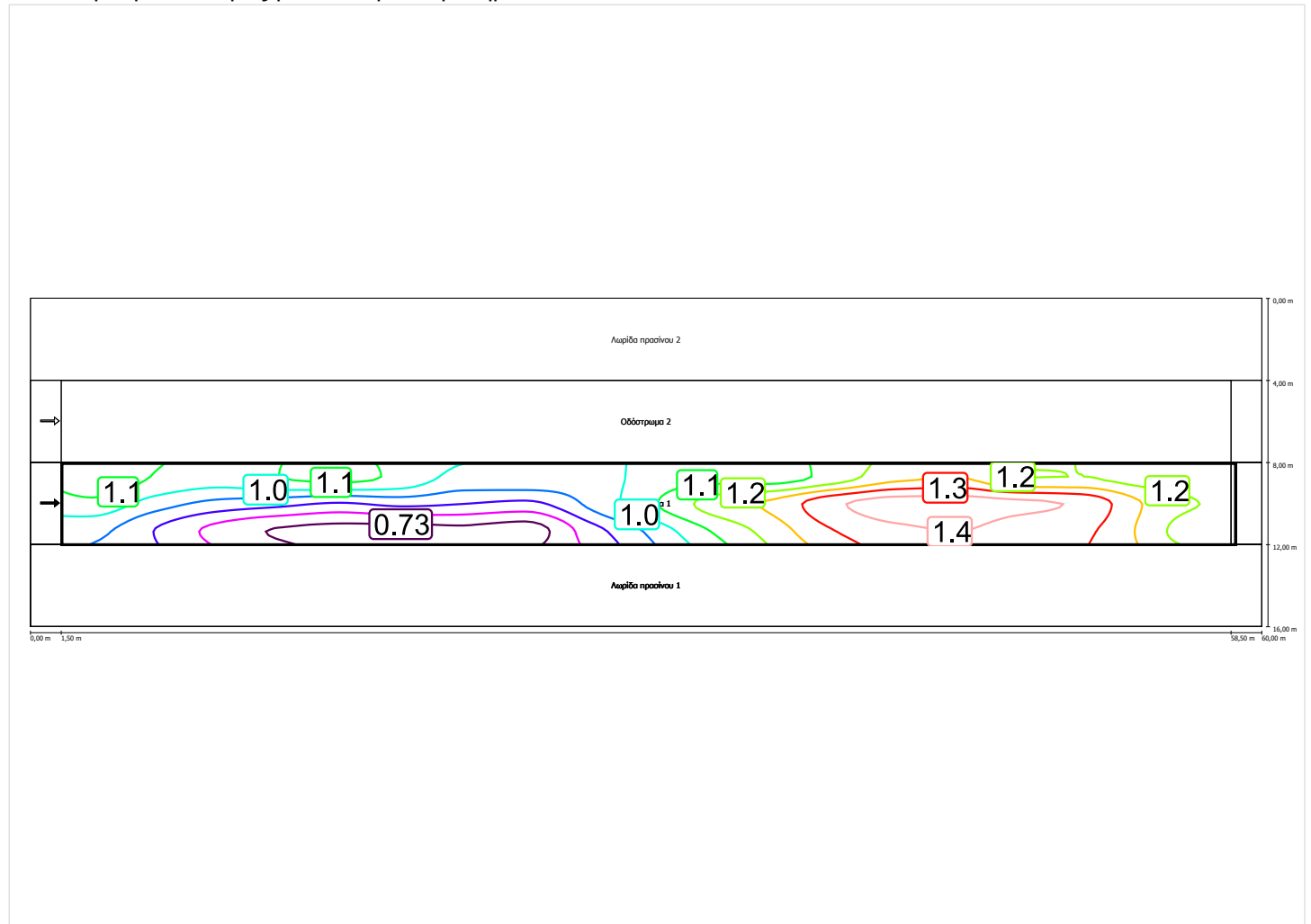
Παρατηρητής 1

Πυκνότητα φωτεινότητας σε στεγνό οδόστρωμα



Κλίμακα: 1 : 500

Πυκνότητα φωτεινότητας με καινούριο λαμπτήρα



Κλίμακα: 1 : 500

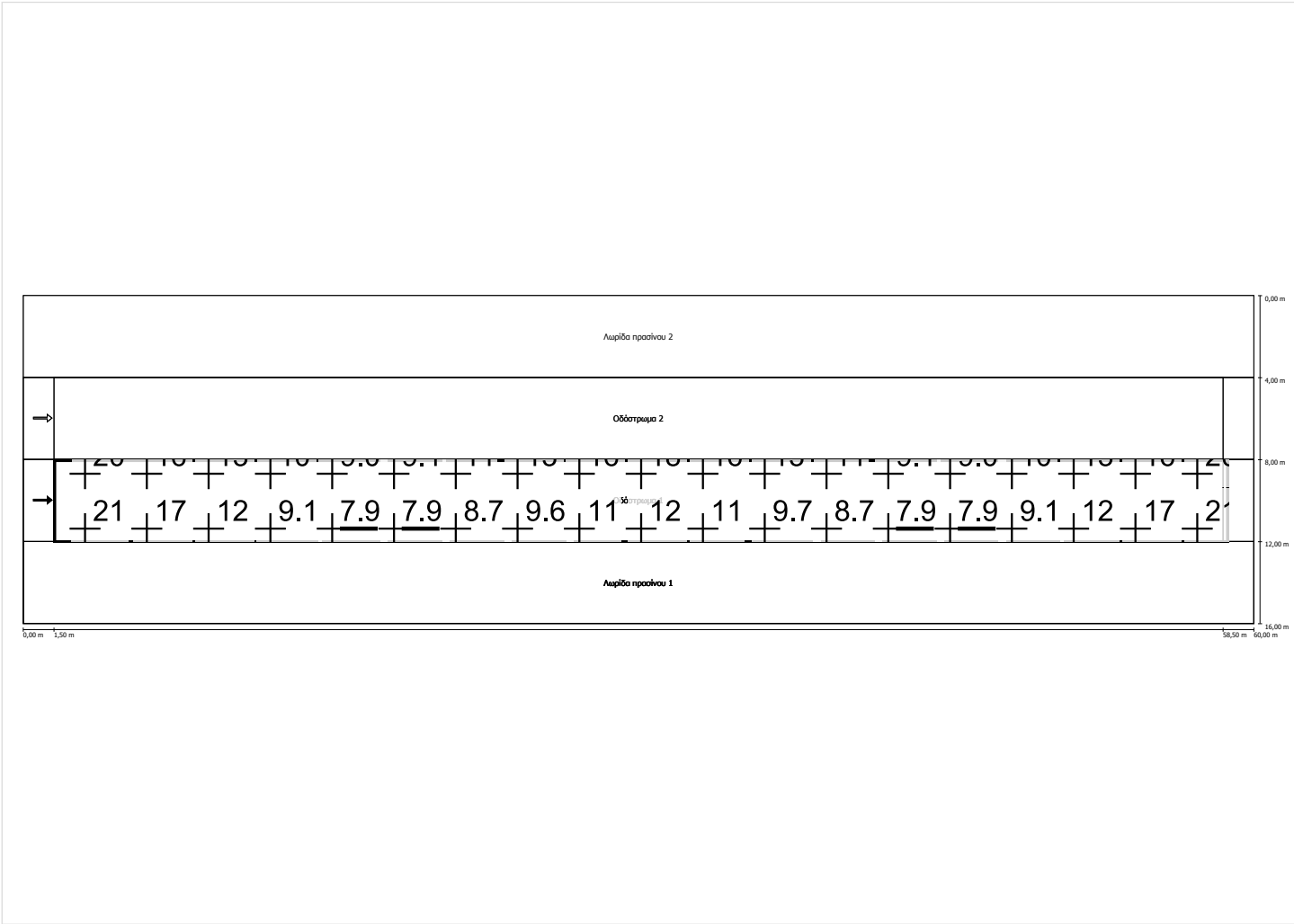
Οδόστρωμα 1 (ME4a) / Γραφική παράσταση τιμών

Συντελεστής συντήρησης: 0.70
Κάνναβος: 19 x 3 Σημεία
Επιλεγμένη κατηγορία φωτισμού: ME4a
Αντίστοιχα στοιχεία δρόμου:

Οδόστρωμα 1	Πλάτος: 4.000 m
	Αριθμός λωρίδων κυκλοφορίας: 1
	Ασφαλοτόπησης (στεγνός): CIE R3
	q0 (στεγνό): 0.070
	Ασφαλοτόπησης (υγρός): Wet surface W3
	q0 (υγρό): 0.200

	Lm [cd/m²]	U0	UI	TI [%]	SR
Πραγματική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	0.76	0.64	0.60	7	0.87
Ονομαστική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.50
Εκπληρείται/δεν εκπληρείται	✓	✓	✓	✓	✓

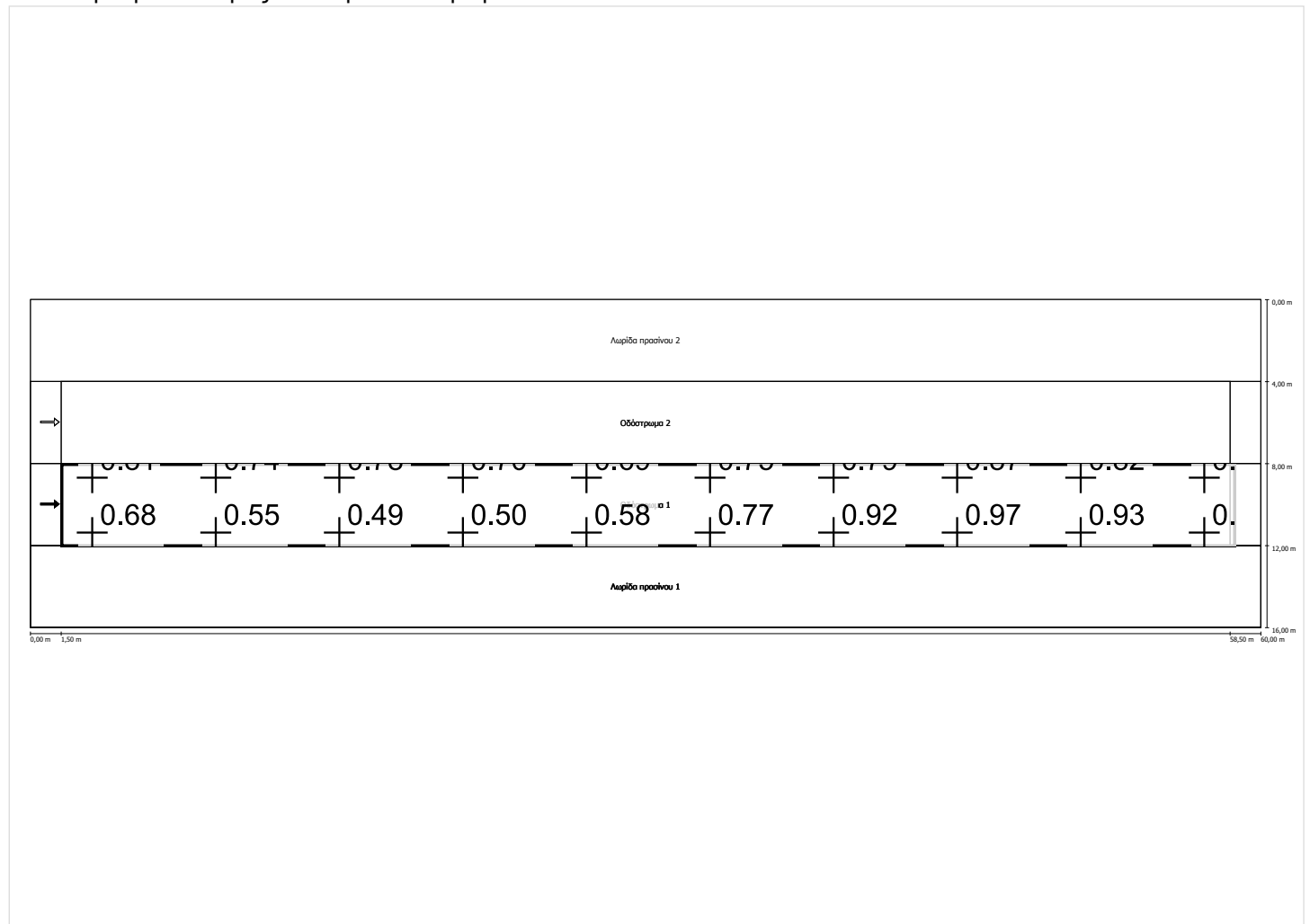
Οριζόντια ένταση φωτισμού



Κλίμακα: 1 : 500

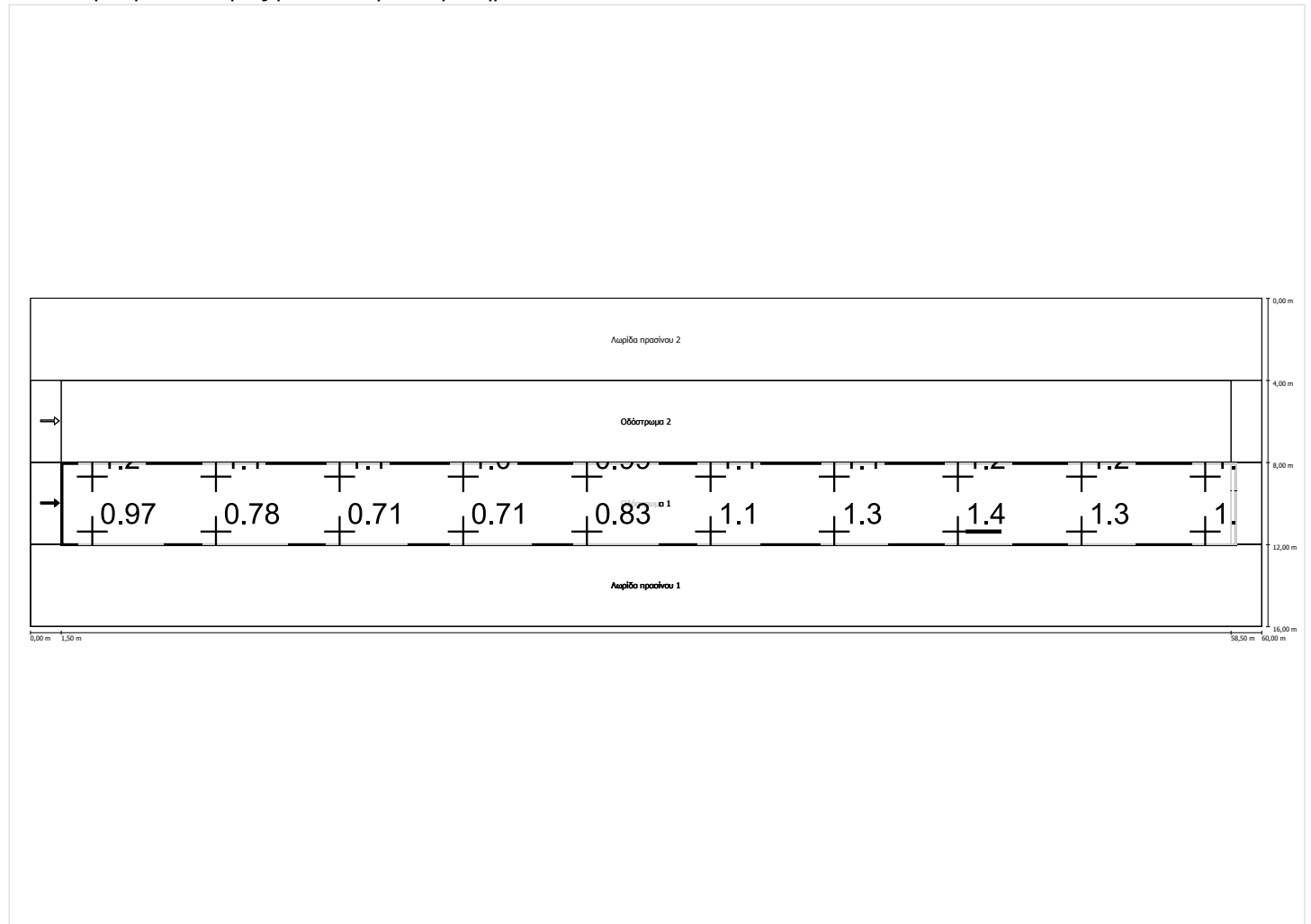
Παρατηρητής 1

Πυκνότητα φωτεινότητας σε στεγνό οδόστρωμα



Κλίμακα: 1 : 500

Πυκνότητα φωτεινότητας με καινούριο λαμπτήρα



Κλίμακα: 1 : 500

Οδόστρωμα 2 (ME4a) / Περίληψη αποτελεσμάτων

Συντελεστής συντήρησης: 0.70
Κάναβος: 19 x 3 Σημεία
Επιλεγμένη κατηγορία φωτισμού: ME4a
Αντίστοιχα στοιχεία δρόμου:

Οδόστρωμα 2	Πλάτος: 4.000 m
	Αριθμός λωρίδων κυκλοφορίας: 1
	Ασφαλοτόπησης (στεγνό): CIE R3
	q0 (στεγνό): 0.070
	Ασφαλοτόπησης (υγρό): Wet surface W3
	q0 (υγρό): 0.200

	Lm [cd/m²]	U0	UI	TI [%]	SR
Πραγματική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	0.75	0.66	0.60	6	0.88
Ονομαστική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.50
Εκπληρείται/δεν εκπληρείται	✓	✓	✓	✓	✓

Αντίστοιχος παρατηρητής (1):

Παρατηρητής	Θέση [m]	Lm [cd/m²]	U0	UI	TI [%]
Παρατηρητής 1	(-60, 10, 1,5)	0.75	0.66	0.60	6

Οδόστρωμα 2 (ME4a) / Πίνακας

Οριζόντια ένταση φωτισμού [lx]

11.333	11	10	9.22	8.18	7.72	8.25	10	14	19	22	19	14	10	8.26	7.75	8.20	9.24	10
10.000	14	12	11	8.98	8.42	9.11	11	15	20	22	20	15	11	9.12	8.42	9.00	11	12
8.667	17	14	12	9.62	8.89	9.45	11	15	18	20	18	15	11	9.46	8.89	9.63	12	14
m	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500	31.500	34.500	37.500	40.500	43.500	46.500	49.500	52.500

Κάναβος: 19 x 3 Σημεία

EAvg [lx]	EMin [lx]	EMax [lx]	g1	g2
12	7.72	22	0.621	0.343

Οριζόντια ένταση φωτισμού [lx]

11.333	11
10.000	14
8.667	17
m	55.500

Κάναβος: 19 x 3 Σημεία

EAvg [lx]	EMin [lx]	EMax [lx]	g1	g2
12	7.72	22	0.621	0.343

Παρατηρητής 1

Πυκνότητα φωτεινότητας σε στεγνό οδόστρωμα [cd/m²]

11.333	0.70	0.79	0.87	0.94	0.95	0.94	0.94	0.87	0.81	0.75	0.63	0.57	0.53	0.51	0.50	0.50	0.49	0.53
10.000	0.79	0.85	0.92	0.98	1.00	1.00	0.98	0.92	0.83	0.78	0.71	0.66	0.64	0.62	0.62	0.60	0.61	0.63
8.667	0.71	0.73	0.75	0.80	0.85	0.84	0.81	0.84	0.79	0.79	0.77	0.73	0.74	0.78	0.77	0.72	0.71	0.68
m	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500	31.500	34.500	37.500	40.500	43.500	46.500	49.500	52.500

Κάναβος: 19 x 3 Σημεία

Πυκνότητα φωτεινότητας σε στεγνό οδόστρωμα [cd/m²]

11.333	0.61
10.000	0.70
8.667	0.71
m	55.500

Κάναβος: 19 x 3 Σημεία

Πυκνότητα φωτεινότητας με καινούριο λαμπτήρα [cd/m²]

11.333	1.00	1.12	1.25	1.34	1.36	1.35	1.34	1.25	1.16	1.07	0.91	0.82	0.75	0.73	0.71	0.72	0.71	0.76
10.000	1.13	1.22	1.31	1.40	1.42	1.43	1.40	1.32	1.19	1.12	1.01	0.94	0.91	0.89	0.89	0.86	0.87	0.90
8.667	1.02	1.05	1.07	1.15	1.22	1.21	1.16	1.20	1.12	1.13	1.10	1.04	1.06	1.11	1.10	1.02	1.01	0.98
m	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500	31.500	34.500	37.500	40.500	43.500	46.500	49.500	52.500

Κάναβος: 19 x 3 Σημεία

Πυκνότητα φωτεινότητας με καινούριο λαμπτήρα [cd/m²]

11.333	0.88
10.000	1.00
8.667	1.01
m	55.500

Κάναβος: 19 x 3 Σημεία

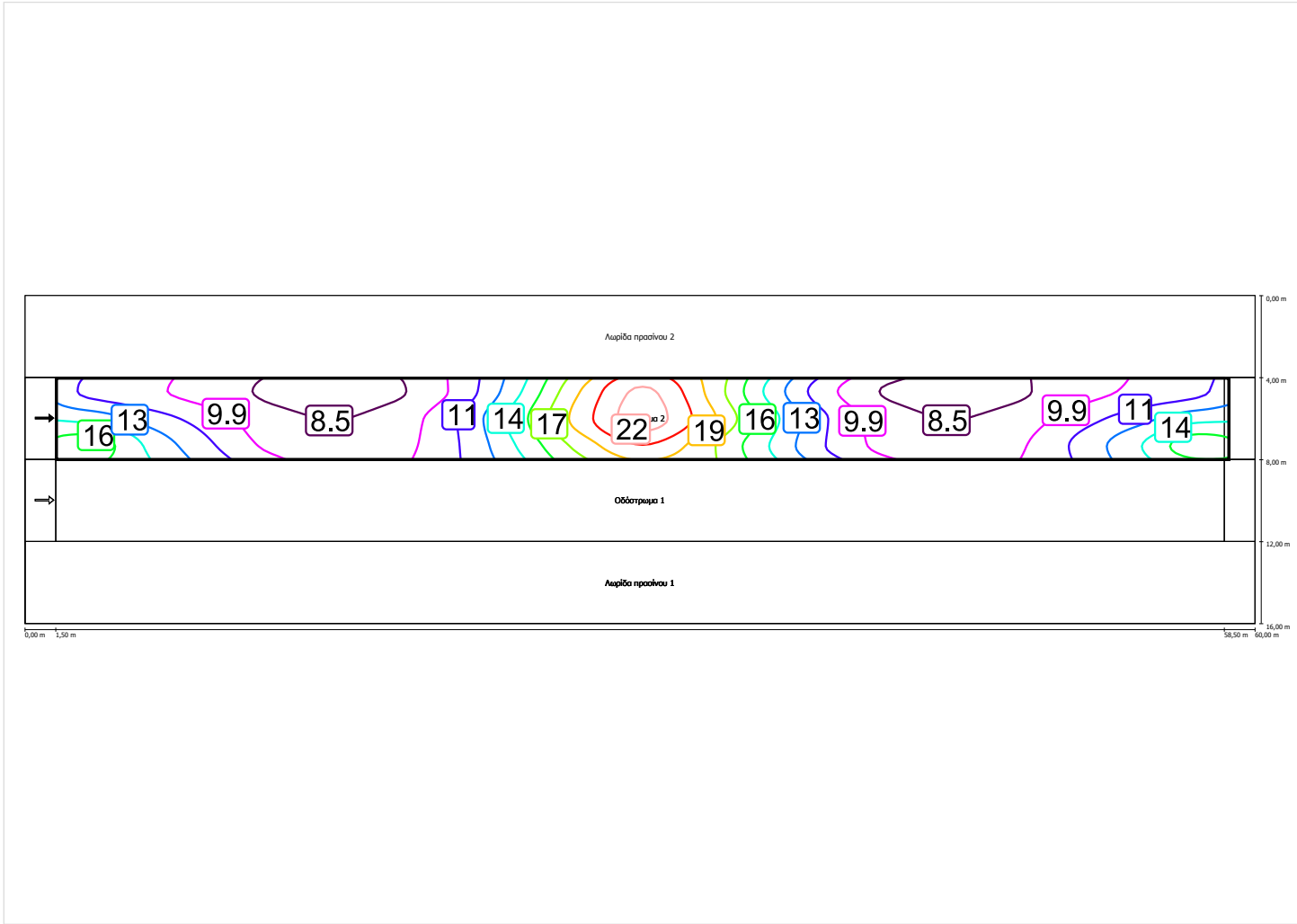
Οδόστρωμα 2 (ME4a) / Ισοδύναμες γραμμές

Συντελεστής συντήρησης: 0.70
Κάναβος: 19 x 3 Σημεία
Επιλεγμένη κατηγορία φωτισμού: ME4a
Αντίστοιχα στοιχεία δρόμου:

Οδόστρωμα 2	Πλάτος: 4.000 m
	Αριθμός λωρίδων κυκλοφορίας: 1
	Ασφατοτότητας (στεγνός): CIE R3
	q0 (στεγνό): 0.070
	Ασφατοτότητας (υγρός): Wet surface W3
	q0 (υγρό): 0.200

	Lm [cd/m²]	U0	UI	TI [%]	SR
Πραγματική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	0.75	0.66	0.60	6	0.88
Ονομαστική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.50
Εκπληρείται/δεν εκπληρείται	✓	✓	✓	✓	✓

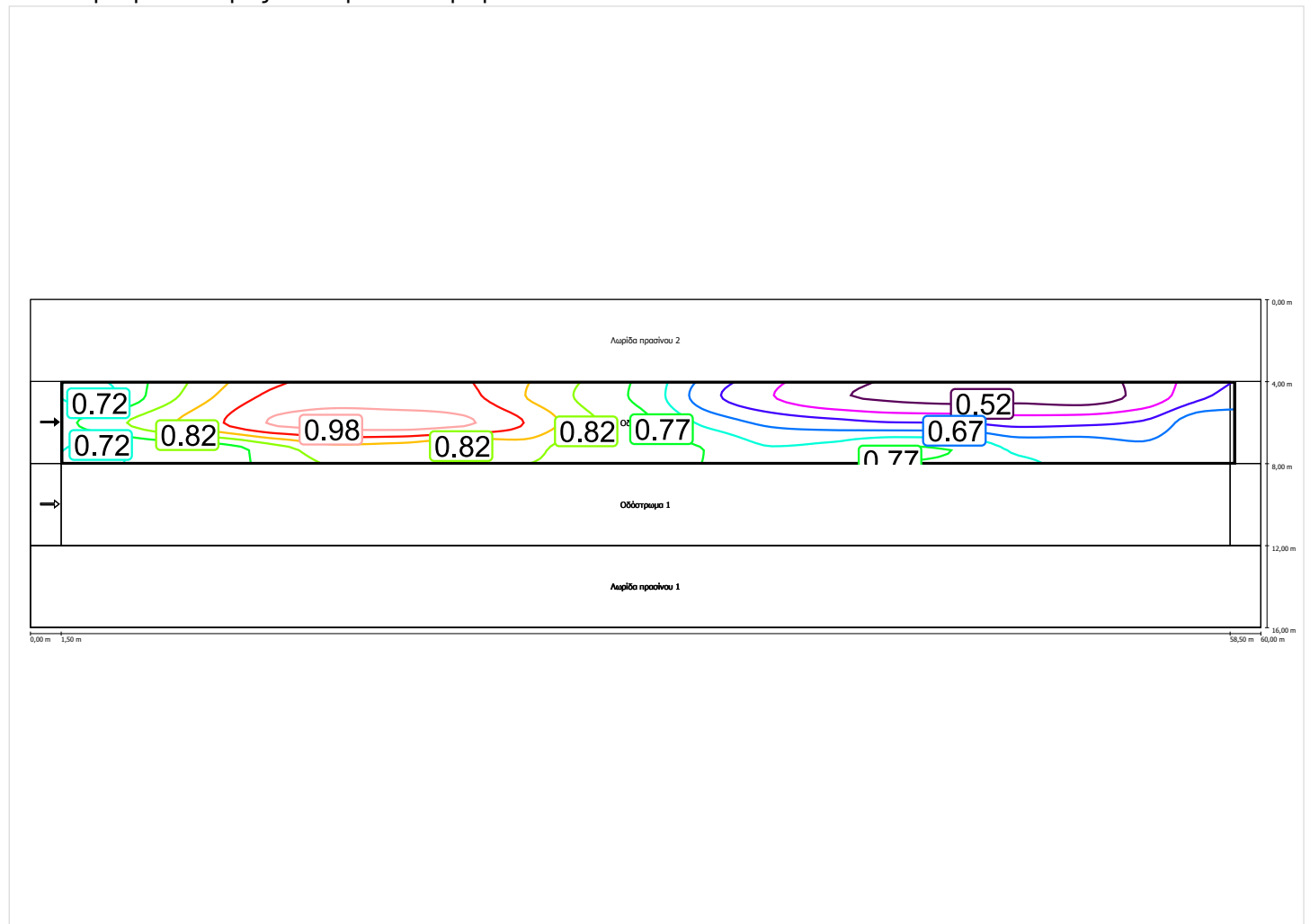
Οριζόντια ένταση φωτισμού



Κλίμακα: 1 : 500

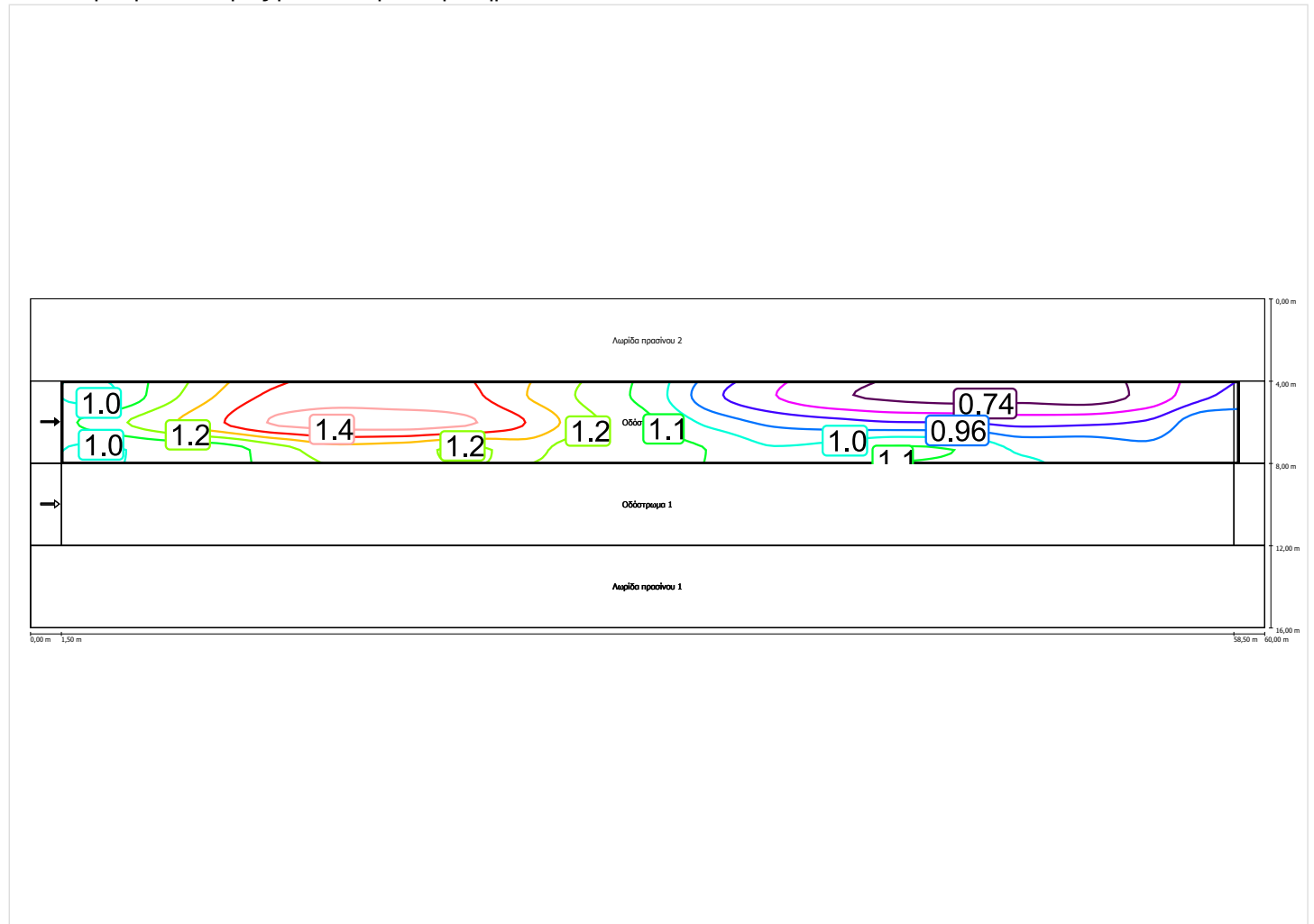
Παρατηρητής 1

Πυκνότητα φωτεινότητας σε στεγνό οδόστρωμα



Κλίμακα: 1 : 500

Πυκνότητα φωτεινότητας με καινούριο λαμπτήρα



Κλίμακα: 1 : 500

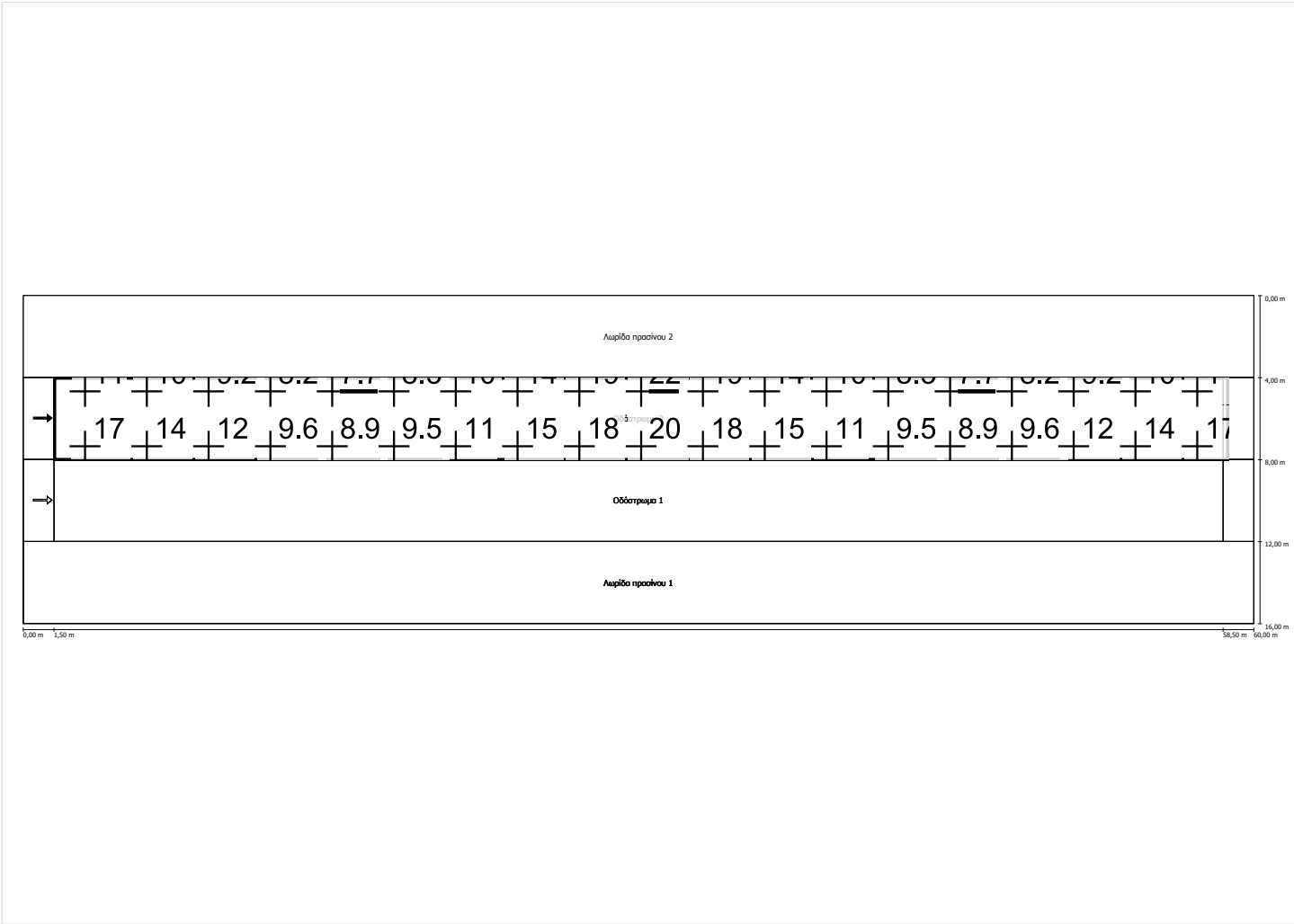
Οδόστρωμα 2 (ME4a) / Γραφική παράσταση τιμών

Συντελεστής συντήρησης: 0.70
Κάνναβος: 19 x 3 Σημεία
Επιλεγμένη κατηγορία φωτισμού: ME4a
Αντίστοιχα στοιχεία δρόμου:

Οδόστρωμα 2	Πλάτος: 4.000 m
	Αριθμός λωρίδων κυκλοφορίας: 1
	Ασφαλοτόπησης (στεγνός): CIE R3
	q0 (στεγνό): 0.070
	Ασφαλοτόπησης (υγρός): Wet surface W3
	q0 (υγρό): 0.200

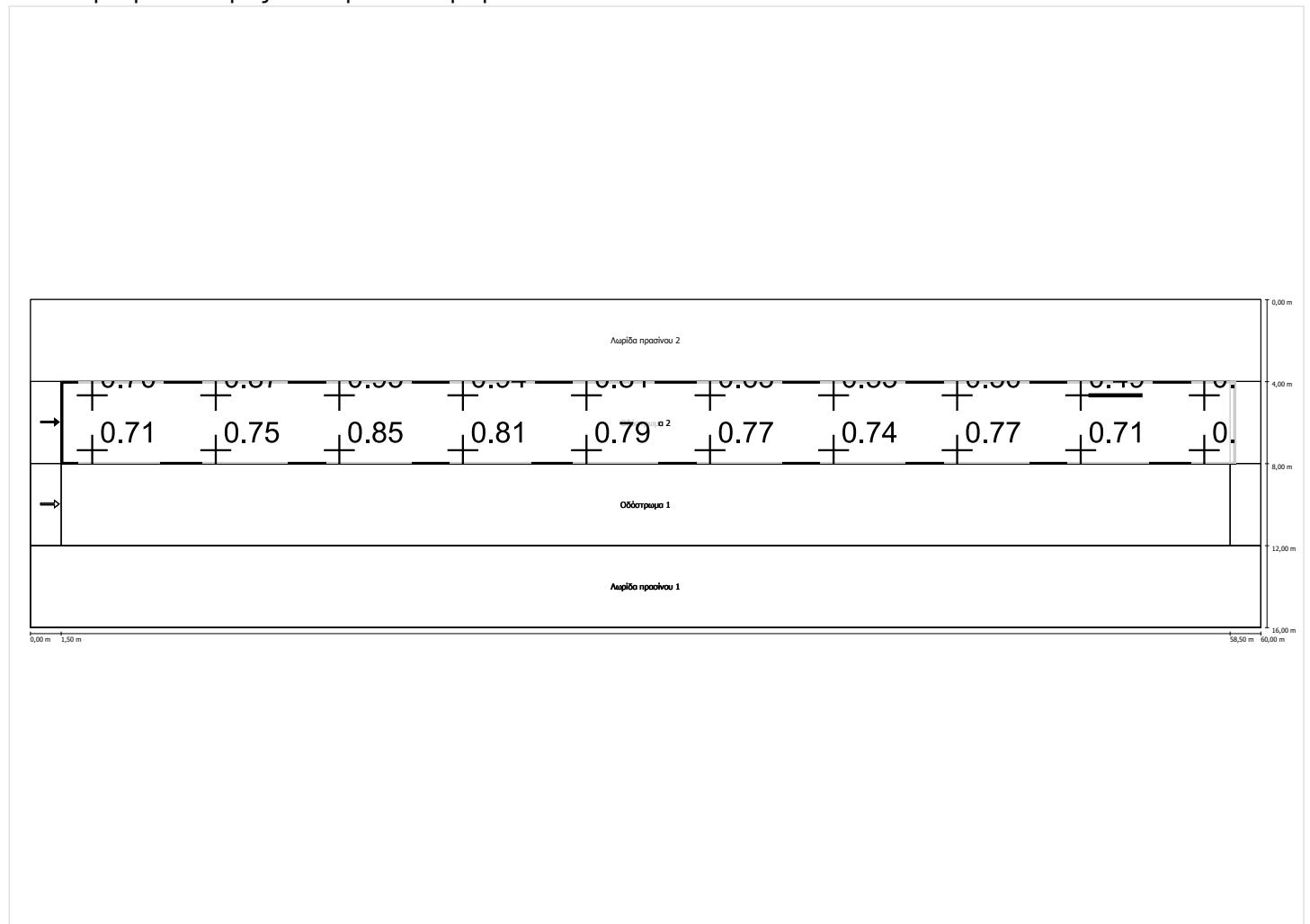
	Lm [cd/m²]	U0	UI	TI [%]	SR
Πραγματική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	0.75	0.66	0.60	6	0.88
Ονομαστική τιμή σύμφωνα με τον υπολογισμό	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.50
Εκπληρείται/δεν εκπληρείται	✓	✓	✓	✓	✓

Οριζόντια ένταση φωτισμού



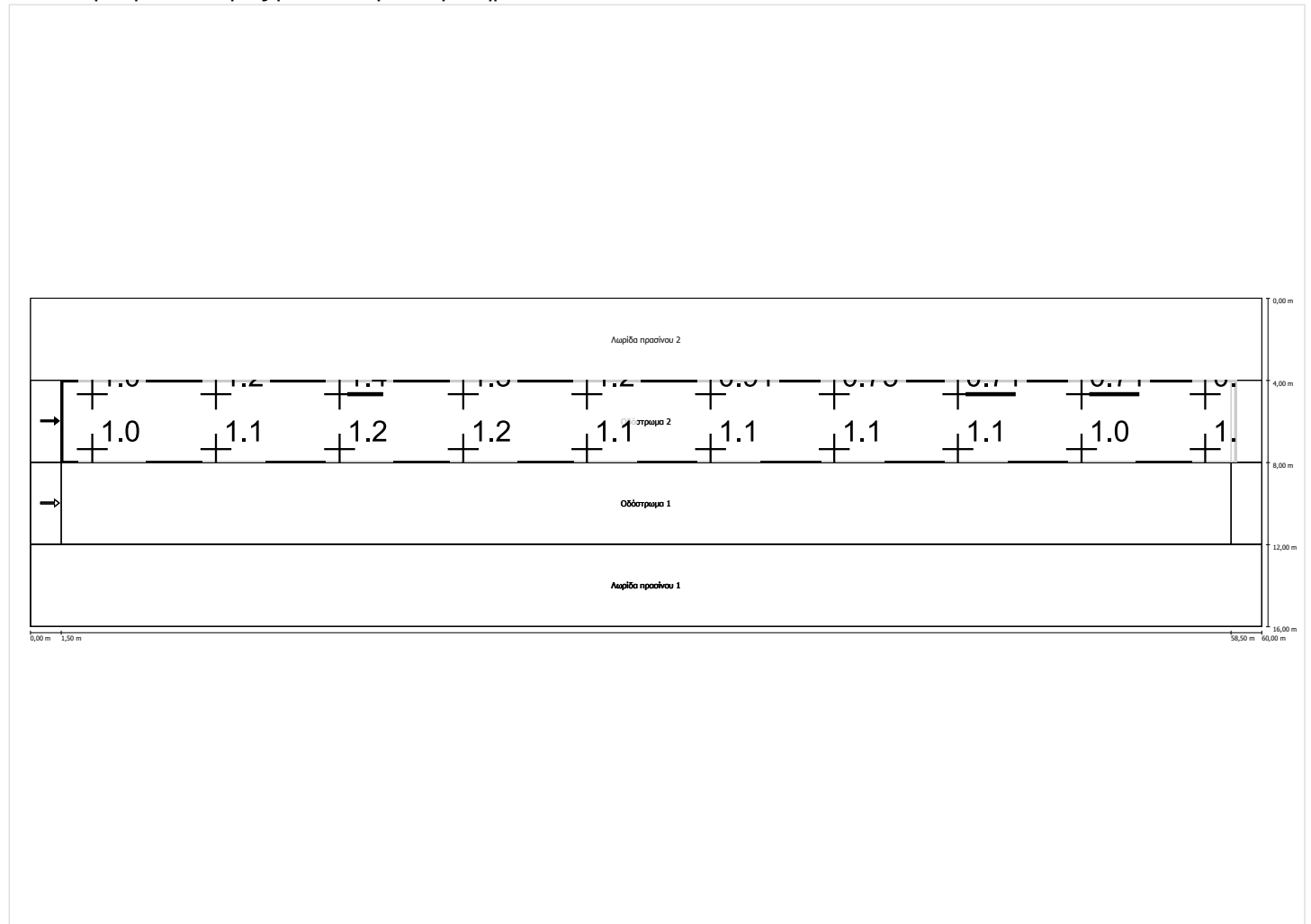
Κλίμακα: 1 : 500

Πυκνότητα φωτεινότητας σε στεγνό οδόστρωμα



Κλίμακα: 1 : 500

Πυκνότητα φωτεινότητας με καινούριο λαμπτήρα



Κλίμακα: 1 : 500



ΤΙΜΟΛΟΓΙΟ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΟΔΩΝ & ΠΛΑΤΕΙΩΝ

T-49, T-49/1, Γ-4

Χορηγείται αποκλειστικά για το φωτισμό οδών, πλατειών και λοιπών υπαίθριων κοινόχρηστων Επαρχιακών Εθνικών Οδών.

Χρέωση Προμήθειας (με ισχύ από 1.1.2013)

Περιλαμβάνει το κόστος και τις λοιπές δαπάνες της ΔΕΗ για την παραγωγή και την προμήθεια της ηλεκτρικής ενέργειας στους πελάτες.

Ζώνη	Ενέργεια (€/kWh)	Πάγιο (€/μήνα)
Όλο το έτος	0,08103	0,53

Ρυθμιζόμενες Χρεώσεις¹

Οι Ρυθμιζόμενες Χρεώσεις εγκρίνονται από την Πολιτεία και εφαρμόζονται σε όλους τους πελάτες που κάνουν χρήση του Εθνικού Ηλεκτρικού Συστήματος, ανεξαρτήτως του προμηθευτή που έχουν επιλέξει.

Είδος παροχής	Σύστημα Μεταφοράς		Δίκτυο Διανομής		Λοιπές Χρεώσεις (€/kWh)	ΕΤΜΕΑΡ (€/kWh)	ΥΚΩ (€/kWh)
	Ισχύς (ΜΠΧ) €/kVA*ΣΙ/έτος	Ενέργεια (ΜΜΧ) €/kWh	Ισχύς (ΜΠΧ) €/kVA*ΣΙ/έτος	Ενέργεια (ΜΜΧ) €/kWh			
Έως 25kVA	0,53	0,00477	1,47	0,0190	0,00007	0,02608	0,01371
> 25kVA, χωρίς μέτρηση αέργου ισχύος			3,17	0,0190			
> 25kVA, με μέτρηση αέργου ισχύος			3,78	0,0167			

Χρεωστέα Ισχύς: Η συμφωνημένη ισχύς (ΣΙ) της παροχής.

Διευκρινίσεις

- Στο **Τιμολόγιο Φωτισμού Οδών και Πλατειών**, η χρέωση για την καταναλωθείσα ενέργεια (€ ανά kWh) παραμένει σταθερή, ανεξαρτήτως του ύψους κατανάλωσης. Το ποσό του παγίου υπολογίζεται πάντα αναλογικά, με την εφαρμογή ενός συντελεστή αναγωγής ημερών (αριθμός ημερών για τις οποίες εκδόθηκε ο λογαριασμός/30).
- Με βάση το νομοθετικό πλαίσιο ως ισχύει, η ΔΕΗ συνεισπράττει με τους λογαριασμούς ηλεκτρικής ενέργειας τέλη, φόρους [Φ.Π.Α., Ειδικός Φόρος Κατανάλωσης (ΕΦΚ) και Ειδικό Τέλος 5%] και ποσά υπέρ τρίτων (ΔΤ, ΔΦ, ΕΡΤ, ΤΑΠ), όπως ορίζονται από την Πολιτεία.

1. Ισχύς Χρεώσεων: Σύστημα Μεταφοράς & Δίκτυο Διανομής από 1.1.2017, Λοιπών Χρεώσεων από 1.12.2016, ΕΤΜΕΑΡ από 1.1.2018 & ΥΚΩ από 1.1.2012.