



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ &
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Σχεδίαση συστήματος φωτισμού πρατηρίου καυσίμων
με βάση τα πρότυπα EN 12464-1 και 12464-2

Μάριος Θεολόγου

A.M.: HN07981

Επιβλέπων: Ζαχαρίας Δάτσιος, Έκτακτο Εκπαιδευτικό Προσωπικό

(Υπογραφή)

.....

ΜΑΡΙΟΣ ΘΕΟΛΟΓΟΥ

Ηλεκτρολόγος Μηχανικός Τ.Ε., ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

© 2023 – All rights reserved

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η υλοποίηση της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας έχει ως στόχο την εκπόνηση της φωτοτεχνικής μελέτης ενός πρατηρίου καυσίμων σύμφωνα με τα ισχύοντα πρότυπα της Ευρωπαϊκής Ένωσης EN 12464-1 για εσωτερικούς χώρους και EN 12464-2 για εξωτερικούς χώρους εργασίας. Η νέα έκδοση του προτύπου των εσωτερικών χώρων δημοσιεύτηκε τον Αύγουστο του 2021 και η βασική διαφορά σε σχέση με το προηγούμενο πρότυπο του 2011 είναι ότι δίνεται μεγαλύτερη σημασία στις ανάγκες των ατόμων που βρίσκονται σε έναν εργασιακό χώρο, όμως ταυτόχρονα συνυπολογίζει και την επικράτηση των LED λαμπτήρων που τα τελευταία χρόνια δεν σταμάτησαν να κερδίζουν έδαφος λόγω της απόδοσής τους σε σχέση με την ενέργεια που καταναλώνουν αλλά και των διάφορων δυνατοτήτων τους, όπως η δυνατότητα κατασκευής φωτιστικών με ιδιαίτερη μορφή. Για την περίπτωση του πρατηρίου καυσίμων, η φωτοτεχνική μελέτη αλλά και η προσομοίωση έγινε με το λογισμικό DIALux evo.

Λέξεις Κλειδιά: Εξωτερικοί χώροι, Εσωτερικοί χώροι, Πρατήριο καυσίμων, Πρότυπο EN 12464-1, Πρότυπο EN 12464-2, Φωτοτεχνική μελέτη, DIALux evo, LED

Η σελίδα αυτή είναι σκόπιμα λευκή

ABSTRACT

This thesis aims to perform the lighting study of a gas station according to the recent standards of the European Union EN 12464-1 for indoor spaces and EN 12464-2 for outdoor spaces, which refer to work places. The new version for the indoor spaces was published in August 2021 and the main difference compared to the previous version of 2011 is that more importance is given to the needs of the people in a working place, but at the same time it also takes into account the prevalence of LEDs that in recent years that have not stopped gaining ground due to their performance in relation to energy consumption and their various capabilities, such as manufacturing fixtures of any shape and size. The DIALux evo software was used for the creating a model of the gas station, adding light sources and the simulating the designed lighting system.

Keywords: DIALux evo, EN 12464-1, EN 12464-2, Gas station, Indoor spaces, LED, Lighting Study, Outdoor spaces

Η σελίδα αυτή είναι σκόπιμα λευκή

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω πρώτα από όλα από καρδιάς τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Ζαχαρία Δάτσιο που μου έδωσε την ευκαιρία να δουλέψω πάνω στη συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία αλλά περισσότερο για την υπομονή και επιμονή του πάνω στις αντιξοότητες που βρέθηκα αντιμέτωπος μέχρι να ολοκληρωθεί.

Τον φίλο και συμφοιτητή μου Αμφιλόχιο Σιούτη που η ζωή, του επιφύλασσε αδίκως ένα απρόσμενο και σύντομο τέλος πάνω στη γη αυτή.

Την γιαγιά μου Μαρία Κλούφα που με υποστηρίζει πάντα και τον παππού μου Βασίλειο Μπότσαρη που δυστυχώς δεν βρίσκεται εν ζωή. Πάντα μου έλεγε από μικρό παιδί ότι είμαι άνθρωπος των γραμμάτων ακόμα και αν τις περισσότερες φορές αμφέβαλα.

Τους γονείς μου που αν δεν μετανάστευαν για εύρεση εργασίας δεν θα βρισκόμουν εδώ αυτήν τη στιγμή.

Τα αδέρφια μου που όποτε χρειαζόμαστε ο ένας τον άλλον είμαστε εκεί με τα πάνω και τα κάτω μας.

Τον καθηγητή μου αλλά και ταυτόχρονα συνάδελφο πλέον κ. Ζαγκανά Βασίλειο που με την δική του εκπαίδευση και βοήθεια στην πρακτική μου άσκηση συνεχίζω πλέον ως κανονικός εργαζόμενος στην εταιρία που βρισκόμαστε.

Τους παιδικούς μου φίλους που είμαστε σαν αδέρφια αλλά και τους φίλους που απέκτησα στο Πανεπιστήμιο.

Τον Θεό για την έως τώρα βοήθειά του από την αρχή της ζωής μου.

Η σελίδα αυτή είναι σκόπιμα λευκή

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Περίληψη.....	i
Abstract	iii
Ευχαριστίες	v
Πίνακας Περιεχομένων	vii
Πίνακας Εικονων.....	ix
Εισαγωγή.....	1
Κεφάλαιο 1: Γενικά Στοιχεία για τη Σχεδίαση Συστημάτων Φωτισμού Εσωτερικών και Εξωτερικών Χώρων Εργασίας	3
1.1 Κατανόηση της ανάγκης για μελέτες φωτισμού	3
1.2 Διεξαγωγή μελετών φωτισμού	4
1.3 Πρότυπα και οδηγίες	4
1.4 Σκοπός της πτυχιακής.....	4
Κεφάλαιο 2: Κριτήρια Προτύπου EN 12464-1.....	5
2.1 Γενικά.....	5
2.2 Πεδίο εφαρμογής.....	5
2.3 Κριτήρια σχεδίασης φωτισμού σε φωτεινό περιβάλλον	5
2.4 Κατανομή λαμπρότητας	6
2.5 Ένταση Φωτισμού.....	6
2.6 Θάμβωση.....	8
2.7 Φωτισμός χώρου.....	9
Κεφάλαιο 3: Κριτηρια Προτυπου EN 12464-2.....	11
3.1 Γενικά κριτήρια	11
3.2 Φωτορύπανση.....	14
3.3 Κατευθυντικός φωτισμός	16
3.4 Τεχνητό φως και θερμοκρασία χρώματος	16
Κεφάλαιο 4: Εγκατάσταση υπό Μελέτη	17
4.1 Πληροφορίες εγκατάστασης.....	17
4.2 Κατασκευή της εγκατάστασης στο λογισμικό DIALux evo	20
Κεφάλαιο 5: Σχεδίαση Συστήματος Φωτισμού Εσωτερικού Χώρου Πρατηρίου Καυσίμων ..	23
5.1 Σύστημα φωτισμού στα WC πρώτου και δευτέρου ορόφου	23
5.2 Σύστημα φωτισμού στο κατάστημα	28
5.3 Σύστημα φωτισμού στο καταφύγιο και την είσοδο.....	30
5.4 Σύστημα φωτισμού στα γραφεία	35
5.5 Σύστημα φωτισμού στο αρχείο	39
5.6 Σύστημα φωτισμού στην κουζίνα.....	41
5.7 Σύστημα φωτισμού στον χώρο συναντήσεων	43
5.8 Σύστημα φωτισμού στον χώρο υποφοχής	44
5.9 Σύστημα φωτισμού διαδρόμου.....	46
5.10 Σύστημα φωτισμού στον χώρο που γίνεται η είσοδος από τις σκάλες.....	47
Κεφάλαιο 6: Σχεδίαση Συστήματος Φωτισμού Εξωτερικού Χώρου του Πρατηρίου Καυσίμων	51
6.1 Σύστημα φωτισμού στον χώρο των αντλιών.....	51
6.2 Σύστημα φωτισμού πεζοδρομίου και δρόμου εντός πρατηρίου.....	53
Κεφάλαιο 7: Συμπεράσματα	57
Βιβλιογραφία.....	59

Η σελίδα αυτή είναι σκόπιμα λευκή

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1.1.1 Συστοιχία φωτιστικών σωμάτων [3].....	3
Εικόνα 2.5.1 Περιοχή εργασίας-Περιβάλλουσα Περιοχή-Περιοχή υποβάθρου [7]	7
Εικόνα 2.5.2 Αντιληπτές διαφορές έντασης φωτισμού [7].....	7
Εικόνα 2.5.3 Ένταση περιβάλλουσας περιοχής σε σχέση με την περιοχή εργασίας.....	8
Εικόνα 2.6.1 Μέθοδος UGR [7].....	9
Εικόνα 3.1.1 Περιοχή εργασίας και περιοχή υποβάθρου [7].	11
Εικόνα 3.1.2 Ένταση φωτισμού της περιβάλλουσας περιοχής σε σχέση με την περιοχή εργασίας	12
Εικόνα 3.1.3 Αντιληπτές έντασης φωτισμού σε εξωτερικούς χώρους [7].....	12
Εικόνα 3.1.4 Παράδειγμα πίνακα προτύπου EN 12464-2 [7].....	12
Εικόνα 3.1.5 Θάμβωση σε εξωτερικό χώρο [7].	13
Εικόνα 3.1.6 Μέθοδος συντελεστή θάμβωσης RG (Glare Rating) [7]	13
Εικόνα 3.2.1 Παράδειγμα φωτορύπανσης [10].....	15
Εικόνα 3.2.2 Πίνακας φωτορύπανσης [7].....	15
Εικόνα 3.4.1 Θερμοκρασίες χρωμάτων	16
Εικόνα 4.1.1 Πρατήριο καυσίμων [11]	17
Εικόνα 4.1.2 Πρατήριο καυσίμων, πίσω πλευρά [11].....	17
Εικόνα 4.1.3 Κάτοψη του πρατηρίου [11]	19
Εικόνα 4.2.1 Πρώτος όροφος πρατηρίου καυσίμων σχεδιασμένος στο λογισμικό DIALux ενο	20
Εικόνα 4.2.2 Δεύτερος όροφος πρατηρίου καυσίμων σχεδιασμένος στο λογισμικό DIALux ενο	20
Εικόνα 4.2.3 Εξωτερικός χώρος πρατηρίου καυσίμων σχεδιασμένος στο DIALux ενο.....	21
Εικόνα 5.1.1 WC αντρών	23
Εικόνα 5.1.2 WC γυναικών.....	24
Εικόνα 5.1.3 WC δευτέρου ορόφου.....	24
Εικόνα 5.1.4 Πίνακας κριτηρίων για τουαλέτες με βάση το πρότυπο EN 12464-1	25
Εικόνα 5.1.5 Τεχνικά χαρακτηριστικά φωτιστικού μπάνιου	25
Εικόνα 5.1.6 WC ανδρών αποτελέσματα.....	26
Εικόνα 5.1.7 WC γυναικών αποτελέσματα.....	26
Εικόνα 5.1.8 Αποτελέσματα υπολογισμών μπάνιου δευτέρου ορόφου.....	27

Εικόνα 5.1.9 Παράδειγμα 3D επιφανειών που χρησιμοποιήθηκαν για τους υπολογισμούς....	27
Εικόνα 5.2.1 Κατάστημα πρατηρίου.....	28
Εικόνα 5.2.2 Κριτήρια προτύπου για το κατάστημα.....	28
Εικόνα 5.2.3 Τεχνικά στοιχεία φωτιστικού Regent	29
Εικόνα 5.2.4 Αποτελέσματα υπολογισμών καταστήματος.....	29
Εικόνα 5.2.5 3D Επιφάνειες υπολογισμού στον χώρο του καταστήματος.....	30
Εικόνα 5.3.1 Καταφύγιο.....	31
Εικόνα 5.3.2 Επιφάνειες υπολογισμού στον χώρο του καταφυγίου	31
Εικόνα 5.3.3 Πίνακας προτύπων για είσοδο και καταφύγιο	32
Εικόνα 5.3.4 Τεχνικά στοιχεία φωτιστικού HCC6 LED 6" Cylinder Downlight Series	32
Εικόνα 5.3.5 Τεχνικά στοιχεία φωτιστικού MAGNETICS H W SURFACE MOUNTED WALL LUMINAIRE.....	33
Εικόνα 5.3.6 Τεχνικά στοιχεία φωτιστικού Flat moon 470 recessed LED 2700K GI black struc	33
Εικόνα 5.3.7 Αποτελέσματα υπολογισμών καταφύγιο	34
Εικόνα 5.3.8 Κάτοψη αποτελεσμάτων καταφυγίου (ένταση φωτισμού).....	34
Εικόνα 5.3.9 Υπολογισμοί στον χώρο εισόδου.....	35
Εικόνα 5.4.1 Κριτήρια προτύπου για γραφεία	35
Εικόνα 5.4.2 Γραφείο πρώτου ορόφου	36
Εικόνα 5.4.3 Γραφείο δευτέρου ορόφου.....	36
Εικόνα 5.4.4 Γραφείο δευτέρου ορόφου από δεξιά	37
Εικόνα 5.4.5 Φωτιστικό MAGNETICS H W SURFACE MOUNTED WALL LUMINAIRE....	37
Εικόνα 5.4.6 Επιφάνειες υπολογισμού γραφείου πρώτου ορόφου	38
Εικόνα 5.4.7 Αποτελέσματα υπολογισμών γραφείου πρώτου ορόφου.....	38
Εικόνα 5.4.8 Αποτελέσματα υπολογισμών γραφείου δευτέρου ορόφου.....	39
Εικόνα 5.4.9 Αποτελέσματα υπολογισμών γραφείου δευτέρου ορόφου στα δεξιά.....	39
Εικόνα 5.5.1 Δωμάτιο αρχείου.....	40
Εικόνα 5.5.2 Πίνακας προτύπου για το αρχείο	40
Εικόνα 5.5.3 Αποτελέσματα υπολογισμών για το αρχείο.....	41
Εικόνα 5.6.1 Χώρος κουζίνας.....	41
Εικόνα 5.6.2 Κριτήρια προτύπου για την κουζίνα.....	42
Εικόνα 5.6.3 Αποτελέσματα υπολογισμών του χώρου της κουζίνας.....	42
Εικόνα 5.7.1 Χώρος συναντήσεων.....	43
Εικόνα 5.7.2 Πίνακας προτύπου για χώρους συναντήσεων	43

Εικόνα 5.7.3 Αποτελέσματα υπολογισμών στον χώρο συναντήσεων	44
Εικόνα 5.8.1 Χώρος υποδοχής	44
Εικόνα 5.8.2 Πίνακας προτύπου για χώρους υποδοχής	45
Εικόνα 5.8.3 Αποτελέσματα υπολογισμών για τον χώρο υποδοχής	45
Εικόνα 5.9.1 Διάδρομος	46
Εικόνα 5.9.2 Πίνακας προτύπου διαδρόμων	46
Εικόνα 5.9.3 Αποτελέσματα υπολογισμών διαδρόμου	47
Εικόνα 5.10.1 Είσοδος δευτέρου ορόφου με σκάλες	47
Εικόνα 5.10.2 Πίνακας προτύπου για σκάλες	48
Εικόνα 5.10.3 Τεχνικά στοιχεία φωτιστικού Regent	48
Εικόνα 5.10.4 Τεχνικά στοιχεία φωτιστικού Endo Lighting	49
Εικόνα 5.10.5 Αποτελέσματα υπολογισμών στον χώρο που καταλήγει η σκάλα	49
Εικόνα 6.1.1 Φωτιστικό Vartop	51
Εικόνα 6.1.2 Επιφάνειες υπολογισμού που προστέθηκαν χειροκίνητα	52
Εικόνα 6.1.3 Πίνακας προτύπου για αντλίες	52
Εικόνα 6.1.4 Αποτελέσματα υπολογισμών για τον χώρο των αντλιών	53
Εικόνα 6.2.1 Φωτιστικό Unilamp	53
Εικόνα 6.2.2 Πίνακας προτύπου για εισόδους και εξόδους πρατηρίου	54
Εικόνα 6.2.3 Εξωτερικός χώρος πρατηρίου	54
Εικόνα 6.2.4 Αποτελέσματα υπολογισμών για δρόμους και πεζοδρόμια	55

Η σελίδα αυτή είναι σκόπιμα λευκή

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σε έναν κόσμο που ευδοκίμει με συνεχή καινοτομία και πρόοδο, είναι απαραίτητο να κατανοήσουμε τη σημασία των μελετών φωτισμού. Ο τρόπος που αντιλαμβανόμαστε και αλληλοεπιδρούμε με το περιβάλλον μας, επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από την ποιότητα και την επάρκεια του φωτισμού. Είτε πρόκειται για τα σπίτια, τους χώρους εργασίας ή τους δημόσιους χώρους, ο φωτισμός παίζει καθοριστικό ρόλο στη βελτίωση της ασφάλειας, της άνεσης, της παραγωγικότητας και της συνολικής ευεξίας των ατόμων.

Η συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία εκπονήθηκε με σκοπό τη μελέτη φωτισμού ενός πρατηρίου καυσίμων σύμφωνα με το πρότυπο EN 12464-1 για τους εσωτερικούς χώρους και 12464-2 για τον εξωτερικό χώρο. Τα συγκεκριμένα πρότυπα επικεντρώνονται περισσότερο γύρω από τον άνθρωπο και τις απαιτήσεις του ανάλογα την εργασία που εκτελείται μέσα σε έναν χώρο.

Η σελίδα αυτή είναι σκόπιμα λευκή

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗ ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΚΑΙ ΕΞΩΤΕΡΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

1.1 Κατανόηση της ανάγκης για μελέτες φωτισμού

Οι μελέτες φωτισμού πραγματοποιούνται για την προσεκτική ανάλυση και αξιολόγηση των διαφόρων πτυχών του φωτισμού σε διαφορετικά περιβάλλοντα. Οι μελέτες αυτές στοχεύουν στον εντοπισμό των βέλτιστων συνθηκών φωτισμού που όχι μόνο πληρούν τις λειτουργικές απαιτήσεις αλλά δημιουργούν και οπτικά ελκυστικά περιβάλλοντα (Εικόνα 1.1.1). Εμβαθύνοντας στην επιστήμη της φωτοτεχνίας, μπορούν να επιτευχθούν οι εξής στόχοι για βελτιωμένη ορατότητα, ενεργειακή απόδοση, υγεία^[1] αλλά και ψυχολογική ευεξία^[2].



Εικόνα 0.1 Συστοιχία φωτιστικών σωμάτων [3]

Η πολύπλευρη φύση του φωτισμού απαιτεί ολοκληρωμένες μελέτες, καθώς ο ανεπαρκής φωτισμός μπορεί να έχει δυσμενείς επιπτώσεις στα άτομα και στο περιβάλλον τους. Ο ανεπαρκής φωτισμός μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένη καταπόνηση των ματιών, μειωμένη παραγωγικότητα ακόμη και κινδύνους για την ασφάλεια των ατόμων. Αντίθετα, ο καλά σχεδιασμένος φωτισμός μπορεί να ενισχύσει την οπτική άνεση, να μειώσει το άγχος και να επηρεάσει θετικά τη διάθεση και τα συναισθήματα.

1.2 Διεξαγωγή μελετών φωτισμού

Οι μελέτες φωτισμού περιλαμβάνουν μια σειρά από μεθοδολογίες και τεχνικές για την ολοκληρωμένη αξιολόγηση και βελτιστοποίηση των συνθηκών φωτισμού. Αυτές οι μελέτες συχνά περιλαμβάνουν έναν συνδυασμό ποσοτικών μετρήσεων, προσομοιώσεων, ποιοτικών παρατηρήσεων και ανάλυσης για να διασφαλιστεί μια ολιστική αξιολόγηση.

Οι ποσοτικές μετρήσεις περιλαμβάνουν την αξιολόγηση διαφόρων παραμέτρων φωτισμού, όπως τα επίπεδα φωτισμού (illuminance levels), οι λόγοι λαμπρότητας (luminance ratios), η απόδοση χρώματος (color rendering) και η ομοιομορφία (uniformity). Αυτές οι μετρήσεις παρέχουν δεδομένα που μπορούν να συγκριθούν με καθιερωμένα πρότυπα και οδηγίες για τον προσδιορισμό της ποιότητας αλλά και επάρκειας του φωτισμού. Όλα τα μεγέθη της φωτοτεχνίας μπορούν να εκτιμηθούν μέσω προσομοιώσεων με εξειδικευμένα λογισμικά.

Στις πτυχές των ποιοτικών παρατηρήσεων του φωτισμού, συμπεριλαμβάνονται αυτές της οπτικής άνεσης, της λαμπρότητας, που είναι το μόνο μέγεθος που αντιλαμβάνεται απευθείας το ανθρώπινο μάτι, και της αισθητικής. Σε συνεργασία με τους τελικούς αποδέκτες των μελετών αυτών και αφού έχουν ξεκαθαρίσει τα δικά τους θέλω και απαιτήσεις, οι επαγγελματίες φωτισμού μπορούν να προσαρμόσουν τις λύσεις φωτισμού για να ταιριάζουν σε συγκεκριμένες ανάγκες και προτιμήσεις.

1.3 Πρότυπα και οδηγίες

Για να διασφαλιστούν συνεπείς και αξιόπιστες πρακτικές φωτισμού, οι μελέτες συμμορφώνονται με καθιερωμένα πρότυπα και οδηγίες. Ένα από αυτά τα πρότυπα είναι και το EN 12464-1^[4] για εσωτερικούς χώρους εργασίας και το EN 12464-2^[5] για εξωτερικούς χώρους εργασίας, τα οποία και θα αναλυθούν παρακάτω και θα εφαρμοστούν στην εργασία αυτή.

1.4 Σκοπός της πτυχιακής

Σκοπός της παρούσης πτυχιακής εργασίας είναι να εκπονηθεί μία μελέτη για τη σχεδίαση ενός συστήματος φωτισμού για ένα πρατήριο καυσίμων με βάση τα ισχύοντα Ευρωπαϊκά πρότυπα EN 12464-1 και EN 12464-2 δίνοντας έμφαση στην ικανοποίηση όλων των κριτηρίων που τίθενται για τους εσωτερικούς και εξωτερικούς χώρους της εγκατάστασης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΠΡΟΤΥΠΟΥ EN 12464-1

2.1 Γενικά

Το πρότυπο EN 12464-1 είναι ένα ολοκληρωμένο σύνολο οδηγιών που δημιουργήθηκε στην Ευρώπη και εστιάζει στις απαιτήσεις φωτισμού για εσωτερικούς χώρους εργασίας. Ο κύριος στόχος του είναι να διασφαλίσει ότι οι συνθήκες φωτισμού σε αυτούς τους χώρους είναι βέλτιστες, προάγοντας την οπτική άνεση, την απόδοση και τη συνολική ευεξία. Το πρότυπο παρέχει συγκεκριμένα κριτήρια για τη σχεδίαση φωτισμού, συμπεριλαμβανομένων των συνιστώμενων επιπέδων φωτισμού, του ελέγχου θάμβωσης, της απόδοσης χρωμάτων και της ομοιομορφίας^{[4][6]}.

2.2 Πεδίο εφαρμογής

Το πρότυπο καθορίζει τις διάφορες απαιτήσεις φωτισμού ανάλογα την ιδιότητα του χώρου εργασίας αλλά και την ειδικότερη χρήση του. Επίσης λαμβάνεται υπόψη ότι για την κάλυψη της οπτικής άνεσης αλλά και των οπτικών επιδόσεων ότι οι άνθρωποι που εργάζονται σε αυτό ή κινούνται έχουν υγιή όραση. Σε αντίθετη περίπτωση πρέπει να αυξηθούν οι τιμές των ορίων που εφαρμόζονται για την ένταση φωτισμού. Ακόμη οι απαιτήσεις φωτισμού ικανοποιούν τα ποσοτικά και ποιοτικά κριτήρια. Υποδεικνύει ακόμα, καλές πρακτικές φωτισμού χωρίς να αναφέρεται σε θέματα ασφαλείας ή υγιεινής στον χώρο εργασίας. Σε αυτά τα θέματα αναφέρονται άλλα πρότυπα.

Τέλος, όλες οι απαιτήσεις φωτισμού μπορούν να εκπληρωθούν από τον σχεδιαστή είτε με φυσικό τρόπο είτε με τεχνητό ή ακόμα και συνδυασμό των δύο αυτών. Ωστόσο, αν ένας χώρος χρησιμοποιείται τη νύχτα πρέπει να μπορούν να επιτευχθούν οι απαραίτητες συνθήκες με μηδενικό φυσικό φωτισμό.

2.3 Κριτήρια σχεδίασης φωτισμού σε φωτεινό περιβάλλον

Για την σχεδίαση ενός ολοκληρωμένου συστήματος φωτισμού σε κάποιον χώρο πρέπει να ικανοποιηθούν οι ποσοτικές και ποιοτικές απαιτήσεις. Οι βασικές αυτές απαιτήσεις φωτισμού συνυπολογίζοντας τον άνθρωπο στον χώρο είναι οι εξής:

- Οπτική άνεση (visual comfort)
- Οπτική επίδοση (visual performance)
- Ασφάλεια

Οι παράμετροι ενός φωτεινού περιβάλλοντος είναι η κατανομή της λαμπρότητας στον χώρο, η ένταση του φωτισμού, η θάμβωση, η κατεύθυνση του φωτός, η απόδοση χρώματος, το τρεμόσβησα (flicker) και η μεταβλητότητα του φωτός.

Εκτός του φωτισμού υπάρχουν και άλλοι παράμετροι που επηρεάζουν τις οπτικές επιδόσεις όπως η χρήση του χώρου και η όραση των ατόμων, καθώς και οι ιδιότητες των επιφανειών και των λεπτομερειών των εργασιών που εκτελούνται.

Υπάρχουν τρόποι που χωρίς να αυξήσουμε την ένταση φωτισμού μπορούμε να έχουμε καλύτερη οπτική επίδοση όπως η μείωση της θάμβωσης (συντελεστής UGR), καλύτερη απόδοση χρωμάτων, σημάνσεις υψηλής αντίθεσης και συστήματα καθοδήγησης.

2.4 Κατανομή λαμπρότητας

Η κατανομή της λαμπρότητας έχει πολύ σημαντικό ρόλο στην προσαρμογή των ματιών και επηρεάζει την ορατότητα του ανθρώπου. Με μια ισορροπημένη κατανομή της αυξάνεται η οπτική ευκρίνεια, η άνεση χωρίς κούραση και η γρήγορη προσαρμογή ατόμων στον χώρο. Γι' αυτό θα πρέπει να αποφεύγεται η πολύ υψηλή λαμπρότητα που οδηγεί στη θάμβωση (UGR) και οι μεγάλες μεταβολές της που οδηγούν σε κούραση των οφθαλμών και όχι μόνο. Ακόμη, θα πρέπει να αποφεύγεται και το αντίθετο, δηλαδή η πολύ χαμηλή λαμπρότητα που προκαλεί πλήξη, νωχελικότητα κλπ.

Οπότε για να πετύχουμε μια ισορροπημένη λαμπρότητα στον χώρο θα πρέπει να λάβουμε υπόψη την λαμπρότητα όλων των επιφανειών, την ανακλαστικότητα αυτών και την ένταση φωτισμού σε αυτές. Επίσης η ένταση φωτισμού των επιφανειών αλλά και των τοίχων μαζί με τους συντελεστές ανάκλασης καθορίζουν τη λαμπρότητα.

2.5 Ένταση Φωτισμού

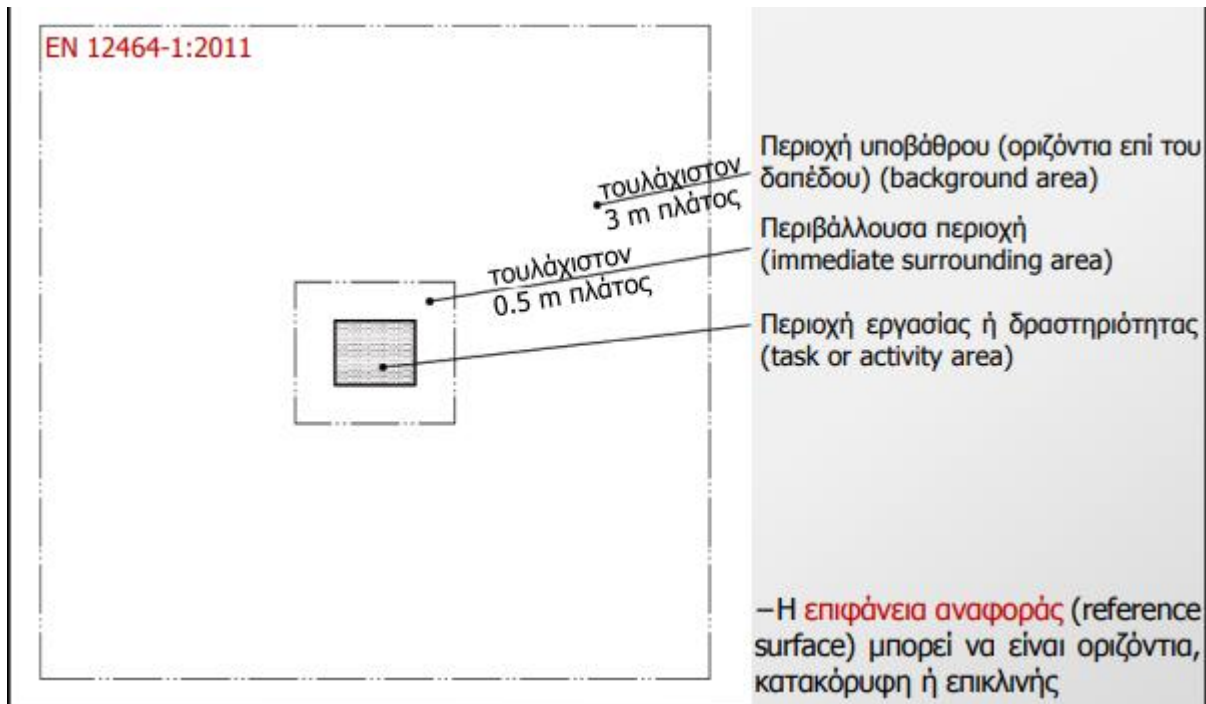
Περιοχές που πρέπει να φωτιστούν σύμφωνα με το πρότυπο είναι οι εξής (Εικόνα 2.5.1):

- Περιοχή εργασίας και δραστηριότητας (task and activity area): το σημείο που εκτελείται μία εργασία
- Περιβάλλουσα περιοχή (immediate surrounding area): περιβάλλει την περιοχή εργασίας (0.5m τουλάχιστον). Η περιοχή αυτή είναι εντός του οπτικού πεδίου.
- Περιοχή υποβάθρου (background area): περιβάλλει την περιβάλλουσα περιοχή και ορίζεται πάντοτε στο επίπεδο του δαπέδου (3 m τουλάχιστον)
- Οροφή

- Τοίχοι

- Αντικείμενα στον χώρο

Η θέση της περιοχής εργασίας, της περιβάλλουσας περιοχής και της περιοχής υποβάθρου πρέπει να καθορίζονται αυστηρά πάντα σε μία μελέτη.



Εικόνα 2.5.1 Περιοχή εργασίας-Περιβάλλουσα Περιοχή-Περιοχή υποβάθρου [7]

Οι αντιληπτές διαφορές στις τιμές της έντασης φωτισμού βρίσκονται στην παρακάτω εικόνα:

5, 7.5, 10, 15, 20, 30, 50, 75, 100, 150, 200, 300, 500, 750, 1000, 1500, 2000, 3000, 5000, 7500, 10000 lx

- Οι τιμές έντασης φωτισμού που απαιτούνται από το EN 12464-1 δίνονται σε πίνακες ανά δραστηριότητα και ανήκουν στις παραπάνω διακριτές τιμές

Εικόνα 2.5.2 Αντιληπτές διαφορές έντασης φωτισμού [7]

Η ένταση φωτισμού της περιβάλλουσας περιοχής δύναται να είναι μικρότερη σε σχέση με αυτήν της περιοχής εργασίας αλλά δεν πρέπει να είναι μικρότερη από τις απαιτούμενες συντηρούμενες μέσες τιμές που δίνονται στον παρακάτω πίνακα του προτύπου:

Table 3 — Relationship of illuminances on immediate surrounding to the illuminance on the task area or activity area

Illuminance on the task area or activity area \bar{E}_m lx	Illuminance on immediate surrounding areas lx
≥ 750	500
500	300
300	200
200	150
≤ 150	<i>equal to task area</i>

EN 12464-1

Εικόνα 2.5.3 Ένταση περιβάλλουσας περιοχής σε σχέση με την περιοχή εργασίας

Η περιοχή υποβάθρου πρέπει να σημειωθεί ότι είναι ίση με το 1/3 της απαιτούμενης συντηρούμενης μέσης έντασης φωτισμού της περιβάλλουσας περιοχής.

2.6 Θάμβωση

Η θάμβωση (Glare) αναφέρεται στην υπερβολική και άβολη για τους ανθρώπους φωτεινότητα ή αντίθεση στο οπτικό πεδίο που μπορεί να εμποδίσει την καθαρή όραση και να προκαλέσει δυσφορία ή οπτική κόπωση. Εμφανίζεται όταν υπάρχει σημαντική διαφορά στη φωτεινότητα μεταξύ μιας πηγής φωτός και του περιβάλλοντός της, οδηγώντας σε μια μη ισορροπημένη οπτική αντίληψη. Η αντανάκλαση μπορεί να προκληθεί από άμεσο ή ανακλώμενο φως. Η σοβαρότητα της θάμβωσης μπορεί να ποικίλλει ανάλογα με παράγοντες όπως η ένταση και η γωνία της πηγής φωτισμού (φωτιστικό σώμα) σε σχέση με τη θέση του ανθρώπου, η ανακλαστικότητα των επιφανειών αλλά και η ατομική αντιληπτικότητα, καθώς ο τρόπος αντίληψης του φωτός είναι υποκειμενικός. Ο σωστός έλεγχος της αντανάκλασης είναι απαραίτητος στον σχεδιασμό του φωτισμού για τη διασφάλιση της οπτικής άνεσης, τη βελτίωση της οπτικής απόδοσης και την πρόληψη πιθανών προβλημάτων υγείας που σχετίζονται με την παρατεταμένη έκθεση σε αντανάκλαση.

Η θάμβωση μπορεί να καταπολεμηθεί με τη θωράκιση των φωτιστικών σωμάτων, τον περιορισμό λαμπρότητας επιφανειών ενός χώρου και τον περιορισμό της θάμβωσης δυσφορίας με την μέθοδο UGR:

- Στη γενική μορφή, η μέθοδος UGR (Unified Glare Rating) λαμβάνει υπ' όψιν όλα τα φωτιστικά σώματα, το φυσικό φως, καθώς και τις ανακλάσεις στην οροφή, τους τοίχους και το δάπεδο

$$UGR = 8 \cdot \log \left(\frac{0.25}{L_b} \sum \frac{L^2 \omega}{\rho^2} \right)$$

Λαμπρότητα λόγω ανακλάσεων
 Λαμπρότητα λόγω φωτιστικών σωμάτων

L_b : η λαμπρότητα υποβάθρου	Φυσικοί παράγοντες που επηρεάζουν τη θάμβωση
L : η λαμπρότητα του κάθε φωτιστικού σώματος στην κατεύθυνση του παρατηρητή	
ω : η στερεά γωνία του κάθε φωτιστικού σώματος με κορυφή τον οφθαλμό του παρατηρητή	
ρ : συντελεστής θέσης (Guth Index) του κάθε φωτιστικού σώματος που εκφράζει τη μετατόπιση από τη γραμμή όρασης του παρατηρητή	

Εικόνα 2.6.1 Μέθοδος UGR [7]

2.7 Φωτισμός χώρου

Για τον φωτισμό ενός χώρου πρέπει να λάβουμε υπόψη την απεικόνιση λεπτομερειών (modelling) που είναι ο λόγος της κυλινδρικής προς την οριζόντια ένταση φωτισμού σε κάποιον χώρο. Περιγράφει την ισορροπία διασκορπισμένου φωτισμού και κατευθυντικού φωτισμού και πρέπει να βρίσκεται ανάμεσα στο 0.3 και 0.6.

Επίσης σημαντικό είναι ο δείκτης χρωματικής απόδοσης να μην είναι μικρότερος από τις τιμές που δίνονται στο πρότυπο. Αυτό γιατί πρέπει να αποδίδονται ορθά τα χρώματα του χώρου.

Συνοψίζοντας τα παραπάνω, στη συνέχεια αναφέρονται σε μορφή λίστας όλα τα κριτήρια που θέτει το πρότυπο EN 12464-1:2021, Light and lighting - Lighting of work places - Part 1: Indoor work places, όπως παρουσιάζονται στην αναφορά^[7].

1. Ένταση φωτισμού επιφανειών (οροφή, τοίχοι)
2. Ομοιομορφία έντασης φωτισμού επιφανειών (οροφή, τοίχοι)
3. Ένταση φωτισμού στην επιφάνεια αναφοράς της περιοχής εργασίας
4. Ένταση φωτισμού περιβάλλουσας περιοχής
5. Ένταση φωτισμού περιοχής υποβάθρου
6. Ομοιομορφία έντασης φωτισμού στην επιφάνεια αναφοράς της περιοχής εργασίας
7. Ομοιομορφία έντασης φωτισμού περιβάλλουσας περιοχής

-
8. Ομοιομορφία έντασης φωτισμού περιοχής υποβάθρου
 9. Συντελεστής UGR (θάμβωση)
 10. Μέση κυλινδρική ένταση φωτισμού
 11. Ομοιομορφία μέσης κυλινδρικής έντασης φωτισμού
 12. Απεικόνιση λεπτομερειών
 13. Θερμοκρασία χρώματος
 14. Δείκτης χρωματικής απόδοσης

Είναι πολύ σημαντικό να τονιστεί ότι ανάλογα με την εργασία ή τις εργασίες που επιτελούνται σε έναν χώρο το πρότυπο EN 12464-1 ορίζει τιμές και επιτρεπτά ελάχιστα ή μέγιστα όρια για τα παραπάνω κριτήρια. Τα κριτήρια αυτά μπορούν να ελεγχθούν με εξειδικευμένα λογισμικά που συχνά συμπεριλαμβάνουν και απευθείας αυτόματη σύγκριση με τα όρια που εφαρμόζονται σε ένα χώρο.

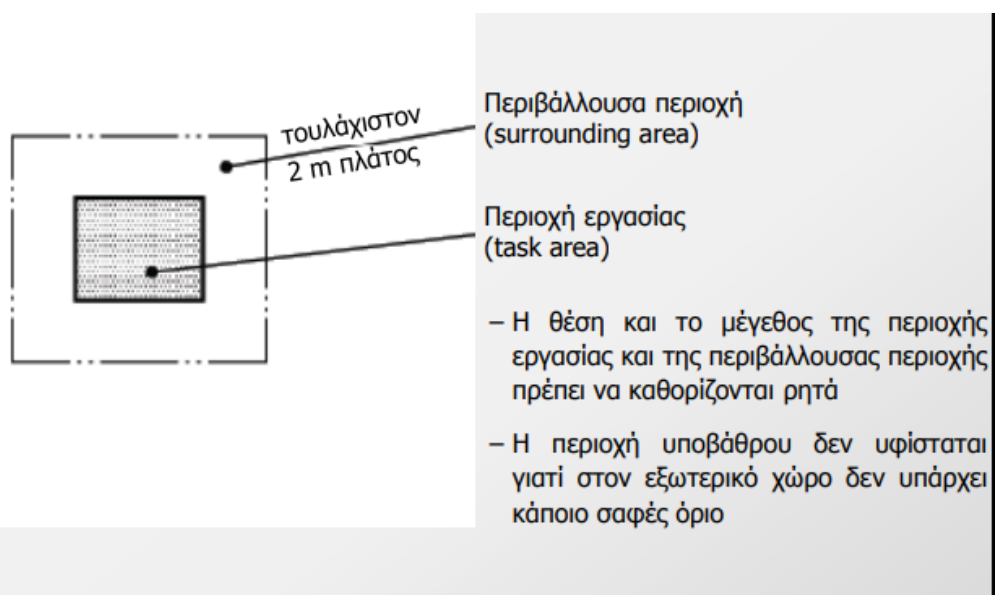
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΠΡΟΤΥΠΟΥ EN 12464-2

3.1 Γενικά κριτήρια

Ο πρωταρχικός στόχος του προτύπου EN 12464-2 είναι να διασφαλίσει ότι οι εξωτερικοί χώροι εργασίας φωτίζονται σωστά για να προάγουν την καλή ορατότητα, την οπτική άνεση και κατ' επέκταση την ασφάλεια^{[5][6]}. Λαμβάνει υπόψη διάφορους παράγοντες που αναφέρονται και στο πρότυπο EN 12464-1 αλλά και άλλους όπως αυτός της φωτορύπανσης ώστε να δημιουργήσει ένα ολοκληρωμένο σύνολο οδηγιών για το σχεδιασμό εξωτερικού φωτισμού. Επίσης αφήνει τον σχεδιαστή ελεύθερο στον εξοπλισμό που θα χρησιμοποιήσει αλλά και σε χρήση νέων τεχνικών.

Οι απαιτήσεις φωτισμού όπως και στο πρότυπο για τους εσωτερικούς χώρους αρκείται στις ανθρώπινες ανάγκες που δεν είναι άλλες από την οπτική άνεση, τις οπτικές επιδόσεις και την ασφάλεια. Η ισορροπημένη λαμπρότητα είναι και εδώ κλειδί για την οπτική άνεση ενός εξωτερικού χώρου.

Σε αντίθεση με τον εσωτερικό χώρο, εδώ ο χώρος χωρίζεται στην περιοχή εργασίας (Εικόνα 3.1.1) η οποία θα πρέπει να φωτίζεται και εδώ κατά το δυνατόν ομοιόμορφα, αλλά και την περιβάλλουσα περιοχή που βρίσκεται στα 2 m πλάτος τουλάχιστον. Σημειώνεται ότι η βασική διαφορά με τους εσωτερικούς χώρους είναι ότι δεν υπάρχουν όρια στον εξωτερικό χώρο με την έννοια των τοίχων και της οροφής. Άρα το φως έχει λιγότερες επιφάνειες για να ανακλαστεί.



Εικόνα 3.1.1 Περιοχή εργασίας και περιοχή υποβάθρου [7]

Στην προκειμένη περίπτωση όπως φαίνεται και στον παρακάτω πίνακα η ένταση φωτισμού της περιβάλλουσας περιοχής είναι πολύ πιο μικρή σε σχέση με αυτής του εσωτερικού χώρου:

Table 1 — Relationship of illuminances of surrounding areas to task area

Task illuminance lx	Illuminance of surrounding areas lx
≥ 500	100
300	75
200	50
150	30
$50 \leq \bar{E}_m \leq 100$	20
EN 12464-2 < 50	no specification

Εικόνα 3.1.2 Ένταση φωτισμού της περιβάλλουσας περιοχής σε σχέση με την περιοχή εργασίας

Επίσης οι αντιληπτές διαφορές των τιμών έντασης φωτισμού σε εξωτερικούς χώρους είναι οι εξής:

- Οι τιμές έντασης φωτισμού που οδηγούν σε αντιληπτές διαφορές είναι: 5, 10, 15, 20, 30, 50, 75, 100, 150, 200, 300, 500, 750, 1000, 1500, 2000 lx
- Οι τιμές έντασης φωτισμού που απαιτούνται από το EN 12464-2 δίνονται σε πίνακες ανά δραστηριότητα και ανήκουν στις παραπάνω διακριτές τιμές

Εικόνα 3.1.3 Αντιληπτές έντασης φωτισμού σε εξωτερικούς χώρους [7]

Παρακάτω φαίνεται ένα παράδειγμα πίνακα του προτύπου EN 12464-2, ο οποίος ορίζει τα αντίστοιχα όρια για τα μεγέθη που εξετάζονται:

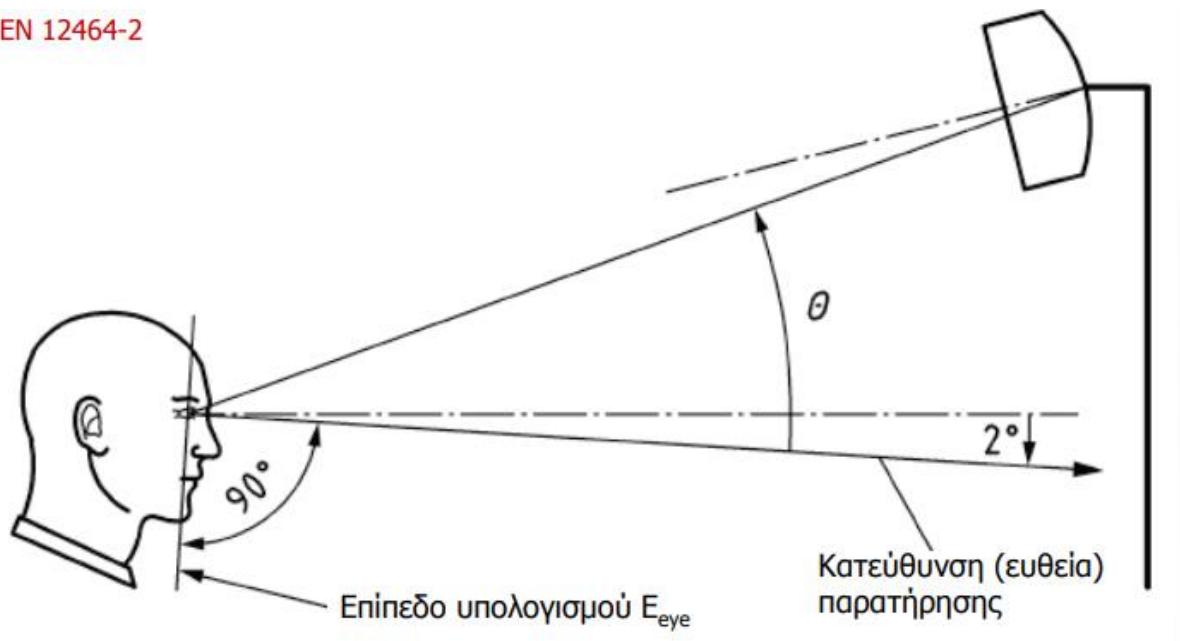
Παράδειγμα πίνακα EN 12464-2 Table 5.9 — Parking areas						
Ref. no.	Type of area, task or activity	\bar{E}_m lx	U_o	R_{GL}	R_a	Specific requirements
5.9.1	Light traffic, e.g. parking areas of shops, terraced and apartment houses; cycle parks	5	0,25	55	20	Επιφάνεια αναφοράς της περιοχής εργασίας
5.9.2	Medium traffic, e.g. parking areas of department stores, office buildings, plants, sports and multipurpose building complexes	10	0,25	50	20	
5.9.3	Heavy traffic, e.g. parking areas of major shopping centres, major sports and multipurpose building complexes	20	0,25	50	20	
Παράδειγμα πίνακα EN 12464-2 Table 5.5 — Farms						
Ref. no.	Type of area, task or activity	\bar{E}_m lx	U_o	R_{GL}	R_a	Specific requirements
5.5.1	Farm yard	20	0,10	55	20	Οι πίνακες και τα όρια του προτύπου εμπεριέχονται στα λογισμικά (π.χ. DIALux)
5.5.2	Equipment shed (open)	50	0,20	55	20	
5.5.3	Animals sorting pen	50	0,20	50	40	

Εικόνα 3.1.4 Παράδειγμα πίνακα προτύπου EN 12464-2 [7]

Όπως φαίνεται και στην Εικόνα 3.1.4 ανάλογα με τον χώρο και τον τύπο μιας εγκατάστασης ή περιοχής δίνονται και όρια του προτύπου. Ακόμη για τον υπολογισμό της έντασης φωτισμού ορίζεται ένα πλέγμα σε κάθε επιφάνεια που χρησιμοποιείται για δραστηριότητες.

Η θάμβωση (Εικόνα 3.1.5) συνεχίζει να υπάρχει και εδώ, για αυτό και πρέπει να περιορίζεται. Στον εξωτερικό χώρο υπολογίζεται με τη μέθοδο συντελεστή θάμβωσης R_G (Glare Rating, Εικόνα 3.1.6).

EN 12464-2



Εικόνα 3.1.5 Θάμβωση σε εξωτερικό χώρο [7]

- Η μέθοδος συντελεστή θάμβωσης R_G (Glare Rating) λαμβάνει υπ' όψιν όλα τα φωτιστικά σώματα, καθώς και τις ανακλάσεις στον περιβάλλοντα χώρο

$$R_G = 27 + 24 \cdot \log \left(\frac{\sum L_{vli}}{L_{ve}^{0.9}} \right)$$

$\sum L_{vli}$ → Λαμπρότητα λόγω φωτιστικών σωμάτων
 $L_{ve}^{0.9}$ → Λαμπρότητα λόγω ανακλάσεων (περιβάλλον)

$$L_{vl} = 10(E_{eye} \cdot \theta^{-2})$$

$$L_{ve} = 0.035 \cdot \rho \cdot E_{hav} \pi^{-1}$$

$\sum L_{vli}$: η συνολική διάχυτη λαμπρότητα (veiling luminance) που προκαλείται από το σύστημα φωτισμού (σύνολο φωτιστικών σωμάτων)

E_{eye} : η ένταση φωτισμού στον οφθαλμό του παρατηρητή σε ένα επίπεδο κατακόρυφο στην κατεύθυνση παρατήρησης (2° κάτω από την οριζόντιο)

θ : η γωνία με κορυφή τον οφθαλμό του παρατηρητή μεταξύ των κατευθύνσεων παρατήρησης και του προσπίπτοντος φωτός από το φωτιστικό σώμα

L_{ve} : η ισοδύναμη διάχυτη λαμπρότητα του περιβάλλοντος

ρ : μέση ανακλαστικότητα (αν είναι άγνωστη: τυπική τιμή 0.15)

E_{hav} : η μέση οριζόντια ένταση φωτισμού της περιοχής

Εικόνα 3.1.6 Μέθοδος συντελεστή θάμβωσης R_G (Glare Rating) [7]

Η θάμβωση μπορεί να αντισταθμιστεί με κατάλληλη διάταξη φωτιστικών, καλύτερη υφή των επιφανειών, περιορισμό της λαμπρότητας και αύξηση της φωτεινής επιφάνειας του φωτιστικού σώματος.

Συνοψίζοντας τα παραπάνω, στη συνέχεια αναφέρονται σε μορφή λίστας όλα τα κριτήρια που θέτει το πρότυπο EN 12464-2:2014, Light and lighting - Lighting of work places - Part 2: Outdoor work places, όπως παρουσιάζονται στην αναφορά^[7].

1. Ένταση φωτισμού στην επιφάνεια αναφοράς της περιοχής εργασίας
2. Ένταση φωτισμού περιβάλλουσας περιοχής
3. Ομοιομορφία έντασης φωτισμού στην επιφάνεια αναφοράς της περιοχής εργασίας
4. Ομοιομορφία έντασης φωτισμού περιβάλλουσας περιοχής
5. Ομοιομορφία ακραίων τιμών
6. Συντελεστής RG (θάμβωση)
7. Δείκτης χρωματικής απόδοσης

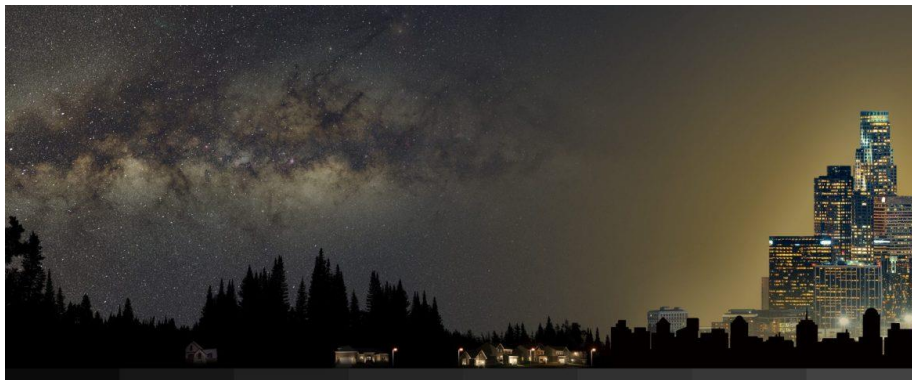
Τα κριτήρια αυτά είναι λιγότερα σε σχέση με το πρότυπο των εσωτερικών χώρων. Είναι πολύ σημαντικό να τονιστεί ότι ανάλογα με την εργασία ή τις εργασίες που επιτελούνται σε έναν εξωτερικό χώρο το πρότυπο EN 12464-2 ορίζει τιμές και επιτρεπτά ελάχιστα ή μέγιστα όρια για τα παραπάνω κριτήρια. Τα κριτήρια αυτά μπορούν να ελεγχθούν με εξειδικευμένα λογισμικά που συχνά συμπεριλαμβάνουν και απευθείας αυτόματη σύγκριση με τα όρια που εφαρμόζονται σε ένα χώρο.

Ένα κριτήριο που δεν αναφέρθηκε στους εσωτερικούς χώρους αλλά το συναντάμε στους εξωτερικούς, είναι η φωτορύπανση, η οποία αναλύεται στην επόμενη ενότητα. Βέβαια αυτό αφορά γενικά το περιβάλλον και γειτονικές εγκαταστάσεις και έτσι δεν εξετάστηκε στην εργασία αυτή.

3.2 Φωτορύπανση

Η φωτορύπανση (Εικόνα 3.2.1) αναφέρεται στον υπερβολικό ή λανθασμένο τεχνητό φωτισμό που διαταράσσει το φυσικό σκοτάδι του νυχτερινού ουρανού και παρεμποδίζει την παρατήρηση άστρων, ουράνιων αντικειμένων και τη συνολική ομορφιά του νυχτερινού περιβάλλοντος. Προκαλείται από την υπερβολική χρήση και τον αναποτελεσματικό σχεδιασμό των φωτιστικών εξωτερικού χώρου και των συστημάτων εξωτερικού φωτισμού, με αποτέλεσμα τη διασπορά και τη λάμψη του φωτός πέρα από τις επιδιωκόμενες περιοχές

φωτισμού. Η φωτορύπανση δεν επιδρά μόνο στη νυχτερινή καλαισθησία της φύσης αλλά έχει επίσης αρνητικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία^[8], την άγρια ζωή και το περιβάλλον. Μπορεί να διαταράξει τα φυσικά οικοσυστήματα, να αλλάξει τη συμπεριφορά των ζώων και τα πρότυπα μετανάστευσης και να επηρεάσει τους κirkάδιους ρυθμούς του ανθρώπου, τον ύπνο και τη συνολική ευημερία^{[8][9]}. Η αντιμετώπιση της φωτορύπανσης περιλαμβάνει την εφαρμογή στρατηγικών φωτισμού που ελαχιστοποιούν το περιττό ή υπερβολικό φως, χρησιμοποιούν κατάλληλη θωράκιση και κατευθυντικότητα και δίνουν προτεραιότητα στην ενεργειακή απόδοση και τις υπεύθυνες πρακτικές φωτισμού για τη διατήρηση της ποιότητας του νυχτερινού ουρανού και τη μείωση των αρνητικών επιπτώσεων στο περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία.



Εικόνα 3.2.1 Παράδειγμα φωτορύπανσης [10]

Στο πρότυπο EN 12464-2 υπάρχουν πίνακες (Εικόνα 3.2.2) που αναλύουν τα όρια της φωτορύπανσης ώστε να αποφεύγονται τέτοιου είδους πρακτικές.

EN 12464-2 Table 2 — Maximum obtrusive light permitted for exterior lighting installations

Environmental zone	Light on properties		Luminaire intensity		Upward light ratio	Luminance	
	E_v lx		I cd			R_{UL} %	L_b cd·m ⁻²
	Pre-curfew	Post-curfew	Pre-curfew	Post-curfew		Building facade	Signs
E1	2	0	2 500	0	0	0	50
E2	5	1	7 500	500	5	5	400
E3	10	2	10 000	1 000	15	10	800
E4	25	5	25 000	2 500	25	25	1 000

- **Environmental zone:** περιβαλλοντική ζώνη (ζώνη φωτισμού)
- E_v (lx): η μέγιστη τιμή της κατακόρυφης έντασης φωτισμού σε κάποια ιδιοκτησία
- I (cd): η φωτεινή ένταση κάθε φωτιστικού σώματος στη διεύθυνση που μπορεί να προκαλέσει όχληση
- R_{UL} (%): το ποσοστό της φωτεινής ροής που εκπέμπεται πάνω από το οριζόντιο επίπεδο με το φωτιστικό σώμα εγκατεστημένο στην τελική θέση του
- L_b (cd·m⁻²): η μέση λαμπρότητα της πρόσοψης ενός κτιρίου (μέγιστη τιμή)
- L_s (cd·m⁻²): η μέση λαμπρότητα πινακίδων (μέγιστη τιμή)

Εικόνα 3.2.2 Πίνακας φωτορύπανσης [7]

Στην παραπάνω εικόνα ως E1 ορίζονται οι σκοτεινές περιοχές όπως τα πάρκα, E2 είναι οι περιοχές με μικρή φωτεινότητα, E3 περιοχές μέσης φωτεινότητας όπως τα αστικά περίχωρα και E4 περιοχές υψηλής φωτεινότητας όπως τα αστικά κέντρα.

3.3 Κατευθυντικός φωτισμός

Ο κατευθυντικός φωτισμός είναι μία τεχνική φωτισμού που εστιάζει σε μια συγκεκριμένη κατεύθυνση, περιοχή ή αντικείμενο. Περιλαμβάνει τη χρήση φωτιστικών που έχουν ρυθμιζόμενη οπτική για να κατευθύνει με ακρίβεια τον φωτισμό. Σκοπός του κατευθυντικού φωτισμού είναι να τονίσει συγκεκριμένα χαρακτηριστικά, λεπτομέρειες, επιφάνειες, αντικείμενα ή περιοχές ελαχιστοποιώντας τη διασπορά φωτός αλλά και την αντανάκλαση. Η τεχνική αυτή επιτρέπει τον ακριβή έλεγχο της κατανομής και έντασης του φωτός.

3.4 Τεχνητό φως και θερμοκρασία χρώματος

Τέλος, ο τεχνητός φωτισμός χωρίζεται σε 3 κατηγορίες ανάλογα την θερμοκρασία χρώματος

EN 12464-2 Table 4 — Lamp colour appearance groups

Colour appearance	Correlated colour temperature T_{cp} K
Warm	below 3 300
Intermediate	3 300 to 5 300
Cool	above 5 300

Εικόνα 3.4.1 Θερμοκρασίες χρωμάτων

Όπου θερμό (warm) βρίσκεται κάτω των 3300 K. Ανάμεσα στα 3300 K και 5300 K είναι το ενδιάμεσο και άνω των 5300 K είναι το ψυχρό.

Η επιλογή της θερμοκρασίας χρώματος είναι καθαρά υποκειμενική και εξαρτάται από ψυχολογικούς παράγοντες και παράγοντες αισθητικής. Ωστόσο, υπάρχουν γενικές οδηγίες ανάλογα με την κατηγορία του χώρου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΥΠΟ ΜΕΛΕΤΗ

4.1 Πληροφορίες εγκατάστασης

Η εγκατάσταση στην οποία θα γίνει η φωτοτεχνική μελέτη με βάση τα πρότυπα EN 12464-1 και EN 12464-2 που αναλύθηκαν ανωτέρω είναι ένα πρατήριο καυσίμων (Εικόνες 4.1.1 και 4.1.2), τα σχέδια του οποίου υπάρχουν διαθέσιμα στο διαδίκτυο [11].



Εικόνα 4.1.1 Πρατήριο καυσίμων [11]



Εικόνα 4.1.2 Πρατήριο καυσίμων, πίσω πλευρά [11]

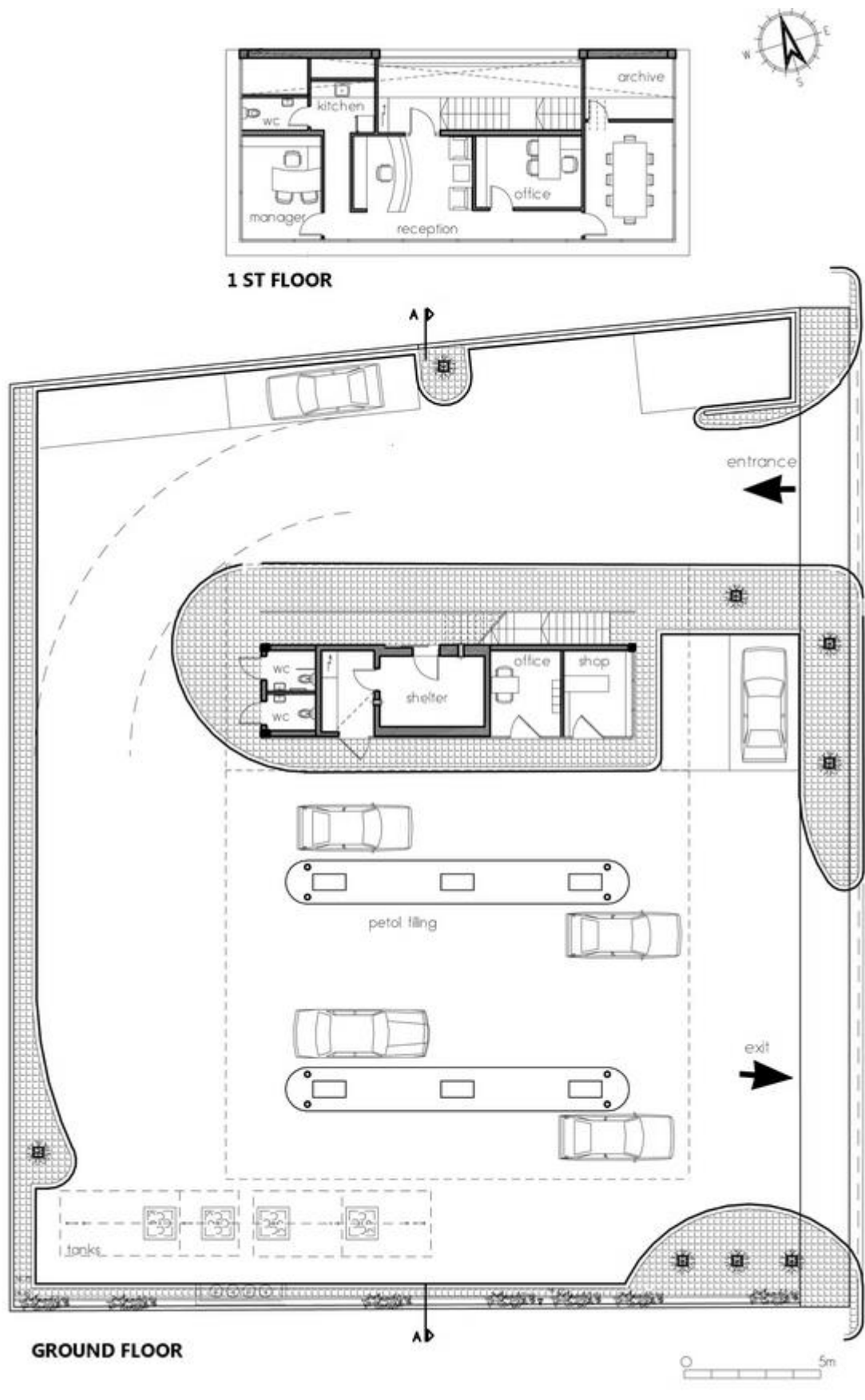
Όπως διακρίνεται και στις φωτογραφίες το πρατήριο αποτελείται από 2 ορόφους με την επικοινωνία των δύο αυτών ορόφων να γίνεται μέσω εξωτερικής σκάλας στην πίσω πλευρά του πρατηρίου. Η πρόσοψη του κτηρίου αποτελείται από φιμέ γυαλί που δημιουργεί μια αρχιτεκτονική καλαισθησία. Μια άλλη λεπτομέρεια στο θέμα της κατασκευής του είναι ότι ο δεύτερος όροφος είναι λίγο μεγαλύτερος από τον πρώτο.

Παρατηρώντας στην κάτοψη του κτηρίου και βλέποντας την Εικόνα 4.1.3 φαίνεται με λεπτομέρεια κάθε εσωτερικός χώρος του πρώτου και του δευτέρου ορόφου αλλά και ο εξωτερικός περιβάλλοντας χώρος του πρατηρίου υπό κλίμακα.

Ο πρώτος όροφος αποτελείται από 2 τουαλέτες που είναι προσβάσιμες για όλους, ένα κατάστημα ψιλικών για τις ανάγκες των πελατών, έναν ειδικά διαμορφωμένο χώρο που οι ταξιδιώτες θα μπορούν να απολαύσουν το φαγητό τους, τον καφέ τους ή απλά να ξεκουραστούν από ένα πολύωρο ταξίδι και να ξαποστάσουν για όσο θελήσουν. Ακόμη κατά την είσοδο τους οι πελάτες θα βρεθούν σε ένα δωμάτιο που είναι έτσι διαμορφωμένο ώστε αν θελήσουν μπορούν να καθίσουν σε έναν πάγκο και να χαλαρώσουν.

Ο δεύτερος όροφος που η πρόσβαση γίνεται αποκλειστικά από την εξωτερική σκάλα στην πίσω πλευρά του κτηρίου αποτελείται από δύο γραφεία, τον χώρο της υποδοχής μία μικρή κουζίνα για τους εργαζόμενους του πρατηρίου, μία τουαλέτα, τον χώρο που πραγματοποιούνται συναντήσεις όταν κριθεί απαραίτητο και το δωμάτιο του αρχείου.

Εκτός από τον εσωτερικό χώρο στην κάτοψη διακρίνεται και ο εξωτερικός χώρος του πρατηρίου όπου η είσοδος βρίσκεται στην πίσω πλευρά του κτηρίου και η έξοδος γίνεται από την μπροστά. Διακρίνονται επίσης θέσεις στάθμευσης αλλά και πεζοδρόμιο για την κυκλοφορία των πεζών εντός του πρατηρίου. Τέλος, μπροστά ακριβώς από το κτήριο βρίσκονται και οι αντλίες για την βενζίνη κάτω από σκέπαστρο.



Εικόνα 4.1.3 Κάτοψη του πρατηρίου [11]

4.2 Κατασκευή της εγκατάστασης στο λογισμικό DIALux evo

Για την κατασκευή του μοντέλου του πρατηρίου καυσίμων ώστε να γίνουν οι υπολογισμοί που χρειάζονται για τη μελέτη φωτισμού χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό DIALux evo, όπως και για την φωτοτεχνική μελέτη, η οποία θα αναλυθεί στα επόμενα κεφάλαια. Εναλλακτικά θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί λογισμικό τρισδιάστατης σχεδίασης για καλύτερα αποτελέσματα.

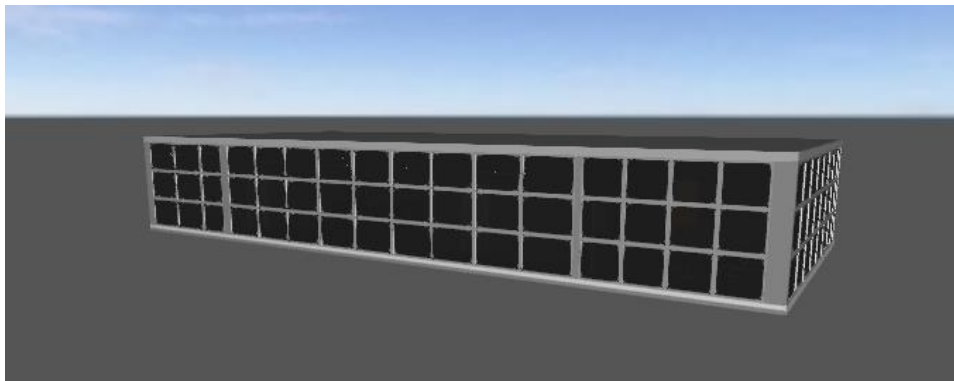
Για την πιο ομαλή υλοποίηση της φωτοτεχνικής μελέτης λόγω υλοποίησης υπολογισμών από το πρόγραμμα προτιμήθηκε όλος ο ενιαίος χώρος που είδαμε παραπάνω να διασπαστεί σε τρία ξεχωριστά αρχεία, για να είναι υπολογιστικά διαχειρίσιμος.

Στο πρώτο αρχείο υπάρχει μόνο ο πρώτος όροφος του πρατηρίου καυσίμων που αποτελείται από 2 WC, ένα γραφείο, ένα κατάστημα ψιλικών, την μπροστινή είσοδο του πρατηρίου αλλά και το καταφύγιο των ταξιδιωτών. Ο όροφος αυτός φαίνεται στην Εικόνα 4.2.1.



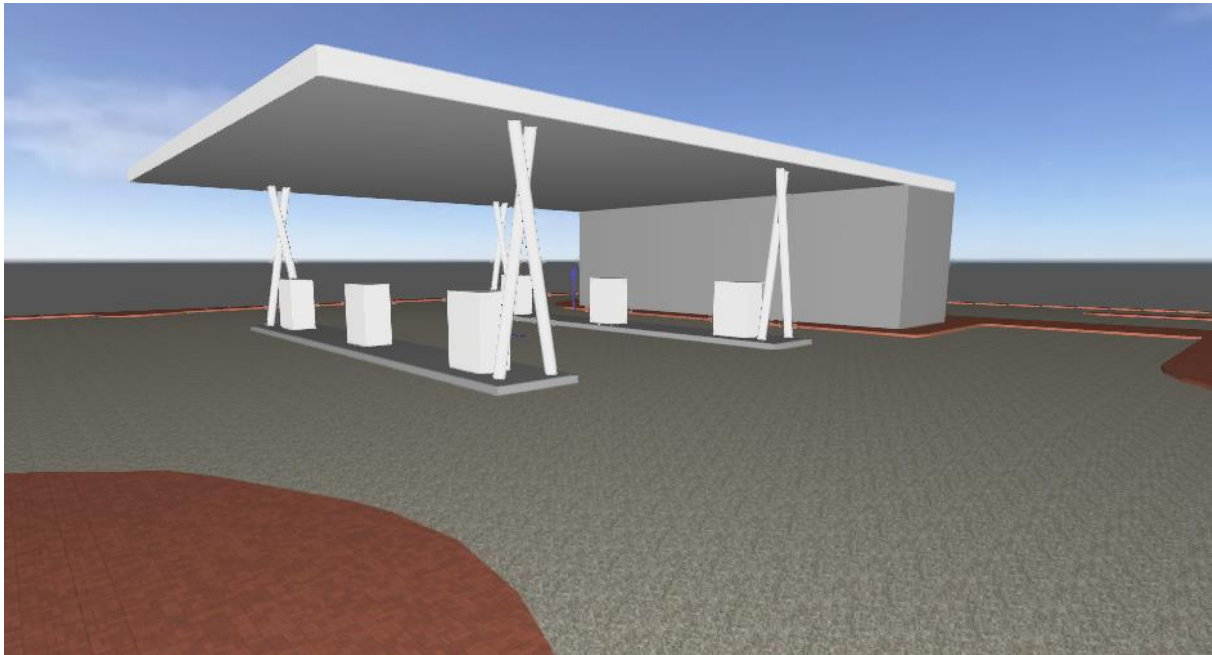
Εικόνα 4.2.1 Πρώτος όροφος πρατηρίου καυσίμων σχεδιασμένος στο λογισμικό DIALux evo

Στο δεύτερο αρχείο κατασκευάστηκε ο δεύτερος όροφος του πρατηρίου καυσίμων (Εικόνα 4.2.2).



Εικόνα 4.2.2 Δεύτερος όροφος πρατηρίου καυσίμων σχεδιασμένος στο λογισμικό DIALux evo

Για τις ανάγκες ανάδειξης του εξωτερικού χώρου σχεδιάστηκε σε τρίτο ξεχωριστό αρχείο με επίκεντρο τις εξωτερικές εγκαταστάσεις του κτηρίου, λαμβάνοντας το κυρίως κτίριο ως έναν γενικό όγκο (Εικόνα 4.2.3).



Εικόνα 4.2.3 Εξωτερικός χώρος πρατηρίου καυσίμων σχεδιασμένος στο DIALux evo

Τονίζεται εδώ ότι για ακριβέστερη αναπαράσταση του ανωτέρω πρατηρίου καυσίμων απαιτείται πρόγραμμα 3D σχεδίασης. Ωστόσο, τα αποτελέσματα που θα ληφθούν χρησιμοποιώντας το σχεδιαστικό κομμάτι του DIALux evo είναι επαρκή για τη μελέτη φωτισμού.

Η σελίδα αυτή είναι σκόπιμα λευκή

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΠΡΑΤΗΡΙΟΥ ΚΑΥΣΙΜΩΝ

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται η σχεδίαση και ο έλεγχος των κριτηρίων του προτύπου EN 12464-1 για τον εσωτερικό χώρο του πρατηρίου που παρουσιάστηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο.

5.1 Σύστημα φωτισμού στα WC πρώτου και δευτέρου ορόφου

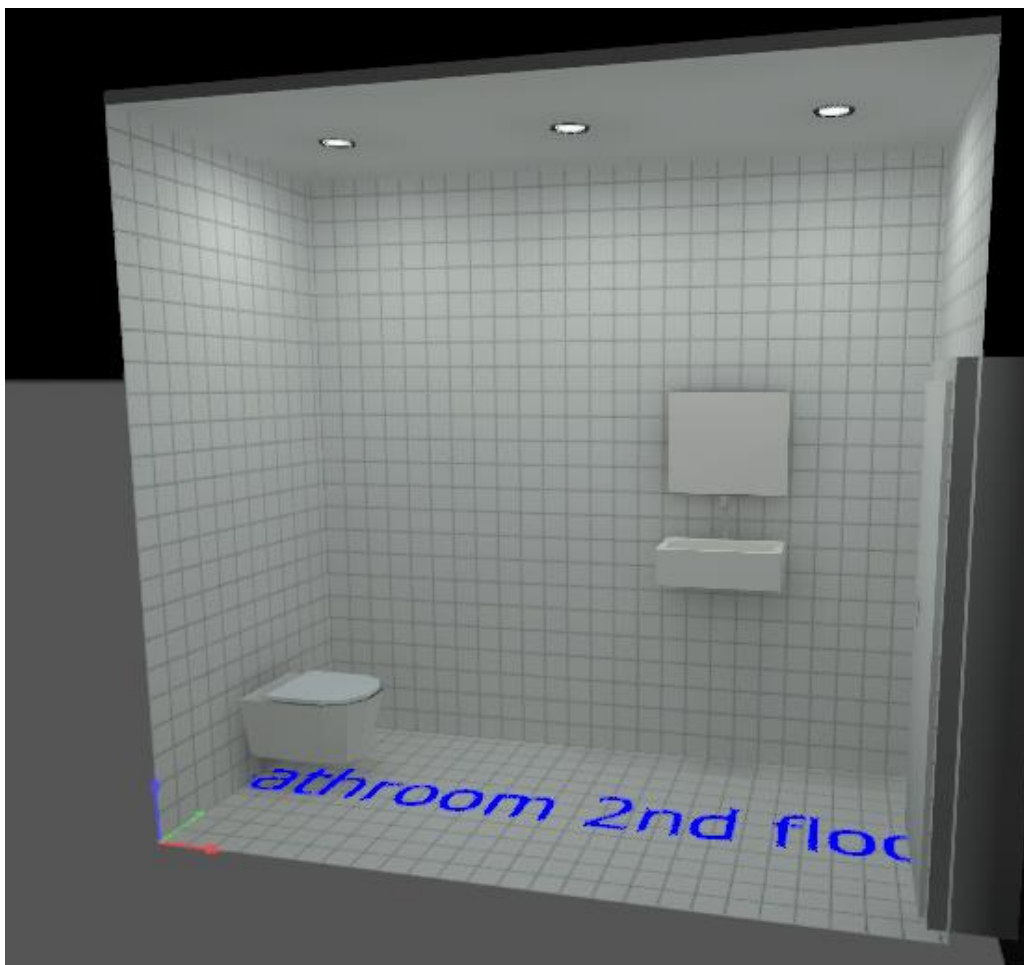
Τα δύο WC του πρώτου ορόφου (Εικόνα 4.1.3) χωρισμένα για άντρες και γυναίκες εξυπηρετούν τις ανάγκες κατά κύριο λόγο των πελατών ενώ το WC του δευτέρου ορόφου εξυπηρετεί τις ανάγκες των εργαζομένων. Αποτελούνται από μία τουαλέτα και έναν νιπτήρα για τις βασικές ανάγκες (Εικόνες 5.1.1-5.1.3).



Εικόνα 5.1.1 WC αντρών



Εικόνα 5.1.2 WC γυναικών



Εικόνα 5.1.3 WC δευτέρου ορόφου

Τα απαιτούμενα κριτήρια που πρέπει να πληρούνται αφού πρώτα έχει οριστεί ποια λειτουργία θα έχουν αυτοί οι χώροι μπορούν να βρεθούν εντός του λογισμικού DIALux, όπως φαίνεται παρακάτω. Ακόμη η απεικόνιση λεπτομερειών ή αλλιώς modelling πρέπει να είναι από 0.30 έως 0.60.


Space	General areas inside buildings - Rest, sanitation and first aid rooms	
Application	Cloakrooms, washrooms, bathrooms, toilets	
Illuminance		
Maintenance values		
Visual task (Em)	200.0	lx
Visual task modified (Em,mod)	300.0	lx
Surrounding area (Em)	150.0	lx
Background area (Em)	50.0	lx
Cylindrical (Em,z)	75.0	lx
Wall (Em,wall)	75.0	lx
Ceiling (Em,ceiling)	50.0	lx
Uniformity (E _{min} /E _m)	0.400	
Glare limitation		
Indoors (RUGL)	25	

Εικόνα 5.1.4 Πίνακας κριτηρίων για τουαλέτες με βάση το πρότυπο EN 12464-1

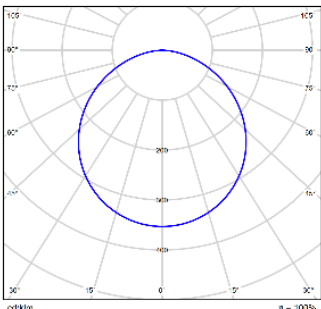
Για τους χώρους αυτούς επιλέχθηκε το φωτιστικό Paulmann-Recessed panel LED round 12 W 2,700 K matt chrome IP44 splash-protected (Εικόνα 5.1.5) που όπως προδίδει και το όνομα του είναι ιδανικός για τα μπάνια λόγω της αντοχής του στο νερό.

Product data sheet

Paulmann - Recessed panel LED round 12 W 2,700 K matt chrome IP44 splash-protected



Article No.	92074
P	13.0 W
Φ _{Lamp}	720 lm
Φ _{Luminaire}	720 lm
η	100.00 %
Luminous efficacy	55.4 lm/W
CCT	2700 K
CRI	84



Polar LDC

Εικόνα 5.1.5 Τεχνικά χαρακτηριστικά φωτιστικού μπάνιου

Για την ποσοτική κάλυψη των τιμών του κριτηρίου επιλέχθηκαν 11 συνολικά φωτιστικά δηλαδή 4 σε κάθε μπάνιο του πρώτου ορόφου και 3 στου δευτέρου όντας μικρότερο σε σχέση με τα άλλα δύο ικανοποιώντας έτσι τις ανάγκες του προτύπου, όπως φαίνεται στις παρακάτω εικόνες.

Category	Surface	lx	Ratio	Status
Area of activity 4	M	0.60	-	Red
	↓	275 lx	0.91	Green
	☎	166 lx	0.98	Green
Area of activity 5	M	0.56	-	Green
	↓	340 lx	0.92	Green
	☎	191 lx	0.93	Green
Calculation surface 21	↓	189 lx	0.00	Grey
	☎	15.7	< 10	Green
Calculation surface 22	↓	227 lx	0.93	Grey
	☎	14.6	< 10	Green
Calculation surface 28	☎	19.7	< 10	Green
	☎	19.7	< 10	Green
Room main surfaces (WC-MEN)	☎	145 lx	0.97	Green
	☎	205 lx	0.82	Green
	☎	209 lx	0.79	Green
	☎	210 lx	0.78	Green
	☎	208 lx	0.60	Green
Visual task area 11	☎	229 lx	0.94	Green
	☎	236 lx	0.86	Green
	☎	197 lx	0.79	Green
Visual task area 12	☎	275 lx	0.88	Green
	☎	280 lx	0.80	Green
	☎	193 lx	0.51	Green
Working plane (WC-MEN)	☎	274 lx	0.91	Green
	☎	274 lx	0.91	Green

Εικόνα 5.1.6 WC ανδρών αποτελέσματα

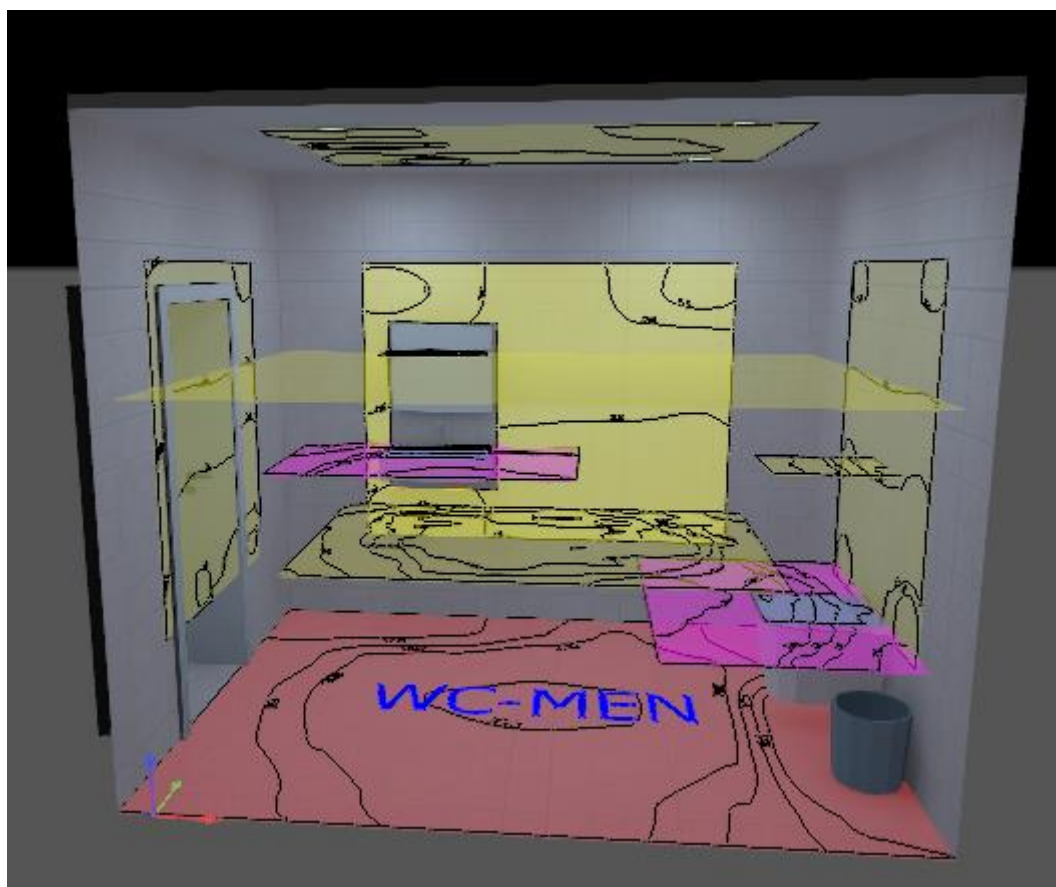
Category	Surface	lx	Ratio	Status
Area of activity 6	M	0.59	-	Green
	↓	272 lx	0.91	Green
	☎	160 lx	0.98	Green
Area of activity 20	M	0.56	-	Green
	↓	310 lx	0.73	Green
	☎	175 lx	0.90	Green
Calculation surface 38	☎	255 lx	0.95	Green
	☎	255 lx	0.95	Green
Calculation surface 44	☎	18.0	< 10	Green
	☎	18.0	< 10	Green
Calculation surface 45	☎	20.4	< 10	Green
	☎	20.4	< 10	Green
Room main surfaces (WC-WOMEN)	☎	136 lx	0.97	Green
	☎	203 lx	0.80	Green
	☎	186 lx	0.82	Green
	☎	203 lx	0.78	Green
	☎	198 lx	0.79	Green
Visual task area 25	☎	229 lx	0.94	Green
	☎	232 lx	0.83	Green
	☎	187 lx	0.82	Green
Visual task area 26	☎	261 lx	0.90	Green
	☎	252 lx	0.75	Green
	☎	186 lx	0.46	Green
Working plane (WC-WOMEN)	☎	258 lx	0.86	Green
	☎	258 lx	0.86	Green

Εικόνα 5.1.7 WC γυναικών αποτελέσματα

Category	Item	Value 1	Value 2	Value 3	Value 4
Area of activity 3	M	0.58	-		
	↓	256 lx	0.92		
	☐	148 lx	0.96		
Area of activity 4	M	0.55	-		
	↓	315 lx	0.87		
	☐	174 lx	0.95		
Calculation surface 2	👁	202 lx	0.94		
	👁	11.1	< 10		
Calculation surface 3	👁	272 lx	0.93		
	👁	12.0	< 10		
Room main surfaces (bathroom 2nd floor)	👁	160 lx	0.69		
	👁	210 lx	0.73		
	👁	205 lx	0.72		
	👁	299 lx	0.88		
	👁	203 lx	0.58		
Visual task area 2	👁	202 lx	0.95		
	👁	203 lx	0.87		
	👁	176 lx	0.80		
Visual task area 3	👁	280 lx	0.93		
	👁	269 lx	0.83		
	👁	167 lx	0.45		
Working plane (bathroom 2nd floor)	👁	248 lx	0.91		

Εικόνα 5.1.8 Αποτελέσματα υπολογισμών μπάνιου δευτέρου ορόφου

Ως επιφάνειες εργασίας ορίστηκαν η περιοχή της τουαλέτας και του νιπτήρα και στα 3 WC (Εικόνα 5.1.9).



Εικόνα 5.1.9 Παράδειγμα 3D επιφανειών που χρησιμοποιήθηκαν για τους υπολογισμούς

5.2 Σύστημα φωτισμού στο κατάστημα

Ένας ακόμη χώρος του πρατηρίου είναι το κατάστημα (Εικόνα 5.2.1) του πρατηρίου, όπου οι πελάτες μπορούν να εκπληρώνουν τις καταναλωτικές τους ανάγκες.



Εικόνα 5.2.1 Κατάστημα πρατηρίου

Παρακάτω υπάρχουν τα κριτήρια που πρέπει να πληρούνται με βάση την λειτουργία του χώρου:

Space Application	Retail premises Sales area
Illuminance	
Maintenance values	
Visual task (E_m)	300.0 lx
Visual task modified ($E_{m,mod}$)	750.0 lx
Surrounding area (E_m)	200.0 lx
Background area (E_m)	66.7 lx
Cylindrical ($E_{m,z}$)	75.0 lx
Wall ($E_{m,wall}$)	75.0 lx
Ceiling ($E_{m,ceiling}$)	30.0 lx
Uniformity (E_{min}/E_m)	0.400
Glare limitation	
Indoors (RUGL)	22

Εικόνα 5.2.2 Κριτήρια προτύπου για το κατάστημα

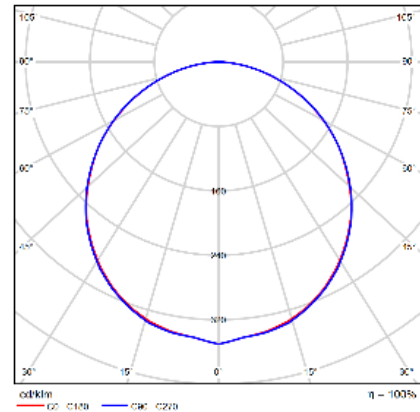
Για το κατάστημα επιλέχθηκε το φωτιστικό Recessed ceiling luminaire Solo Slim L1 14W 2200lm CRI > 80 της εταιρείας Regent.

Product data sheet

Regent - Recessed ceiling luminaire Solo Slim L1 14W 2200lm CRI > 80



Article No.	1022.5460 - SOLO S CR514 LED2200-840 DIR WH DALI
P	18.0 W
Φ _{Lamp}	2200 lm
Φ _{Luminaire}	2200 lm
η	100.01 %
Luminous efficacy	122.2 lm/W
CCT	4000 K
CRI	80

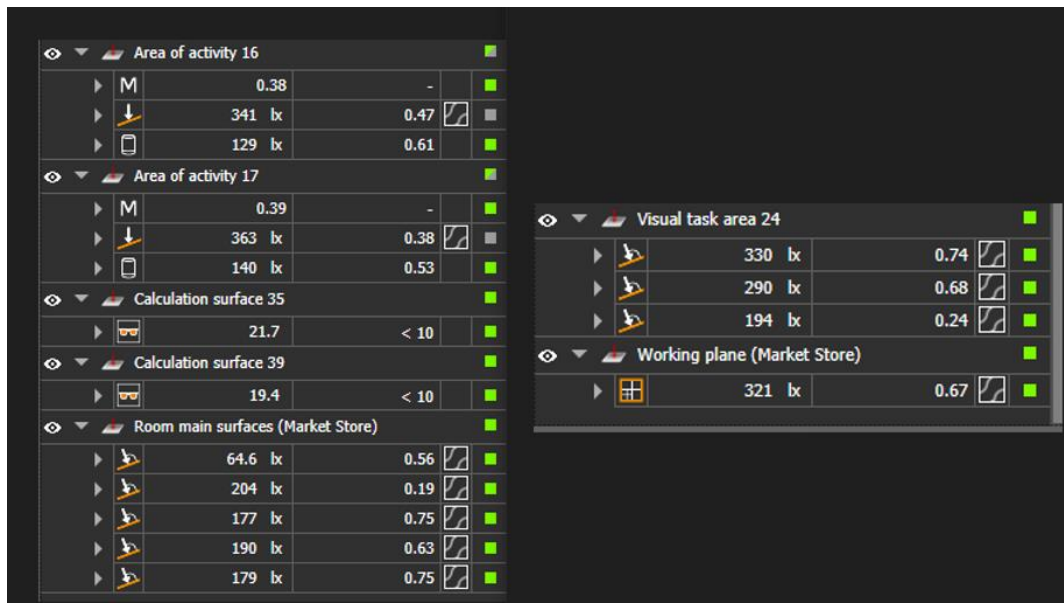


Polar LDC

Glare evaluation according to UGR									
UGR	70	75	80	85	90	95	100	105	110
UGR									

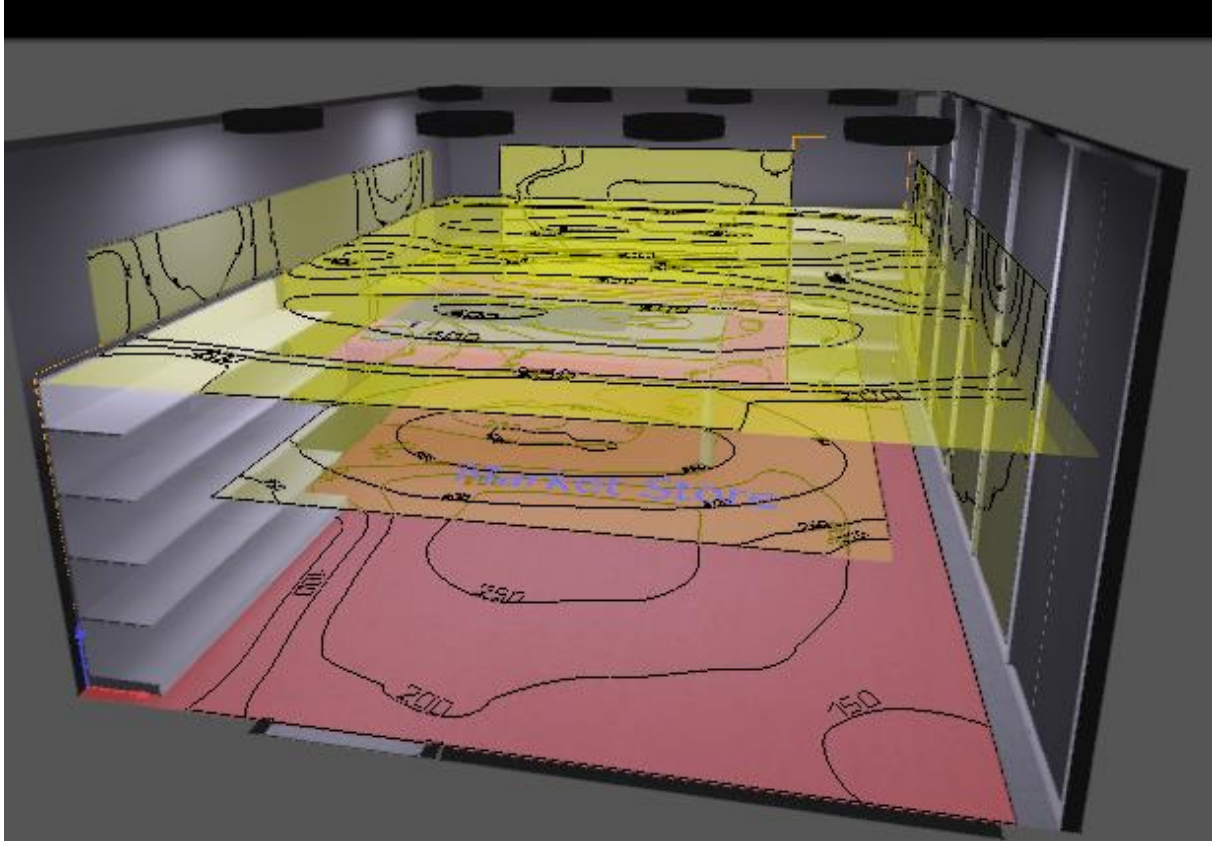
Εικόνα 5.2.3 Τεχνικά στοιχεία φωτιστικού Regent

Για την εκπλήρωση των κριτηρίων του προτύπου χρησιμοποιήθηκαν 8 φωτιστικά ίδιου τύπου:



Εικόνα 5.2.4 Αποτελέσματα υπολογισμών καταστήματος

Εδώ ως επιφάνεια εργασίας (Εικόνα 5.2.5) ορίστηκε η περιοχή του πάγκου και το UGR μετρήθηκε και για όρθιους σε όλον τον χώρο αλλά και για καθήμενους στην περιοχή του πάγκου για τον εργαζόμενο.



Εικόνα 5.2.5 3D Επιφάνειες υπολογισμού στον χώρο του καταστήματος

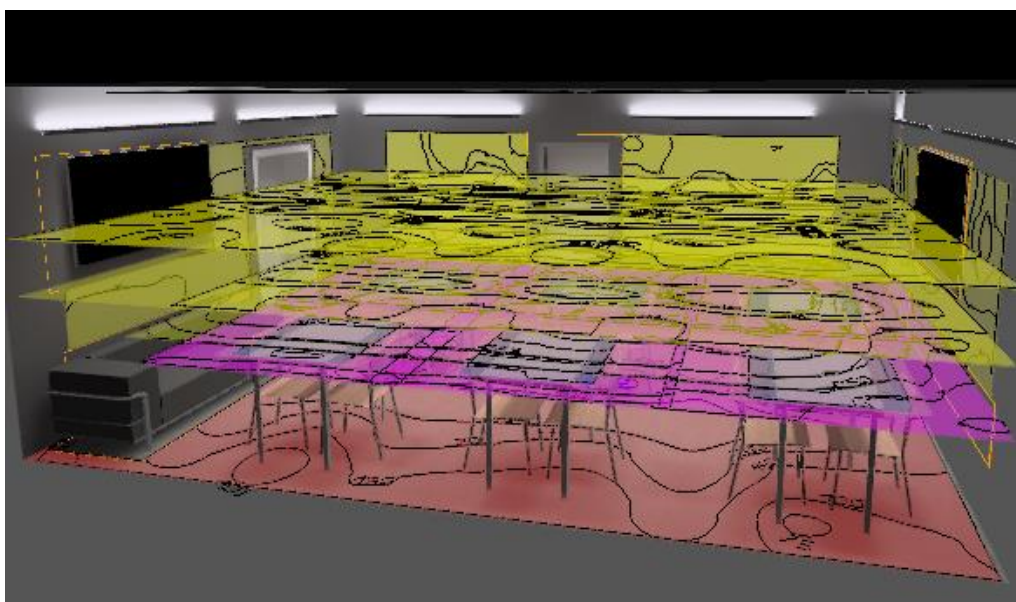
5.3 Σύστημα φωτισμού στο καταφύγιο και την είσοδο

Το πρατήριο καυσίμων έχει έναν ειδικό χώρο (Εικόνα 5.3.1) όπου ταξιδιώτες μπορούν να ξεκουράζονται μετά από πολύωρα ταξίδια ή να κάνουν ένα διάλειμμα από την οδήγηση λόγω κούρασης ή και να χρειαστούν κάποιο καταφύγιο λόγω καιρού και να κάτσουν να απολαύσουν το φαγητό τους ή στο διπλανό δωμάτιο κατά την είσοδό τους να κάτσουν στον πάγκο και να απολαύσουν το ρόφημά τους.



Εικόνα 5.3.1 Καταφύγιο

Στο καταφύγιο ορίστηκαν ως περιοχές εργασίας τα τραπέζια το καθένα ξεχωριστά για αυτό και στους υπολογισμούς θα αναδειχθεί ένα σημείο από τα 6 προς αποφυγή άσκοπης επανάληψης. Παρόλα αυτά τα κριτήρια εκπληρώθηκαν και για τα υπόλοιπα τραπέζια. Το UGR εκτιμήθηκε και για όρθιους σε όλον τον χώρο και για καθήμενους σε όλον τον χώρο αλλά και σε κάθε τραπέζι ξεχωριστά ώστε να γίνει πλήρης κάλυψη του προτύπου με λεπτομέρεια.



Εικόνα 5.3.2 Επιφάνειες υπολογισμού στον χώρο του καταφυγίου

Τα κριτήρια που πρέπει να εκπληρωθούν στο καταφύγιο αλλά και στο δωμάτιο εισόδου είναι τα εξής:

Space Application	Places of public assembly - General areas Waiting rooms
Illuminance	
Maintenance values	
Visual task (Em)	200.0 lx
Visual task modified (Em,mod)	300.0 lx
Surrounding area (Em)	150.0 lx
Background area (Em)	50.0 lx
Cylindrical (Em,z)	75.0 lx
Wall (Em,wall)	75.0 lx
Ceiling (Em,ceiling)	50.0 lx
Uniformity (E _{min} /E _m)	0.400
Glare limitation	
Indoors (RUGL)	22

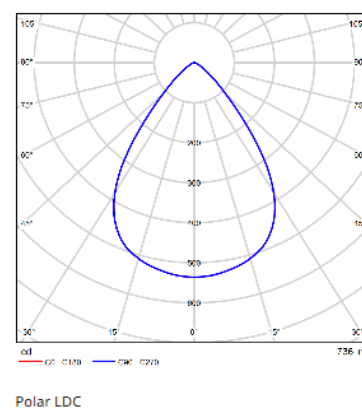
Εικόνα 5.3.3 Πίνακας προτύπων για είσοδο και καταφύγιο

Για τον χώρο του καταφυγίου επιλέχθηκαν 2 τύποι φωτιστικών σωμάτων. Ο ένας είναι ο HCC6 LED 6" Cylinder Downlight Series της εταιρείας Cooper Lighting και φωτίζει άμεσα ενώ ο δεύτερος που φωτίζει έμμεσα και δημιουργεί ένα πιο καλαίσθητο αίσθημα είναι ο MAGNETICS H W SURFACE MOUNTED WALL LUMINAIRE της εταιρείας Molto Luce. Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα τεχνικά στοιχεία των φωτιστικών αυτών.

Product data sheet

Cooper Lighting - HCC6 LED 6" Cylinder Downlight Series

	
Article No.	HCC6S10D010SL-HM612927-61WDHW F
P	10.0 W
ΦLuminaire	736 lm
Luminous efficacy	73.6 lm/W
CCT	2700 K
CRI	90



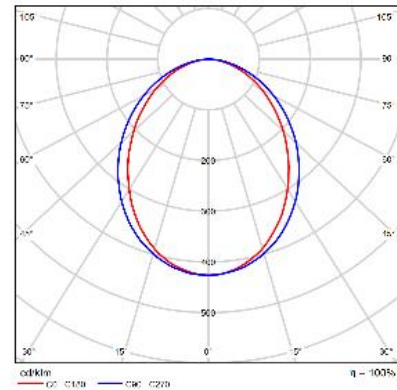
Εικόνα 5.3.4 Τεχνικά στοιχεία φωτιστικού HCC6 LED 6" Cylinder Downlight Series

Product data sheet

Molto Luce - MAGNETICS H W SURFACE MOUNTED WALL LUMINAIRE



Article No.	708-00913002306d
P	26,0 W
Φ_{Lamp}	1749 lm
$\Phi_{Luminaire}$	1749 lm
η	100,01 %
Luminous efficacy	67,3 lm/W
CCT	2700 K
CRI	90



Polar LDC

Εικόνα 5.3.5 Τεχνικά στοιχεία φωτιστικού MAGNETICS H W SURFACE MOUNTED WALL LUMINAIRE

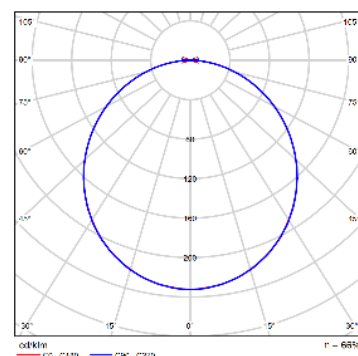
Για την μπροστά είσοδο του πρατηρίου που οδηγεί στο καταφύγιο επιλέχθηκαν και εδώ 2 τύποι φωτιστικών. Ο άμεσος φωτισμός γίνεται από τον Flat moon 470 recessed LED 2700K GI black struc της εταιρείας Modular Lighting instruments και ο έμμεσος φωτισμός που προσδίδει μια καλαισθησία είναι ο MAGNETICS H W SURFACE MOUNTED WALL LUMINAIRE της εταιρείας Molto luce της εικόνας 5.3.4 που χρησιμοποιήθηκε και στο καταφύγιο.

Product data sheet

Modular Lighting Instruments - Flat moon 470 recessed LED 2700K GI black struc



Article No.	13280032
P	29,4 W
Φ_{Lamp}	3288 lm
$\Phi_{Luminaire}$	2181 lm
η	66,35 %
Luminous efficacy	74,2 lm/W
CCT	2700 K
CRI	90



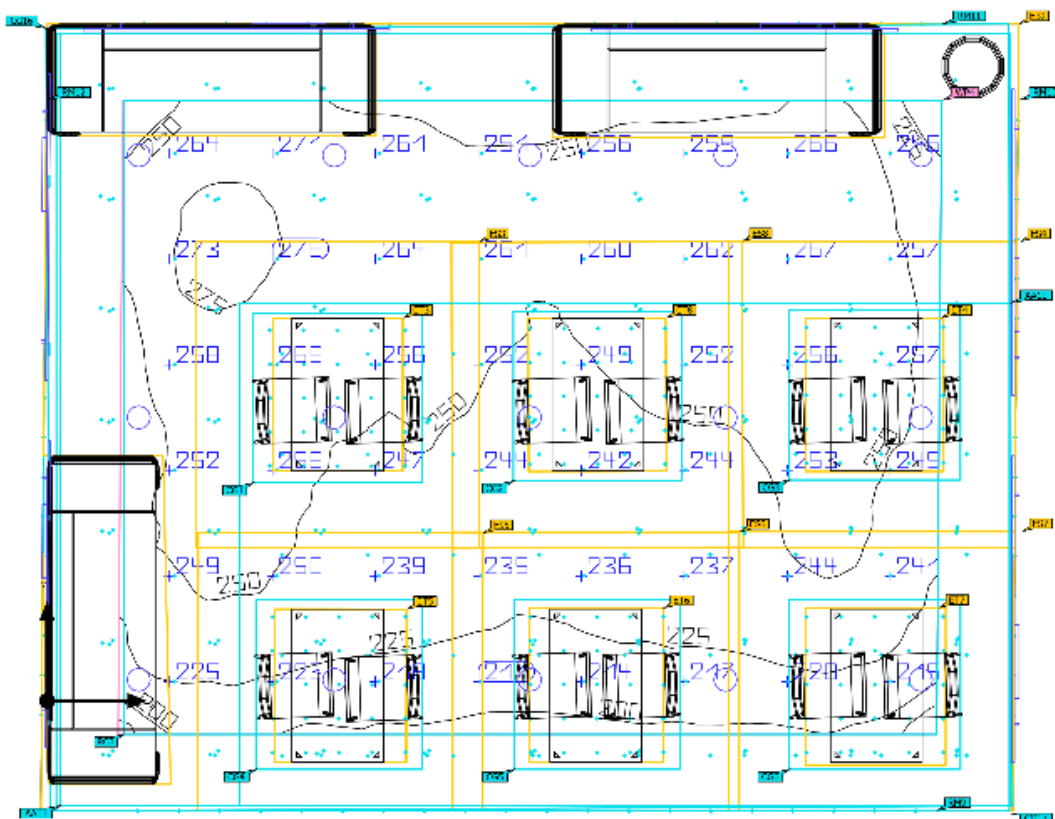
Polar LDC

Εικόνα 5.3.6 Τεχνικά στοιχεία φωτιστικού Flat moon 470 recessed LED 2700K GI black struc

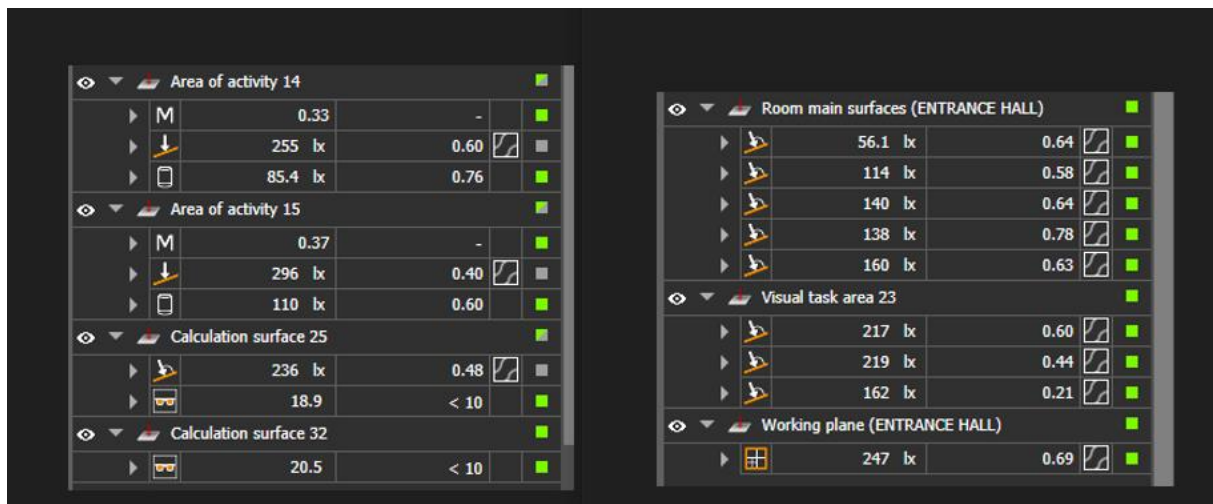
Ως επιφάνεια εργασίας ορίστηκε ο πάγκος και το UGR εκτιμήθηκε και για καθήμενους αλλά και για όρθιους. Έτσι τα αποτελέσματα των υπολογισμών σε καταφύγιο και είσοδο έδειξαν και εδώ ότι τα κριτήρια του προτύπου εκπληρώθηκαν.

Area of activity	Value	Limit	Status
Area of activity 18			
M	0.32	-	Pass
↓	231 lx	0.74	Pass
☐	73.2 lx	0.60	Fail
Area of activity 19			
M	0.30	-	Fail
↓	268 lx	0.43	Pass
☐	79.7 lx	0.73	Pass
Calculation surface 9	16.0	< 10	Pass
Calculation surface 10			Pass
Calculation surface 11			Pass
Calculation surface 13			Pass
Calculation surface 14			Pass
Calculation surface 15			Pass
Calculation surface 42	20.5	< 10	Pass
Calculation surface 43	18.0	< 10	Pass
Room main surfaces (SHELTER)			
↓	52.2 lx	0.66	Pass
↓	97.5 lx	0.76	Pass
↓	105 lx	0.58	Pass
↓	88.4 lx	0.61	Pass
↓	102 lx	0.65	Pass
Visual task area 15			Pass
Visual task area 17			Pass
Visual task area 18			Pass
Visual task area 19			Pass
Visual task area 20			Pass
Visual task area 21			Pass
Working plane (SHELTER)	239 lx	0.73	Pass

Εικόνα 5.3.7 Αποτελέσματα υπολογισμών καταφύγιο



Εικόνα 5.3.8 Κάτοψη αποτελεσμάτων καταφυγίου (ένταση φωτισμού)



Εικόνα 5.3.9 Υπολογισμοί στον χώρο εισόδου

5.4 Σύστημα φωτισμού στα γραφεία

Αφού ορίστηκαν πρώτα οι λειτουργίες των τριών γραφείων και μπήκαν στην ίδια κατηγορία, τα κριτήρια που θα πρέπει να πληρούν είναι τα εξής:

Application	Filing, copying, etc.
Illuminance	
Maintenance values	
Visual task (Em)	300.0 lx
Visual task modified (Em,mod)	500.0 lx
Surrounding area (Em)	200.0 lx
Background area (Em)	66.7 lx
Cylindrical (Em,z)	100.0 lx
Wall (Em,wall)	100.0 lx
Ceiling (Em,ceiling)	75.0 lx
Uniformity (E _{min} /E _m)	0.400
Glare limitation	
Indoors (RUGL)	19

Εικόνα 5.4.1 Κριτήρια προτύπου για γραφεία

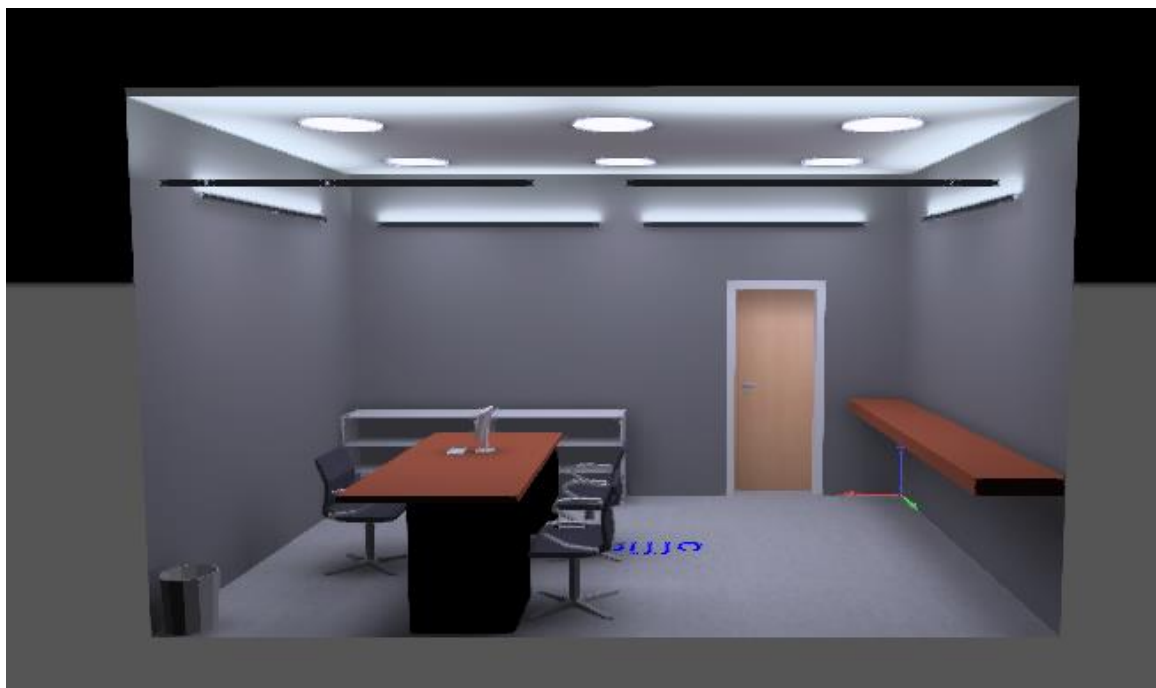
Στις παρακάτω εικόνες παρουσιάζονται τα γραφεία με τα φωτιστικά που τοποθετήθηκαν.



Εικόνα 5.4.2 Γραφείο πρώτου ορόφου



Εικόνα 5.4.3 Γραφείο δευτέρου ορόφου



Εικόνα 5.4.4 Γραφείο δευτέρου ορόφου από δεξιά

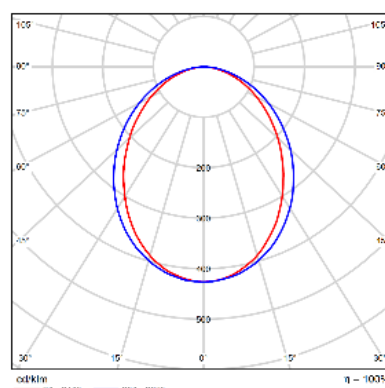
Σε όλα τα παραπάνω γραφεία του πρώτου και δευτέρου ορόφου χρησιμοποιήθηκε ως άμεσος φωτισμός το φωτιστικό Recessed ceiling luminaire Solo Slim L1 14W 2200lm CRI > 80 της εταιρείας Regent που είδαμε στην εικόνα 5.2.3 και ως έμμεσος φωτισμός το MAGNETICS H W SURFACE MOUNTED WALL LUMINAIRE αυτή τη φορά στους 4000K:

Product data sheet

Molto Luce - MAGNETICS H W SURFACE MOUNTED WALL LUMINAIRE



Article No.	708-00913002406d
P	26.0 W
Φ_{Lamp}	1749 lm
$\Phi_{Luminaire}$	1749 lm
η	100.01 %
Luminous efficacy	67.3 lm/W
CCT	4000 K
CRI	90



Polar LDC

Εικόνα 5.4.5 Φωτιστικό MAGNETICS H W SURFACE MOUNTED WALL LUMINAIRE

Σε όλα τα γραφεία ορίστηκε επιφάνεια εργασίας το γραφείο και ο χώρος στον οποίο μπορεί να κινηθεί η καρέκλα και προσδιορίστηκε η θάμβωση για καθημένους αλλά και όρθιους:



Εικόνα 5.4.6 Επιφάνειες υπολογισμού γραφείου πρώτου ορόφου

Area of activity	Surface	Value	Unit	Parameter	Value	Unit
Area of activity 11	M	0.39			-	
	↓	374	lx		0.79	
	☐	146	lx		0.84	
Area of activity 12	M	0.38			-	
	↓	321	lx		0.74	
	☐	122	lx		0.87	
Area of activity 13	M	0.38			-	
	↓	394	lx		0.49	
	☐	150	lx		0.59	
Calculation surface 36	☐	17.5			< 10	
	☐	19.0			< 10	
Room main surfaces (1st FLOOR OFFICE)	↓	75.1	lx		0.71	
	↓	179	lx		0.81	
	↓	198	lx		0.60	
	↓	192	lx		0.74	
	↓	194	lx		0.61	
Visual task area 22	↓	332	lx		0.89	
	↓	324	lx		0.82	
	↓	223	lx		0.63	
Working plane (1st FLOOR OFFICE)	☐	334	lx		0.71	

Εικόνα 5.4.7 Αποτελέσματα υπολογισμών γραφείου πρώτου ορόφου

Area of activity 1				
M	0.35	-		■
↓	433 lx	0.52	☒	■
☐	151 lx	0.66		■
Area of activity 2				
M	0.39	-		■
↓	418 lx	0.73	☒	■
☐	161 lx	0.71		■
Calculation surface 1				
☐	16.6	< 10		■
Calculation surface 15				
☐	19.0	< 10		■

Room main surfaces (office)				
☐	101 lx	0.57	☒	■
☐	217 lx	0.75	☒	■
☐	234 lx	0.34	☒	■
☐	233 lx	0.75	☒	■
☐	224 lx	0.60	☒	■
Visual task area 1				
☐	371 lx	0.79	☒	■
☐	361 lx	0.77	☒	■
☐	218 lx	0.69	☒	■
Working plane (office)				
☐	365 lx	0.74	☒	■

Εικόνα 5.4.8 Αποτελέσματα υπολογισμών γραφείου δευτέρου ορόφου

Area of activity 10				
M	0.33	-		■
↓	392 lx	0.66	☒	■
☐	129 lx	0.73		■
Area of activity 11				
M	0.31	-		■
↓	342 lx	0.64	☒	■
☐	104 lx	0.73		■
Calculation surface 9				
☐	17.3	< 10		■
Calculation surface 10				
☐	18.5	< 10		■

Room main surfaces (office2)				
☐	97.7 lx	0.61	☒	■
☐	230 lx	0.63	☒	■
☐	197 lx	0.60	☒	■
☐	205 lx	0.60	☒	■
☐	212 lx	0.67	☒	■
Visual task area 6				
☐	304 lx	0.71	☒	■
☐	301 lx	0.69	☒	■
☐	193 lx	0.51	☒	■
Working plane (office2)				
☐	320 lx	0.58	☒	■

Εικόνα 5.4.9 Αποτελέσματα υπολογισμών γραφείου δευτέρου ορόφου στα δεξιά

Με βάση τα παραπάνω αποτελέσματα φαίνεται ότι τα κριτήρια υλοποιήθηκαν πλήρως και για τα τρία γραφεία.

5.5 Σύστημα φωτισμού στο αρχείο

Στο αρχείο δεν επιτελείται κάποια πολύωρη εργασία αφού η χρησιμότητά του είναι βοηθητική ώστε να αρχειοθετούνται έγγραφα που δεν χρησιμεύουν άμεσα αλλά μπορεί στο μέλλον να πρέπει να ανακτηθούν.



Εικόνα 5.5.1 Δωμάτιο αρχείου

Και εκεί χρησιμοποιήθηκε το ίδιο φωτιστικό που χρησιμοποιήθηκε στα γραφεία ικανοποιώντας τα κριτήρια του προτύπου για τις συγκεκριμένες αίθουσες:

Space Application	Offices Archives
Illuminance	
Maintenance values	
Visual task (Em)	200.0 lx
Visual task modified (Em,mod)	300.0 lx
Surrounding area (Em)	150.0 lx
Background area (Em)	50.0 lx
Cylindrical (Em,z)	75.0 lx
Wall (Em,wall)	75.0 lx
Ceiling (Em,ceiling)	50.0 lx
Uniformity (Emin/Em)	0.400
Glare limitation	
Indoors (RUGL)	25

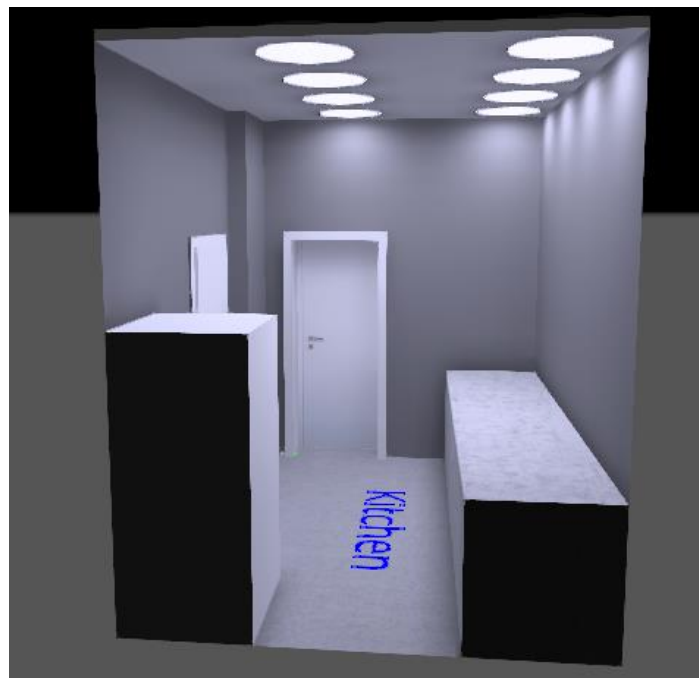
Εικόνα 5.5.2 Πίνακας προτύπου για το αρχείο

Area of activity 12				
▶ M	0.33	-		
▶ ↓	319 lx	0.059		
▶ ☎	104 lx	0.13		
Calculation surface 11				
▶ ☎	< 10	< 10		
Calculation surface 13				
▶ ☎	21.0	< 10		
Room main surfaces (Archive)				
▶ ↘	56.1 lx	0.80		
▶ ↘	307 lx	0.66		
▶ ↘	178 lx	0.66		
▶ ↘	215 lx	0.68		
▶ ↘	177 lx	0.63		
Working plane (Archive)				
▶ ☒	272 lx	0.53		

Εικόνα 5.5.3 Αποτελέσματα υπολογισμών για το αρχείο

5.6 Σύστημα φωτισμού στην κουζίνα

Η κουζίνα βρίσκεται στον δεύτερο όροφο του πρατηρίου και η πρόσβασή της είναι μόνο για τους εργαζόμενους.



Εικόνα 5.6.1 Χώρος κουζίνας

Αφού ορίζεται η λειτουργία του δωματίου πρέπει να καλύψουμε και τα ανάλογα κριτήρια του προτύπου:

Space	Places of public assembly - Restaurants and hotels
Application	Kitchens
Illuminance	
Maintenance values	
Visual task (Em)	500.0 lx
Visual task modified (Em,mod)	1000.0 lx
Surrounding area (Em)	300.0 lx
Background area (Em)	100.0 lx
Cylindrical (Em,z)	100.0 lx
Wall (Em,wall)	100.0 lx
Ceiling (Em,ceiling)	75.0 lx
Uniformity (E _{min} /E _m)	0.600
Glare limitation	
Indoors (RUGL)	22

Εικόνα 5.6.2 Κριτήρια προτύπου για την κουζίνα

Επιλέξαμε το ίδιο φωτιστικό με την Εικόνα 5.2.3 που μας προσδίδει ομοιομορφία και πληροί τα παραπάνω κριτήρια. Ακόμη, ως περιοχή εργασίας τοποθετήθηκε η περιοχή του πάγκου.

M	0.33	-	■
↓	734 lx	0.60	■
☐	244 lx	0.78	■
👁️	Calculation surface 4		■
↓	513 lx	0.67	■
👁️	14.7	< 10	■
👁️	Room main surfaces (Kitchen)		■
👁️	120 lx	0.96	■
👁️	414 lx	0.65	■
👁️	401 lx	0.62	■
👁️	419 lx	0.67	■
👁️	432 lx	0.56	■
👁️	Visual task area 11		■
👁️	519 lx	0.75	■
👁️	523 lx	0.84	■
👁️	347 lx	0.76	■
👁️	Working plane (Kitchen)		■
👁️	564 lx	0.83	■

Εικόνα 5.6.3 Αποτελέσματα υπολογισμών του χώρου της κουζίνας

5.7 Σύστημα φωτισμού στον χώρο συναντήσεων

Στον δεύτερο όροφο βρίσκεται επίσης ένας χώρος μόνο για τις συναντήσεις των εργαζομένων που συγκαλούνται όποτε θεωρηθεί αναγκαίο.



Εικόνα 5.7.1 Χώρος συναντήσεων

Και εδώ χρησιμοποιήθηκε το φωτιστικό Recessed ceiling luminaire Solo Slim L1 14W 2200lm CRI > 80 αλλά και το MAGNETICS H W SURFACE MOUNTED WALL LUMINAIRE ως έμμεσος φωτισμός. Για τους χώρους συναντήσεων πρέπει να εκπληρωθούν τα παρακάτω κριτήρια του προτύπου:

Space	Offices
Application	Conference and meeting rooms
Illuminance	
Maintenance values	
Visual task (Em)	500.0 lx
Visual task modified (Em,mod)	1000.0 lx
Surrounding area (Em)	300.0 lx
Background area (Em)	100.0 lx
Cylindrical (Em,z)	150.0 lx
Wall (Em,wall)	150.0 lx
Ceiling (Em,ceiling)	100.0 lx
Uniformity (Emin/Em)	0.600
Glare limitation	
Indoors (RUGL)	19

Εικόνα 5.7.2 Πίνακας προτύπου για χώρους συναντήσεων

Όπως θα δούμε στην παρακάτω εικόνα τα κριτήρια εκπληρώνονται και το UGR έχει βρεθεί και για όρθιους αλλά και για καθήμενους.



Area	Activity	Value	Unit	UGR	UGR Limit	Status
Area of activity 13	M	0.45		-		Pass
	↓	620 lx		0.93		Fail
	☺	278 lx		0.79		Pass
Area of activity 14	M	0.39		-		Pass
	↓	585 lx		0.56		Fail
	☺	226 lx		0.60		Pass
Calculation surface 18	☺	17.7		< 10		Pass
	☺	19.0		< 10		Pass
Room main surfaces (meeting office)	↓	143 lx		0.59		Pass
	↓	313 lx		0.67		Pass
	↓	307 lx		0.63		Pass
	↓	323 lx		0.64		Pass
	↓	318 lx		0.66		Pass
Visual task area 7	↓	556 lx		0.88		Pass
	↓	489 lx		0.77		Pass
	↓	311 lx		0.91		Pass
Working plane (meeting office)	☺	507 lx		0.67		Pass

Εικόνα 5.7.3 Αποτελέσματα υπολογισμών στον χώρο συναντήσεων

5.8 Σύστημα φωτισμού στον χώρο υποδοχής

Η υποδοχή βρίσκεται στον δεύτερο όροφο και πιο συγκεκριμένα μετά τον χώρο που υπάρχουν τα σκαλιά.



Εικόνα 5.8.1 Χώρος υποδοχής

Τα φωτιστικά που χρησιμοποιήθηκαν και εδώ για να εκπληρωθεί το πρότυπο είναι τα ίδια με όλα τα υπόλοιπα γραφεία. Ως άμεσος φωτισμός ο Recessed ceiling luminaire Solo Slim L1 14W 2200lm CRI > 80 και ως έμμεσος ο MAGNETICS H W SURFACE MOUNTED WALL LUMINAIRE.

Τα κριτήρια που πρέπει να εκπληρωθούν για τέτοιες αίθουσες βρίσκονται στον παρακάτω πίνακα του προτύπου:

Space	Offices
Application	Reception desk
Illuminance	
Maintenance values	
Visual task (Em)	300.0 lx
Visual task modified (Em,mod)	750.0 lx
Surrounding area (Em)	200.0 lx
Background area (Em)	66.7 lx
Cylindrical (Em,z)	100.0 lx
Wall (Em,wall)	100.0 lx
Ceiling (Em,ceiling)	75.0 lx
Uniformity (E _{min} /E _m)	0.600
Glare limitation	
Indoors (RUGL)	22

Εικόνα 5.8.2 Πίνακας προτύπου για χώρους υποδοχής

Τα ποσοτικά κριτήρια του προτύπου εκπληρώθηκαν και σε αυτήν την περίπτωση.

Area	Value	Limit	Status
Area of activity 15	0.32	-	Pass
Area of activity 16	0.32	-	Pass
Calculation surface 17	20.1	< 10	Pass
Room main surfaces (reception)	77.5 lx	0.66	Pass
	259 lx	0.54	Pass
	257 lx	0.70	Pass
	251 lx	0.70	Pass
	269 lx	0.57	Pass
	223 lx	0.65	Pass
Visual task area 12	365 lx	0.87	Pass
	345 lx	0.77	Pass
	186 lx	0.18	Pass
Working plane (reception)	381 lx	0.71	Pass

Εικόνα 5.8.3 Αποτελέσματα υπολογισμών για τον χώρο υποδοχής

5.9 Σύστημα φωτισμού διαδρόμων

Στον χώρο της υποδοχής μετά από αυτή, βρίσκεται ένας διάδρομος (Εικόνα 5.9.1) που ενώνει τα 2 γραφεία του επάνω ορόφου, τον χώρο συναντήσεων και την κουζίνα. Εδώ, επιλέχθηκε ίδιος άμεσος φωτισμός όπως της υποδοχής ώστε να είναι μια συνέχεια της ίδιας απόχρωσης και να μην γίνεται αντιληπτή διαφορά στον φωτισμό αφού υποδοχής και διάδρομος επικοινωνούν άμεσα και βρίσκονται στον ίδιο χώρο.



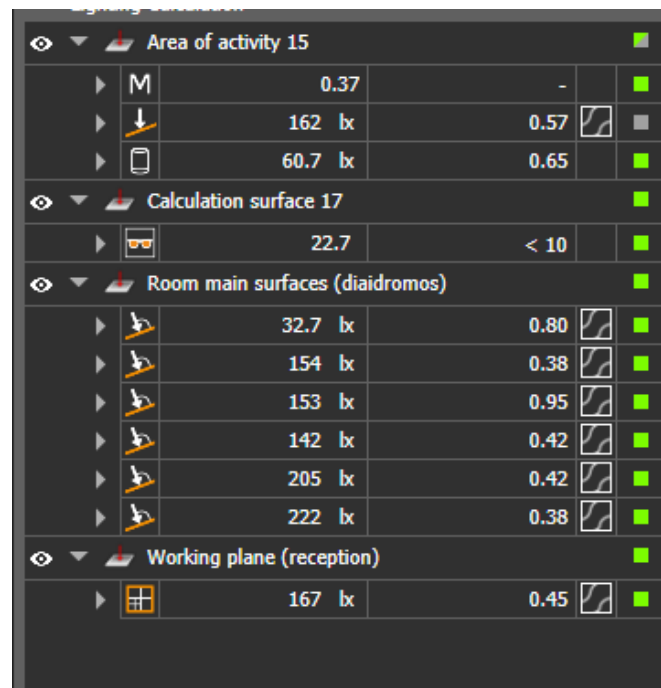
Εικόνα 5.9.1 Διάδρομος

Τα κριτήρια που πρέπει να καλυφθούν βρίσκονται στον πίνακα του προτύπου:

Space	Traffic zones inside buildings
Application	Circulation areas and corridors
Illuminance	
Maintenance values	
Visual task (E_m)	100.0 lx
Visual task modified ($E_{m,mod}$)	150.0 lx
Surrounding area (E_m)	100.0 lx
Background area (E_m)	33.3 lx
Cylindrical ($E_{m,z}$)	50.0 lx
Wall ($E_{m,wall}$)	50.0 lx
Ceiling ($E_{m,ceiling}$)	30.0 lx
Uniformity (E_{min}/E_m)	0.400
Glare limitation	
Indoors (RUGL)	28

Εικόνα 5.9.2 Πίνακας προτύπου διαδρόμων

Τα αποτελέσματα των υπολογισμών δείχνουν ότι το πρότυπο για τους διαδρόμους καλύφθηκε.



Category	Value	Unit	Ratio	Status
Area of activity 15				
M	0.37		-	Pass
↓	162	lx	0.57	Fail
☎	60.7	lx	0.65	Pass
Calculation surface 17				
☎	22.7		< 10	Pass
Room main surfaces (diadromos)				
☎	32.7	lx	0.80	Fail
☎	154	lx	0.38	Fail
☎	153	lx	0.95	Pass
☎	142	lx	0.42	Fail
☎	205	lx	0.42	Fail
☎	222	lx	0.38	Fail
Working plane (reception)				
☎	167	lx	0.45	Fail

Εικόνα 5.9.3 Αποτελέσματα υπολογισμών διαδρόμου

5.10 Σύστημα φωτισμού στον χώρο που γίνεται η είσοδος από τις σκάλες

Η είσοδος στον δεύτερο όροφο γίνεται με σκάλες, ο χώρος αυτός βρίσκεται πριν την υποδοχή. Εκεί επιλέχθηκε το ανώτατο όριο του θερμού φωτισμού ώστε να μην γίνει κατευθείαν έκθεση στα 4000K που κυριαρχεί στον δεύτερο όροφο λόγω των γραφείων.



Εικόνα 5.10.1 Είσοδος δευτέρου ορόφου με σκάλες

Τα κριτήρια που πρέπει να εκπληρωθούν εδώ βρίσκονται στον παρακάτω πίνακα:



Space Application	Traffic zones inside buildings Stairs, escalators, travelators
Illuminance	
Maintenance values	
Visual task (Em)	100.0 lx
Visual task modified (Em,mod)	150.0 lx
Surrounding area (Em)	100.0 lx
Background area (Em)	33.3 lx
Cylindrical (Em,z)	50.0 lx
Wall (Em,wall)	50.0 lx
Ceiling (Em,ceiling)	30.0 lx
Uniformity (Emin/Em)	0.400
Glare limitation	
Indoors (RUGL)	25

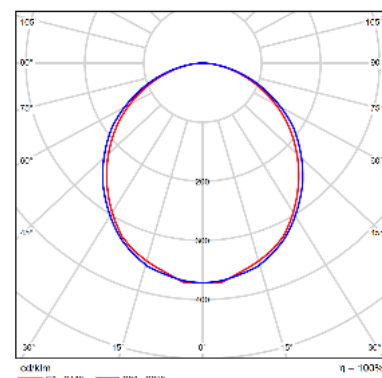
Εικόνα 5.10.2 Πίνακας προτύπου για σκάλες

Εδώ χρησιμοποιήθηκε το φωτιστικό System batten luminaire Channel S Master HE (High Efficiency) 2003.5048 - CHAN-S INS1500 HE LED-830 DIR DALI MAS της εταιρείας Regent και ως έμμεσος φωτισμός προσφέροντας καλαισθησία αλλά και ποσοτική βοήθεια ώστε να εκπληρωθεί το πρότυπο στην επιφάνεια της οροφής ο Design Base Light της εταιρείας Endo Lighting.

Product data sheet

Regent - System batten luminaire Channel S Master HE (High Efficiency)

	
Article No.	2003.5048 - CHAN-S INS1500 HE LED-830 DIR DALI MAS
P	27.4 W
Φ _{Lamp}	1800 lm
Φ _{Luminaire}	1800 lm
η	100.00 %
Luminous efficacy	65.7 lm/W
CCT	3000 K
CRI	80



Polar LDC

Glare evaluation according to UGR

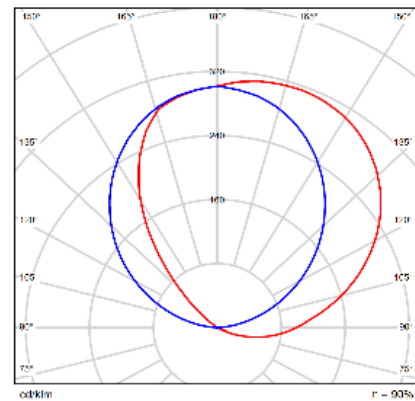
Εικόνα 5.10.3 Τεχνικά στοιχεία φωτιστικού Regent

Product data sheet

Endo Lighting - Design Base Light



Article No.	ERK9961W_FAD622L
P	11.6 W
Φ_{Lamp}	1385 lm
$\Phi_{Luminaire}$	1245 lm
η	89.91 %
Luminous efficacy	107.3 lm/W
CCT	3000 K
CRI	82



Εικόνα 5.10.4 Τεχνικά στοιχεία φωτιστικού Endo Lighting

Και εδώ εκπληρώθηκαν όλα τα κριτήρια του προτύπου.

Category	Value	Unit	Ratio	Status
Area of activity 6				
M	0.36		-	Pass
↓	211	lx	0.73	Pass
☑	76.6	lx	0.75	Pass
Calculation surface 5				
☑	22.5		< 10	Pass
Room main surfaces (Stairs entrance)				
☑	59.9	lx	0.47	Pass
☑	97.2	lx	0.79	Pass
☑	106	lx	0.63	Pass
☑	119	lx	0.58	Pass
☑	99.7	lx	0.80	Pass
☑	95.7	lx	0.73	Pass
Working plane (Stairs entrance)				
☑	138	lx	0.72	Pass

Εικόνα 5.10.5 Αποτελέσματα υπολογισμών στον χώρο που καταλήγει η σκάλα

Επομένως, στις προηγούμενες ενότητες παρουσιάστηκε το σύστημα φωτισμού για τους εσωτερικούς χώρους εργασίας του πρατηρίου που ικανοποιεί τα κριτήρια του προτύπου EN 12464-1.

Η σελίδα αυτή είναι σκόπιμα λευκή

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΤΟΥ ΠΡΑΤΗΡΙΟΥ ΚΑΥΣΙΜΩΝ

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται η σχεδίαση του συστήματος φωτισμού εξωτερικού χώρου του πρατηρίου του Κεφαλαίου 4 σύμφωνα με το πρότυπο EN 12464-2.

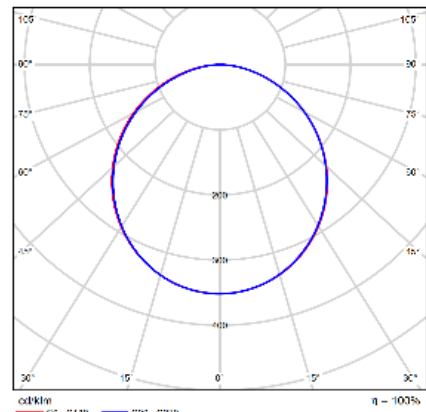
6.1 Σύστημα φωτισμού στον χώρο των αντλιών

Περνώντας στον εξωτερικό χώρο και πιο συγκεκριμένα στις αντλίες χρησιμοποιήσαμε σαν φωτιστικά σώματα τα V1-R4-00010-31D01-5403550 GR070/C 2.0 588x588x50 mm IP54 35W 5000K Opal DALI της εταιρείας Varton (Εικόνα 6.1.1).

VARTON - OFFICE lighting



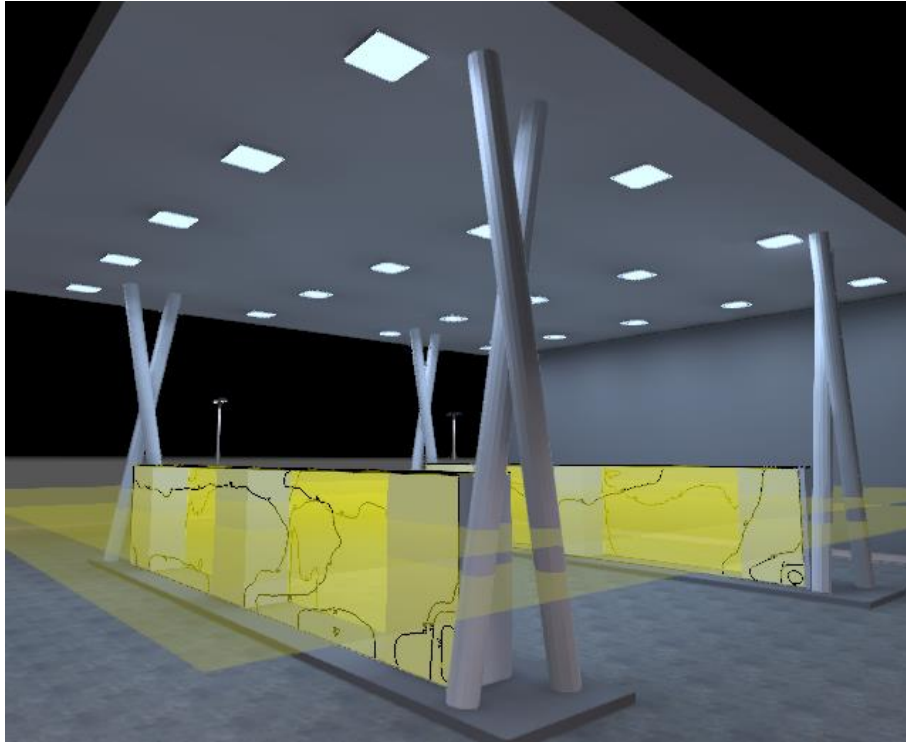
Article No.	V1- R4-00010-31D01-540 3550 GR070/C 2.0 588x588x50 mm IP54 35W 5000K Opal
P	35.0 W
Φ _{Lamp}	4200 lm
Φ _{Luminaire}	4200 lm
η	100.00 %
Luminous efficacy	120.0 lm/W
CCT	5000 K
CRI	80



Polar LDC

Εικόνα 6.1.1 Φωτιστικό Varton

Στον εξωτερικό χώρο οι επιφάνειες τοποθετήθηκαν χειροκίνητα (Εικόνα 6.1.2) γιατί το DIALux δεν διαθέτει μηχανή αυτόματης τοποθέτησης.



Εικόνα 6.1.2 Επιφάνειες υπολογισμού που προστέθηκαν χειροκίνητα

Τα κριτήρια που πρέπει να πληρούνται στην συγκεκριμένη περίπτωση με βάση το πρότυπο είναι τα εξής:

Space Application	Fuel filling stations Meter reading areas
Illuminance	
Maintenance values	
Visual task (E_m)	150.0 lx
Visual task modified ($E_{m,mod}$)	- lx
Surrounding area (E_m)	150.0 lx
Background area (E_m)	50.0 lx
Cylindrical ($E_{m,z}$)	- lx
Wall ($E_{m,wall}$)	- lx
Ceiling ($E_{m,ceiling}$)	- lx
Uniformity (E_{min}/E_m)	0.400
Glare limitation	
Outdoors (GR)	45

Εικόνα 6.1.3 Πίνακας προτύπου για αντλίες

Όπως φαίνεται από τα αποτελέσματα τα κριτήρια εκπληρώθηκαν:

Calculation surface	lx		
Calculation surface 1	239 lx	0.73	
	29	< 10	
Calculation surface 2	223 lx	0.84	
	30	< 10	
Calculation surface 3	32	< 10	
Calculation surface 4	33	< 10	
Calculation surface 8	45.4 lx	0.85	
Calculation surface 9	60.3 lx	0.74	
Calculation surface 10	84.3 lx	0.75	
Calculation surface 11	75.7 lx	0.44	
Working plane (gas pumps)	187 lx	0.53	

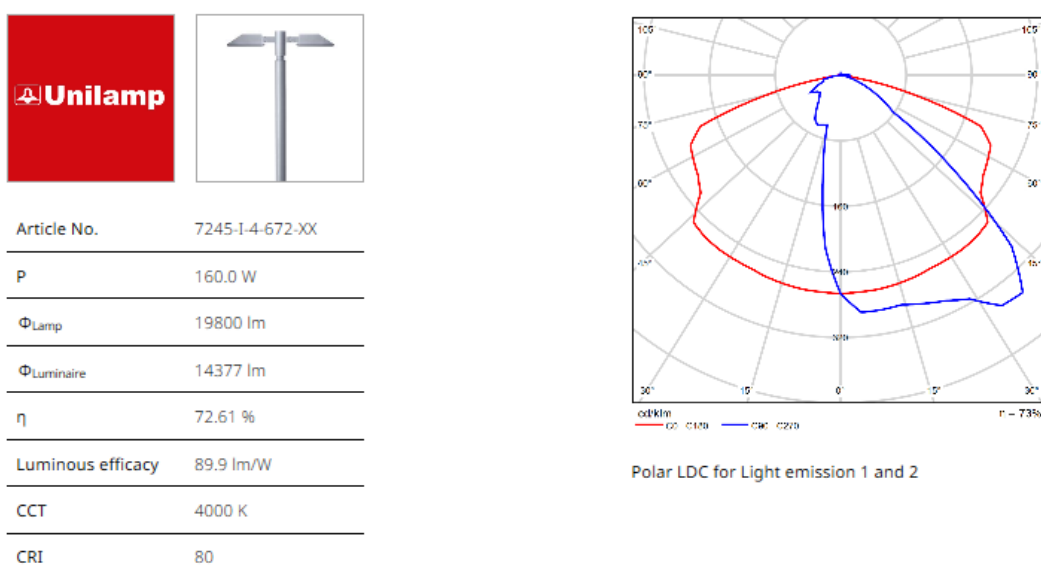
Εικόνα 6.1.4 Αποτελέσματα υπολογισμών για τον χώρο των αντλιών

6.2 Σύστημα φωτισμού πεζοδρομίου και δρόμου εντός πρατηρίου

Στη συγκεκριμένη περίπτωση και επειδή τα κριτήρια προτύπου εντός του πρατηρίου μας το επιτρέπουν, δημιουργήθηκε μία επιφάνεια που συμπεριλαμβάνει και το πεζοδρόμιο εντός του πρατηρίου αλλά και τον δρόμο.

Το φωτιστικό που επιλέχθηκε σε αυτήν την περίπτωση ήταν ο Small SIROCCO Optic - Area Light / Road Optic Double Sided της εταιρείας Unilamp φωτίζοντας ταυτόχρονα και τον δρόμο αλλά και το πεζοδρόμιο.

Unilamp - Small SIROCCO Optic - Area Light / Road Optic Double Sided



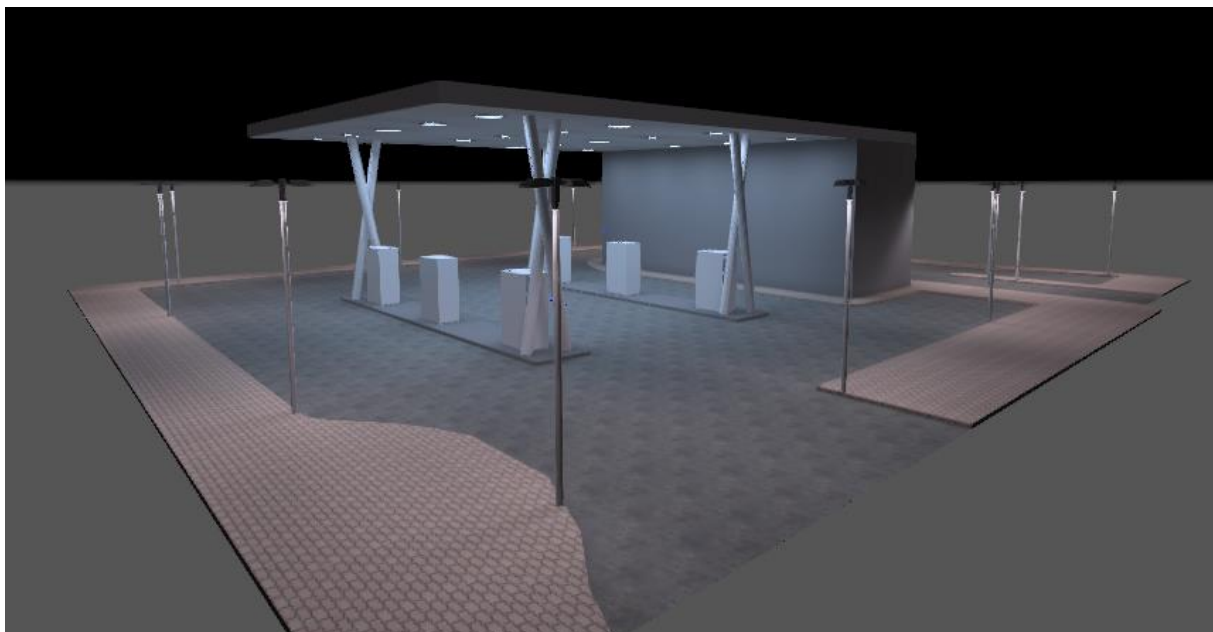
Εικόνα 6.2.1 Φωτιστικό Unilamp

Τα κριτήρια που πρέπει να πληρούνται τα βλέπουμε στον παρακάτω πίνακα:

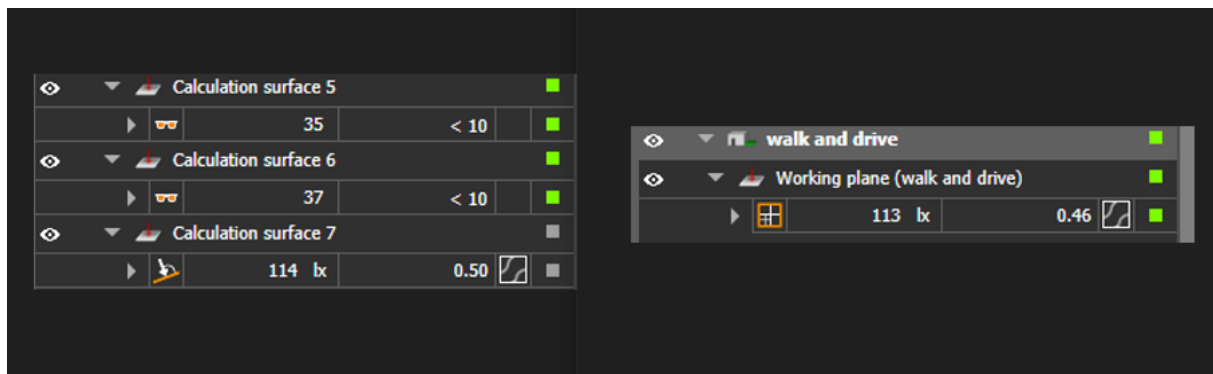
Space	Fuel filling stations
Application	Entry and exit driveways: Light environment (i.e. cities)
Illuminance	
Maintenance values	
Visual task (E_m)	50.0 lx
Visual task modified ($E_{m,mod}$)	- lx
Surrounding area (E_m)	50.0 lx
Background area (E_m)	16.7 lx
Cylindrical ($E_{m,z}$)	- lx
Wall ($E_{m,wall}$)	- lx
Ceiling ($E_{m,ceiling}$)	- lx
Uniformity (E_{min}/E_m)	0.400
Glare limitation	
Outdoors (GR)	45

Εικόνα 6.2.2 Πίνακας προτύπου για εισόδους και εξόδους πρατηρίου

Με την τοποθέτηση 16 φωτιστικών Unilamp που προαναφέρθηκαν, σε συγκεκριμένες θέσεις της εγκατάστασης επετεύχθη η ομοιομορφία αλλά και το σύνολο των κριτηρίων του προτύπου με το GR να εκτιμάται και για καθήμενους αλλά και για όρθιους.



Εικόνα 6.2.3 Εξωτερικός χώρος πρατηρίου



Εικόνα 6.2.4 Αποτελέσματα υπολογισμών για δρόμους και πεζοδρόμια

Επομένως με βάση τα παραπάνω ικανοποιούνται τα κριτήρια του προτύπου EN 12464-2 για τον εξωτερικό χώρο του πρατηρίου.

Η σελίδα αυτή είναι σκόπιμα λευκή

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία αφορά τη μελέτη φωτισμού ενός πρατηρίου καυσίμων. Η μελέτη έγινε σύμφωνα με τα πρότυπα EN 12464-1 για τους εσωτερικούς και EN 12464-2 για τους εξωτερικούς χώρους εργασίας του πρατηρίου. Για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό DIALux eno, το οποίο ενσωματώνει τα όρια και δίνει τη δυνατότητα απευθείας ελέγχων και δημιουργίας τεχνικής αναφοράς σε μορφή pdf.

Βρέθηκε ότι για να επιτευχθεί ομοιομορφία σε έναν χώρο θα πρέπει κάποιες φορές η ένταση φωτισμού να είναι λίγο μεγαλύτερη από αυτή που προτείνει το πρότυπο (έως και το επόμενο επίπεδο). Στους περισσότερους εσωτερικούς χώρους επιλέχθηκε και ο άμεσος αλλά και ο έμμεσος φωτισμός με επιτοίχια φωτιστικά που φωτίζουν προς την οροφή. Η επιλογή αυτή έγινε γιατί με αυτόν τον τρόπο περιορίζεται η θάμβωση που προκαλείται από τον άμεσο φωτισμό και εντείνεται όταν οι λοιπές επιφάνειες στο υπόβαθρο είναι λιγότερο φωτισμένες. Οι κύριες επιφάνειες των χώρων πρέπει πάντα να φωτίζονται ικανοποιητικά όπως ορίζει το πρότυπο ανάλογα με τη χρήση του κάθε δωματίου. Στους χώρους που εκτελούνται πολύωρες εργασίες και δραστηριότητες πρέπει να ορίζονται πάντα επιφάνειες εργασίας.

Στον εξωτερικό χώρο δεν έχουμε τόσο μεγάλους περιορισμούς μιας και η θάμβωση έχει μεγαλύτερα όρια και τα φωτιστικά τοποθετούνται συνήθως σχετικά ψηλά. Στην εργασία αυτή δεν έγιναν υπολογισμοί φωτορύπανσης γιατί αυτοί αφορούν γειτονικές εγκαταστάσεις.

Μέσω των υπολογισμών με το DIALux eno αποδείχτηκε ότι το σύστημα φωτισμού που σχεδιάστηκε για τον εσωτερικό και τον εξωτερικό χώρο πληροί τα κριτήρια των προτύπων EN 12464-1 και EN 12464-2, αντίστοιχα. Μελλοντική εργασία θα μπορούσε να είναι ο έλεγχος της ενεργειακής απόδοσης της εγκατάστασης και η εξοικονόμηση ενέργειας την ημέρα με τη χρήση συστήματος ελέγχου του φωτισμού.

Η σελίδα αυτή είναι σκόπιμα λευκή

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Boyce P. (2022) Light, lighting and human health. *Lighting Research & Technology*.; 54 (2), 101-144.
- [2] Tomassoni, R. , Galetta, G. and Treglia, E. (2015) Psychology of Light: How Light Influences the Health and Psyche. *Psychology*, **6**, 1216-1222.
- [3] Συστοιχία φωτιστικών σωμάτων, [Σύνδεσμος](#), τελευταία πρόσβαση: Οκτώβριος 2023.
- [4] EN 12464-1:2021, Light and lighting - Lighting of work places - Part 1: Indoor work places, 2021.
- [5] EN 12464-2:2014, Light and lighting - Lighting of work places - Part 2: Outdoor work places, 2014.
- [6] Τεχνική Οδηγία Τ.Ε.Ε. 20701-7: «Τεχνητός και Φυσικός Φωτισμός Κτιρίων», Απρίλιος 2021 - Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας.
- [7] Ζ. Δάτσιος, *Διαλέξεις θεωρίας Φωτοτεχνίας*, Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας, 2022.
- [8] Pothukuchi, K. (2021). City Light or Star Bright: A Review of Urban Light Pollution, Impacts, and Planning Implications. *Journal of Planning Literature*, 36 (2), 155-169.
- [9] Karska, J., Kowalski, S., Gładka, A. *et al.* (2023) Artificial light and neurodegeneration: does light pollution impact the development of Alzheimer's disease?. *GeroScience*.
- [10] Παράδειγμα φωτορύπανσης, [Σύνδεσμος](#), τελευταία πρόσβαση: Οκτώβριος 2023.
- [11] Shonzino Gas Station, [Σύνδεσμος](#), τελευταία πρόσβαση: Οκτώβριος 2023.