ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ UEFA ΣΤΟ ΓΗΠΕΔΟ ΠΟΔΟΣΦΑΙΡΟΥ "ΑΠΟΣΤΟΛΟΣ ΝΙΚΟΛΑΪΔΗΣ" ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΟΠΤΙΚΟΥ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΟΣ

Λάμπρος Θ. Δούλος[1, 2], Κωνσταντίνος Α. Μπουρούσης[2] και Φραγκίσκος Β. Τοπαλής[2]
[1]Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Πάροδος Αριστοτέλους 18, Πάτρα 26335
[2] Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Ηρώων Πολυτεχνείου 9, Ζωγράφου 15780
e-mail: ldoulos@mail.ntua.gr

Περίληψη

Ο φωτισμός των αθλητικών εγκαταστάσεων ανήκει πλέον στις ειδικές εφαρμογές φωτισμού και πρέπει να σχεδιάζεται προσεκτικά λαμβάνοντας υπόψη τη φύση του αθλήματος, τη δεξιοτεχνία του, την ταχύτητα του εξοπλισμού, που στην περίπτωση του ποδοσφαίρου είναι της μπάλας. Οι δυσκολίες στο σχεδιασμό φωτισμού αφορούν κυρίως τις θέσεις των παρατηρητών, οι οποίες έχουν αντίρροπες ανάγκες. Ο κύριος παρατηρητής είναι πλέον η τηλεόραση, όπου χρειάζονται υψηλά επίπεδα κάθετα φωτισμού στους παίκτες για να έχουμε ένα «τέλειο τηλεοπτικό προϊόν», ενώ οι ποδοσφαιριστές, καθοριστικοί παρατηρητές και αυτοί, θα πρέπει να έχουν χαμηλή «όχληση» από το φωτισμό και οπτική άνεση για να μπορούν να αποδίδουν το καλύτερο δυνατό. Ακόμα και αν το σύστημα φωτισμού των γηπέδων έχει σχεδιαστεί κατάλληλα, με την πάροδο του χρόνου όχι μόνο υπάρχει φθορά και γήρανση του εξοπλισμού αλλά και αλλαγή των απαιτήσεων φωτισμού από τα πρότυπα. Για αυτόν το λόγο οι μετρήσεις φωτισμού στους αγωνιστικούς χώρους είναι απαραίτητες και έχουν στόχο να εντοπίζουν τα προβλήματα και να διορθώνονται. Στην παρούσα αναφορά παρουσιάζονται μετρήσεις φωτομετρικών μεγεθών που πραγματοποιήθηκαν στο γήπεδο του Παναθηναϊκού «Απόστολος Νικολαΐδης» με σκοπό στην αναβάθμιση του φωτισμού του αγωνιστικού χώρου ώστε να είναι κατάλληλος για αγώνες UEFA.

Λέξεις-Κλειδιά: Μετρήσεις φωτισμού, Φωτισμός αγωνιστικού χώρου, Φωτισμός τηλεόρασης

Abstract

The sports lighting is considered as a special lighting application and must be carefully designed taking into account the nature of the sport, its speed and skill, the size and speed of the equipment. The main difficulty in lighting design concern the position of the observers, who have counterbalance needs. Now days the main observer is television, where high levels of vertical lighting are needed on the players in order to produce a "perfect TV product". On the other hand footballers, as observers also, should have visual comfort in order to be able to perform with low "annoyance" from artificial lighting. Even if the lighting system of the stadiums is designed properly, over time, due to the decay and aging of the equipment, and the changes of lighting requirements from the standards an upgrade is needed. For this reason, lighting measurements in the pitch are necessary in order to identify the problems and correcting them. In this paper, measurements of photometric quantities at the Panathinaikos Stadium "Apostolos Nikolaidis" are presented, aiming at upgrading the pitch lighting so that it is suitable for UEFA standards.

Keywords: Lighting measurements, Pitch lighting, Television lighting

Λάμπρος Θ. Δούλος, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο και Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Κωνσταντίνος Μπουρούσης, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο και Φραγκίσκος Τοπαλής, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.
Εφαρμογή του κανονισμού φωτισμού UEFA στο γήπεδο ποδοσφαίρου «Απόστολου Νικολαΐδη» για τη βελτιστοποίηση του οπτικού αποτελέσματος

1. Εισαγωγή

Ο τεχνητός φωτισμός των αθλητικών εγκαταστάσεων είναι σημαντικός και πρέπει να σχεδιάζεται προσεκτικά λαμβάνοντας υπόψη όχι μόνο τη φύση του αθλήματος, την ταχύτητα, τη δεξιοτεχνία του, το μέγεθος και ταχύτητα του εξοπλισμού αλλά και τη «θέση του παρατηρητή». Στο ποδόσφαιρο και ιδιαίτερα στις μεγάλες κατηγορίες, η κύρια «θέση του παρατηρητή» δεν είναι πλέον αυτή του φιλάθλου στο γήπεδο αλλά αυτής της τηλεόρασης. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα ο αθλητισμός και ιδιαίτερα το ποδόσφαιρο να αποτελεί σήμερα πρωτίστως ένα τηλεοπτικό προϊόν το οποίο αποφέρει και τα περισσότερα έσοδα στις ποδοσφαιρικές ομάδες. Στις αρχές του 21^{ου} αιώνα οι ανάγκες φωτισμού στους αγωνιστικούς χώρους καλυπτόντουσαν κυρίως από το ευρωπαϊκό πρότυπο «EN 12193:2007 Light and lighting - Sports lighting» το οποίο ανάλογα με το άθλημα και την κατηγορία του, καθόριζε τα απαραίτητα επίπεδα φωτισμού. Με την ολοένα αυξανόμενη δημοτικότητα του αθλήματος στην Ευρώπη και την ανάπτυξη της τηλεοπτικής τεχνολογίας, η UEFA συνειδητοποίησε την ανάγκη ενός καταλληλότερου συστήματος φωτισμού, με προσανατολισμό την ανάδειξη πλέον του τηλεοπτικού προϊόντος. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα τα όρια φωτισμού, από τις πρώτες οδηγίες το 2010 («Stadium Infrastructure Regulations, Edition 2010, UEFA» με αναφορά μόνο στον κάθετο φωτισμό της τηλεόρασης) μέχρι τις αναλυτικότερες οδηγίες το 2016 («UEFA Stadium Lighting Guide 2016»), να καθορίζονται αυστηρότερα. Στις τελευταίες οδηγίες περιγράφονται όχι μόνο τα όρια του οριζόντιου, κάθετου φωτισμού και των ομοιομορφιών για την ομαλή μετάδοση εικόνων της κάμερας του αγωνιστικού χώρου αλλά και η διαδικασία των μετρήσεων φωτισμού. Η UEFA ως υπεύθυνη του τελικού τηλεοπτικού προϊόντος, ζητά από τις ποδοσφαιρικές ομάδες να πληρούν τα ζητούμενα επίπεδα φωτισμού χρησιμοποιώντας τη διαδικασία των μετρήσεων φωτισμού που περιγράφονται στις οδηγίες της. Πολλές είναι οι περιπτώσεις γηπέδων όπου η παρέλευση του χρόνου και η ελλιπής συντήρηση του συστήματος φωτισμού οδηγεί σε αλλοίωση του οπτικού αποτελέσματος λόγω είτε υποφωτισμού ανά περιοχές του αγωνιστικού χώρου είτε από διαφοροποίηση των πραγματικών χρωμάτων λόγω της αλλοίωσης του αρχικού φάσματος εκπομπής των χρησιμοποιούμενων λαμπτήρων. Η UEFA με τους παρατηρητές της αναζητεί τέτοιου είδους προβλήματα πριν από τους αγώνες και καλεί τις ομάδες για τις απαραίτητες διορθώσεις. Σκοπός της αναφοράς αυτής είναι η ανάδειξη των μετρήσεων φωτισμού ως ένα μέσο για την καταγραφή των προβλημάτων που οδηγούν σε αλλοίωση του οπτικού αποτελέσματος με τελικό στόχο να βρεθούν οι κατάλληλες δράσεις ώστε να βελτιωθεί το σύστημα φωτισμού ενός γηπέδου. Στην παρούσα αναφορά παρουσιάζονται οι μετρήσεις της έντασης φωτισμού σε οριζόντιο και κάθετο επίπεδο που πραγματοποιήθηκαν στο γήπεδο του Παναθηναϊκού «Απόστολος Νικολαΐδης» με σκοπό την αναζήτηση των προβλημάτων του συστήματος φωτισμού του γηπέδου. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκαν οι αντίστοιχες δράσεις αναβάθμισης του φωτισμού σύμφωνα με τα προβλήματα που εντοπίστηκαν από τις μετρήσεις. Τέλος επαναλήφθηκαν οι μετρήσεις της έντασης φωτισμού σε οριζόντιο και κάθετο επίπεδο για να επιβεβαιωθεί ότι ο φωτισμός του αγωνιστικού χώρου είναι πλέον κατάλληλος για αγώνες UEFA μετά τις δράσεις αναβάθμισης.

2. Το γήπεδο του Παναθηναϊκού «Απόστολος Νικολαΐδης»

Το γήπεδο του Παναθηναϊκού (Εικόνα 1), 16003 θέσεων, βρίσκεται επί της Λεωφόρου Αλεξάνδρας 160 στην Αθήνα και είναι το αρχαιότερο εν ενεργεία στην Ελλάδα (Wikipedia).

Εικόνα 1: Το γήπεδο του Παναθηναϊκού «Απόστολος Νικολαΐδης» και το σήμα της ομάδας του Παναθηναϊκού.

Στην αρχική κατασκευή του, το γήπεδο είχε 4 πυλώνες και όλες οι θύρες του ήταν χωρίς σκέπαστρα. Σε κάθε πυλώνα υπάρχουν 36 φωτιστικά σώματα (18 με εγκατεστημένη ισχύ 1500W το καθένα και 18 με εγκατεστημένη ισχύ 2000W το καθένα). Κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του πραγματοποιήθηκαν αρκετές παρεμβάσεις οι οποίες μετέβαλλαν τις ανάγκες και τον αρχικό σχεδιασμό του συστήματος φωτισμού. Παράλληλα με την κατασκευή των 2 στεγάστρων στις θύρες παράλληλα με τη μεγάλη διάσταση του γηπέδου, σε διαφορετικό χρόνο από την αρχική κατασκευή του γηπέδου, τοποθετήθηκαν επιπλέον 24 φωτιστικά σώματα (1500W το καθένα) σε κάθε στέγαστρο. Οι πιο βασικές παρεμβάσεις στο γήπεδο που επηρέασαν τον αρχικό σχεδιασμό φωτισμού ήταν:

- Κατασκευή προστατευτικού «διχτυού» για αποφυγή ρίψης αντικειμένων (Εικόνα 2). Η κατασκευή του προστατευτικού «διχτυού» είχε δημιουργήσει πρόβλημα στην κατανομή φωτισμού στα κόρνερ του αγωνιστικού χώρου.
- Κατασκευή στεγάστρων στις θύρες παράλληλα του αγωνιστικού χώρου. Παρότι κατασκευάστηκαν σκέπαστρα στις θύρες παράλληλα με τη μεγάλη διάσταση του γηπέδου, η στόχευση των προβολέων παρέμεινε με τον αρχικό σχεδιασμό. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα να υπάρχει σκιασμός του φωτισμού από τους πυλώνες στην περιοχή κάτω από τα στέγαστρα (Εικόνα 3).

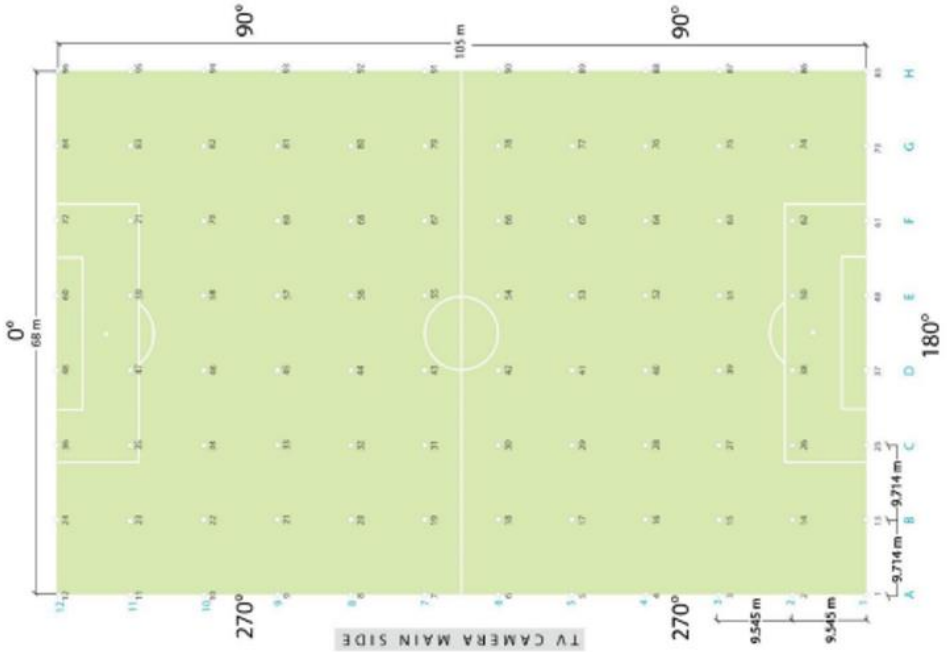
Σύμφωνα με τα παραπάνω, την φθορά των λαμπτήρων και των φωτιστικών αλλά και την απώλεια της ορθής στόχευσης των προβολέων με την πάροδο του χρόνου, η ανάγκη για αναβάθμιση του συστήματος φωτισμού ήταν επιτακτική. Αυτό επιβεβαιώθηκε με τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στην υφιστάμενη εγκατάσταση φωτισμού του αγωνιστικού χώρου.

Εικόνα 2: Η κατασκευή προστατευτικού δικτύου για αποφυγή ρίψης αντικειμένων στον αγωνιστικό χώρο δυσχεραίνει την κατανομή φωτισμού στα κόρνερ του αγωνιστικού χώρου.

Εικόνα 3: Τα σκέπαστρα των θυρών ως εμπόδια του τεχνητού φωτισμού στην περιοχή του αγωνιστικού χώρου κάτω από αυτά.

3. Μετρήσεις φωτισμού υφιστάμενης εγκατάστασης

Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν 6.09.2016 σύμφωνα με τις προδιαγραφές της UEFA όπως αυτές προβλέπονται στον αντίστοιχο κανονισμό (UEFA 2016). Οι διαστάσεις των γηπέδων των ομάδων που αγωνίζονται σε διοργανώσεις της UEFA έχουν συγκεκριμένες διαστάσεις (105m x 68m) και για αυτό υπάρχει συγκεκριμένος κάναβος 12 x 8 σημείων (Σχήμα 1) για να πραγματοποιούνται οι αντίστοιχοι υπολογισμοί και μετρήσεις.

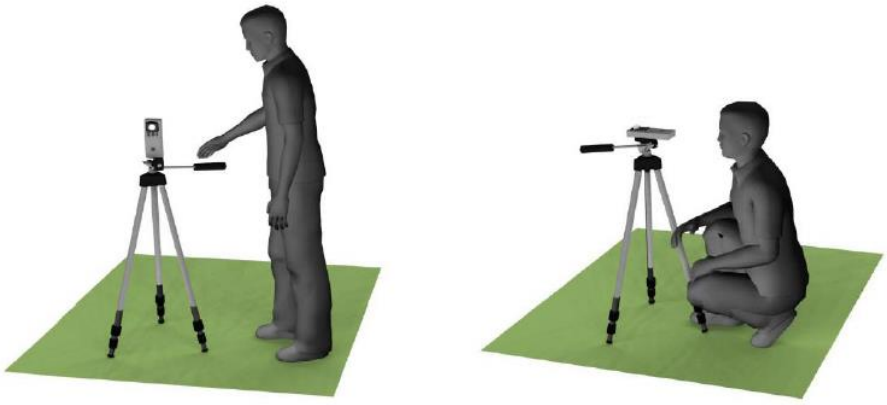


Σχήμα 1: Ο τυπικός κάναβος μετρήσεων (UEFA 2016)

Οι μετρήσεις έντασης φωτισμού πραγματοποιήθηκαν (Εικόνα 4) με κατάλληλο όργανο μέτρησης τόσο σε οριζόντιο όσο και σε κάθετο επίπεδο σε ύψος 1m (Σχήμα 2) σύμφωνα με τις προδιαγραφές της UEFA.

Εικόνα 4: Μετρήσεις φωτισμού στον αγωνιστικό χώρο του γηπέδου.

Εικόνα 5: Το όργανο μετρήσεων (Minolta CL 200A)



Σχήμα 2: Τυπικές θέσης μετρήσεων σε ύψος 1m από το δάπεδο (UEFA 2016)

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων παρουσιάζονται αναλυτικά στους παρακάτω πίνακες.

Πίνακας 1: Μέση, μέγιστη και ελάχιστη οριζόντια ένταση φωτισμού και συνολικές ομοιομορφίες.

	Μετρούμενες τιμές
Μέση ένταση φωτισμού (lx)	1042
Μέγιστη ένταση φωτισμού (lx)	1741
Ελάχιστη ένταση φωτισμού (lx)	510
Ομοιομορφία (ελάχιστη/μέγιστη) U_{1h}	0.29
Ομοιομορφία (ελάχιστη/μέση) U_{2h}	0.49

Πίνακας 2: Μετρήσεις έντασης οριζόντιου φωτισμού.

Σημεία κατά τη διαμήκη κατεύθυνση		Σημεία κατά την εγκάρσια κατεύθυνση								
		1	2	3	4	5	6	7	8	
		Illuminance (lux)								
270°	1	545	961	685	530	663	551	954	923	90°
	2	1306	1429	1098	968	839	851	955	981	
	3	1364	1535	1135	940	884	826	902	1475	
	4	1424	1424	1095	968	918	873	974	1290	
	5	1239	1252	971	878	890	901	1002	1352	
	6	1023	1081	870	836	830	862	938	1259	
	7	960	1067	906	870	783	826	1026	1741	
	8	815	1218	1065	945	839	835	1120	1314	
	9	1041	1553	1261	1038	900	895	1158	1476	
	10	1370	1439	1236	1064	984	972	1197	1235	
	11	1505	1213	860	832	991	1096	1437	1508	
	12	1079	688	528	510	745	862	1119	1485	
		180°								

Πίνακας 3: Μέση, μέγιστη και ελάχιστη κάθετη ένταση φωτισμού και συνολικές ομοιομορφίες προς την κατεύθυνση της τηλεοπτικής λήψης.

	Μετρήσεις
Μέση ένταση φωτισμού (lx)	665
Μέγιστη ένταση φωτισμού (lx)	1600
Ελάχιστη ένταση φωτισμού (lx)	175
Ομοιομορφία (ελάχιστη/μέγιστη) U_{1h}	0.11
Ομοιομορφία (ελάχιστη/μέση) U_{2h}	0.26

Πίνακας 4: Μετρήσεις έντασης κατακόρυφου φωτισμού προς την κατεύθυνση της τηλεοπτικής λήψης.

Σημεία κατά τη διαμήκη κατεύθυνση		Σημεία κατά την εγκάρσια κατεύθυνση								
		1	2	3	4	5	6	7	8	
		Illuminance (lux)								
270°	1	255	452	587	413	375	235	164	135	90°
	2	478	1132	1067	869	560	334	227	175	
	3	531	1199	1083	895	628	410	293	228	
	4	504	1113	1007	880	678	480	352	266	
	5	515	1076	955	827	718	575	408	315	
	6	413	956	810	843	736	593	459	359	
	7	333	997	1026	961	803	632	493	380	
	8	299	1186	1302	1216	901	669	498	353	
	9	437	1536	1600	1313	941	667	439	311	
	10	605	1457	1477	1175	841	560	375	262	
	11	650	1206	1041	861	802	462	310	226	
	12	614	675	605	676	422	305	198	179	
		180°								

Σύμφωνα με τις ανάγκες φωτισμού της UEFA (Σχήμα 3) το γήπεδο του Παναθηναϊκού κρίθηκε ως υποφωτισμένο σε όλες τις αντίστοιχες τιμές. Ο μέσος οριζόντιος φωτισμός ήταν στο 69% της απαιτούμενης στάθμης ενώ ο αντίστοιχος κάθετος φωτισμός στο 53%. Οι δε ομοιομορφίες δημιουργούσαν σημαντικό πρόβλημα στην τηλεοπτική λήψη.

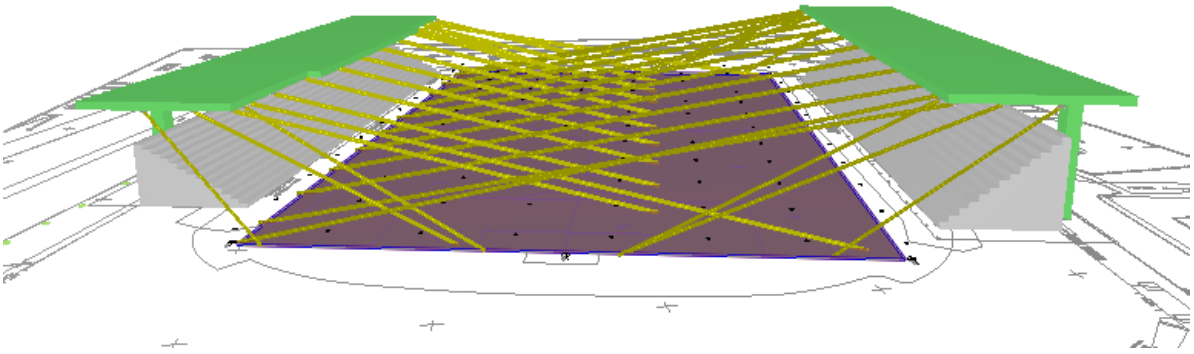
Eh ave (average horizontal illuminance)	> 1,500 lux
Uniformity U1h	> 0.50
Uniformity U2h	> 0.70
Ev ave-0° (vertical illuminance on 0° reference plane)	average > 1,250 lux minimum > 700 lux
Uniformity U1v-0°	> 0.40
Uniformity U2v-0°	> 0.50

Σχήμα 3: Προδιαγραφές φωτισμού γηπέδου Level A για διοργάνωση Champion League μέχρι και ημιτελικά (UEFA 2016).

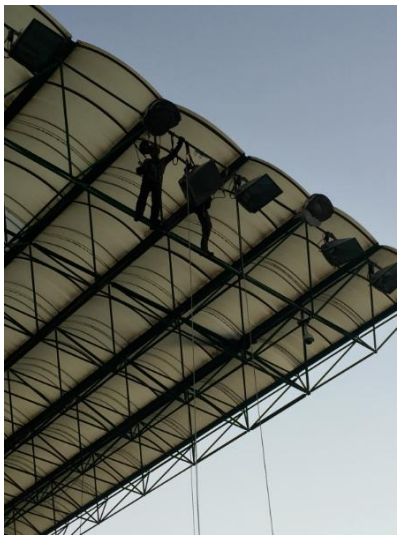
4. Δράσεις αναβάθμισης του φωτισμού του αγωνιστικού χώρου

Οι δράσεις αναβάθμισης του φωτισμού με βάση τα προβλήματα που εντοπίσθηκαν από τις μετρήσεις ήταν:

- Τοποθέτηση επιπρόσθετων φωτιστικών με ειδική ασύμμετρη δέσμη στα στέγαστρα των θυρών παράλληλα με τη μεγάλη διάσταση του γηπέδου (Σχήμα 4 και Εικόνα 6).

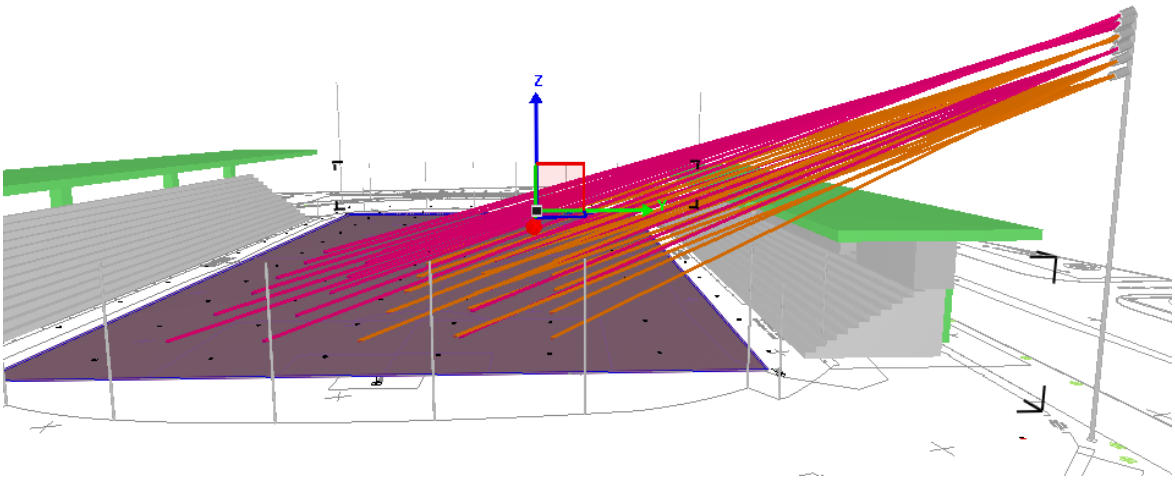


Σχήμα 4: Χρήση φωτιστικών σωμάτων με ασύμμετρη δέσμη στα στέγαστρα των θυρών παράλληλα με τη μεγάλη διάσταση του γηπέδου και ειδική στόχευση.



Εικόνα 6: Τοποθέτηση φωτιστικών στα στέγαστρα με ειδική χρήση εξοπλισμού.

- Καθαρισμός των φωτιστικών σωμάτων, αλλαγή λαμπτήρων σε συγκεκριμένα φωτιστικά σώματα στους πυλώνες και επαναστόχευση των φωτιστικών στους πυλώνες (Σχήμα 5 και Εικόνα 7).



Σχήμα 5: Επαναστόχευση των φωτιστικών σωμάτων στη θέση των πυλώνων.

Εικόνα 7: Καθαρισμός και αλλαγή λαμπτήρων των φωτιστικών σωμάτων στους πυλώνες και τα στέγαστρα.

Εικόνα 8: Ο αγωνιστικός χώρος και το αποτέλεσμα φωτισμού της νέας εγκατάστασης φωτισμού

5. Μετρήσεις φωτισμού αναβαθμισμένης εγκατάστασης

Στη συνέχεια των δράσεων αναβάθμισης του συστήματος φωτισμού πραγματοποιήθηκαν εκ νέου μετρήσεις φωτισμού την 31.10.2016 για την επαλήθευση του αποτελέσματος. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στα ίδια σημεία με τον ίδιο ακριβώς τρόπο σύμφωνα με τις προδιαγραφές UEFA (UEFA 2016) και όπως περιγράφηκαν στην παράγραφο 3. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων παρουσιάζονται συγκεντρωτικά στους παρακάτω πίνακες.

Πίνακας 5: Μετρηθείσες τιμές μέσης, μέγιστης και ελάχιστης οριζόντιας έντασης φωτισμού, συνολικές ομοιομορφίες για την αρχική και τελική εγκατάσταση και οι αντίστοιχες προδιαγραφές της UEFA.

	Μετρήσεις αρχικής εγκατάστασης	Μετρήσεις τελικής εγκατάστασης	Προδιαγραφές UEFA 2016
Μέση ένταση φωτισμού (lx)	1042	1828	1500
Μέγιστη ένταση φωτισμού (lx)	1741	3320	-
Ελάχιστη ένταση φωτισμού (lx)	510	765	-
Ομοιομορφία (ελάχιστη/μέγιστη) U_{1h}	0.29	0.23	0.50
Ομοιομορφία (ελάχιστη/μέση) U_{2h}	0.49	0.42	0.70

Πίνακας 6: Μετρηθείσες τιμές μέσης, μέγιστης και ελάχιστης κάθετης έντασης φωτισμού, συνολικές ομοιομορφίες για την αρχική και τελική εγκατάσταση και οι αντίστοιχες προδιαγραφές της UEFA.

	Μετρούμενες τιμές αρχικής εγκατάστασης	Μετρούμενες τιμές τελικής εγκατάστασης	Προδιαγραφές UEFA 2016 (Level A)
Μέση ένταση φωτισμού (lx)	665	1544	1250
Μέγιστη ένταση φωτισμού (lx)	1600	2902	-
Ελάχιστη ένταση φωτισμού (lx)	175	765	700
Ομοιομορφία (ελάχιστη/μέγιστη) U_{1h}	0.11	0.15	0.40
Ομοιομορφία (ελάχιστη/μέση) U_{2h}	0.26	0.28	0.50

Αξίζει να σημειωθεί ότι οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στις παραμονές του αγώνα του Παναθηναϊκού στο κύπελλο UEFA χωρίς να έχει ολοκληρωθεί η τοποθέτηση όλων των φωτιστικών σωμάτων η οποία πραγματοποιήθηκε τελευταία στιγμή. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα να παρατηρηθούν κάποιες ελάχιστες τιμές και να μην επιτευχθεί ο στόχος της ομοιομορφίας στον χρόνο των μετρήσεων.

Τα αποτελέσματα αν συνυπολογισθεί και ο συντελεστής συντήρησης των φωτιστικών σωμάτων (MF=0.80) καλύπτουν επαρκώς τα κριτήρια και τις προδιαγραφές φωτισμού της UEFA για γήπεδα κατηγορίας Level A (Σχήμα 3).

6. Συμπεράσματα

Οι μετρήσεις φωτισμού στους αγωνιστικούς χώρους των γηπέδων είναι αναγκαία αφού ακόμα και αν το σύστημα φωτισμού έχει σχεδιαστεί κατάλληλα, με την πάροδο του χρόνου όχι υπάρχει φθορά και γήρανση του εξοπλισμού. Αν το γήπεδο είναι κατασκευασμένο την προηγούμενη δεκαετία η αλλαγή των απαιτήσεων φωτισμού από τα πρότυπα είναι σίγουρη. Για αυτόν το λόγο οι μετρήσεις φωτισμού στους αγωνιστικούς χώρους είναι απαραίτητες και έχουν στόχο να εντοπίζουν τα προβλήματα και να διορθώνονται. Όσο πιο σημαντικοί είναι οι αγώνες που διοργανώνονται σε αυτό και υπάρχει τηλεοπτική κάλυψη, οι μετρήσεις

πρέπει να επαναλαμβάνονται κατά σύντομα χρονικά διαστήματα ώστε να υπάρχει η απαραίτητη συντήρηση.

Το γήπεδο του Παναθηναϊκού «Απόστολος Νικολαΐδης» παρουσίαζε σημαντικά προβλήματα υποφωτισμού τα οποία εντοπίσθηκαν με τις μετρήσεις φωτισμού. Οι επιμέρους περιοχές με τα μεγαλύτερα προβλήματα αντιμετωπίσθηκαν με ιδιαίτερες δράσεις οι οποίες καθοδηγήθηκαν από τις μετρήσεις. Η τελική επιβεβαίωση του αποτελέσματος δόθηκε από τις τελικές μετρήσεις βάσει των οποίων η UEFA άναψε το «πράσινο» φως για τη συμμετοχή της ομάδας του Παναθηναϊκού στη φυσική έδρα του στο γήπεδο «Απόστολος Νικολαΐδης».

7. Βιβλιογραφία

EN 12193:2007 Light and lighting - Sports lighting

Stadium Infrastructure Regulations, Edition 2010, UEFA

UEFA Stadium Lighting Guide 2016

https://el.wikipedia.org/wiki/Γήπεδο_Απόστολος_Νικολαΐδης (Ανακτήθηκε από το διαδίκτυο 5.02.2018)