



Φωτισμός αθλητικών εγκαταστάσεων

Ο σύγχρονος φωτισμός στις αθλητικές εγκαταστάσεις αποτελεί στρατηγικό στοιχείο για την απόδοση των αθλητών, την εμπειρία των θεατών και τη βιωσιμότητα των υποδομών.

*Άρθρο του κ. Παναγιώτη Α. Κονταξή**

Η τεχνολογία των συστημάτων φωτισμού αθλητικών εγκαταστάσεων έχει υποστεί σημαντικές αλλαγές κατά τη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών, λόγω των εξελίξεων στην ενεργειακή απόδοση, στην ποιότητα του φωτός και στη διάρκεια ζωής των λαμπτήρων φωτισμού. Αρχικά, οι αθλητικές εγκαταστάσεις βασίζονταν σε λαμπτήρες πυρακτώσεως και αλογόνου, που ήταν γνωστοί για το θερμό φως τους, αλλά είχαν μικρή διάρκεια ζωής και κατανάλωναν μεγάλες ποσότητες ενέργειας. Στη δεκαετία του '90, οι λαμπτήρες μεταλλικών αλογονιδίων έγιναν δημοφιλείς λόγω της αυξημένης φωτεινής απόδοσης και της μεγαλύτερης διάρκειας ζωής τους σε σύγκριση με προηγούμενες τεχνολογίες. Η νέα αυτή τεχνολογία παρείχε καλύτερο φωτισμό και χρησιμοποιήθηκε ευρέως σε στάδια και αθλητικούς χώρους. Ωστόσο, τα φωτιστικά με λαμπτήρες μεταλλικών αλογονιδίων είχαν τους περιορισμούς τους, όπως μεγάλους χρόνους προθέρμανσης, υψηλή κατανάλωση ενέργειας και σχετικά μικρή διάρκεια ζωής, γεγονός που είχε ως αποτέλεσμα υ-

ψηλότερο κόστος συντήρησης. Σήμερα, τα LED έχουν γίνει η πιο συμφέρουσα λύση τόσο σε νέες εγκαταστάσεις όσο και σε μετασκευές, παρέχοντας απaráμιλλη απόδοση, βιωσιμότητα και εξοικονόμηση κόστους για ένα ευρύ φάσμα αθλητικών εγκαταστάσεων. Αυτή η εξέλιξη αντανακλά τη συνεχή προσπάθεια για πιο αποτελεσματικές, αξιόπιστες και περιβαλλοντικά υπεύθυνες λύσεις φωτισμού στη «βιομηχανία του αθλητισμού».

Επήρεια φωτισμού

Οι αθλητικές εγκαταστάσεις πρέπει να φωτίζονται με κατάλληλο τρόπο, έτσι ώστε όσοι συμμετέχουν και όσοι παρακολουθούν, είτε στο γήπεδο είτε στην τηλεόραση, να μπορούν να βλέπουν καθαρά όλα όσα διαδραματίζονται. Αυτό απαιτεί κατάλληλη ένταση φωτισμού και αντίθεση στην περιοχή παιχνιδιού, ομοιομορφία του φωτός και σωστό έλεγχο των αντανακλάσεων. Οτιδήποτε κινείται (αθλητές, μπάλες κλπ.) φαίνεται επειδή έρχεται σε αντίθεση με το φόντο του ως προς τη φωτεινότητά του, το χρώ-



επιφανειών του γηπέδου τένις μπορούν να καθοριστούν, και έτσι να δημιουργηθούν οι συνθήκες που απαιτούνται για να φαίνεται καθαρά η μπάλα.

Παράγοντες προσδιορισμού φωτός

Ο προσδιορισμός του φωτός που απαιτείται για να διεξαχθεί σωστά ένα άθλημα εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, ορισμένοι από τους οποίους μπορούν να αξιολογηθούν με σχετική ακρίβεια. Οι παράγοντες αυτοί είναι:

- Το μέγεθος του βασικού αντικείμενου της αθλητικής δραστηριότητας (π.χ. μπάλα).
- Η απόσταση θέασης.
- Η ταχύτητα της δραστηριότητας.
- Η αντίθεση (επηρεάζει την οπτική οξύτητα).
- Η προσαρμογή.
- Οι κατευθυντικές ιδιότητες του προσπίπτοντος φωτός.
- Η ανάκλαση των επιφανειών που πρόκειται να φωτιστούν.

μάτια είναι σημαντικά μεγαλύτερος από ό,τι όταν η κατάσταση αντιστρέφεται, δηλαδή όταν περνάει ξαφνικά από ένα σκοτεινό περιβάλλον σε ένα φωτεινό. Αυτό το φαινόμενο μπορεί να έχει μεγάλη επιρροή, ιδιαίτερα όταν υπάρχει χαμηλή ομοιομορφία.

Η ταχύτητα ενός κινούμενου αντικείμενου επηρεάζει επίσης τις απαιτήσεις φωτισμού για τον αθλητισμό. Οποιοδήποτε αντικείμενο περνά μπροστά από τα μάτια, διεγείρει τους φωτοευαίσθητους κώνους (τα κωνία) στον αμφιβληστροειδή. Ωστόσο, εάν το αντικείμενο κινείται σχετικά γρήγορα, ο αριθμός των κωνίων που διεγείρονται σε κάθε στιγμή είναι σχετικά μικρός, και επομένως το αντικείμενο πρέπει να φωτίζεται καλά για αποτελεσματική όραση.

Κλάσεις φωτισμού

Το επίπεδο του αθλήματος, ο αριθμός των θεατών και η κατηγορία του αθλήματος καθορίζουν τον ελάχιστο απαιτούμενο φωτισμό. Όσο υψηλότερο εί-

Οι αθλητικές εγκαταστάσεις πρέπει να φωτίζονται με τρόπο ώστε να βλέπουν καθαρά όσοι συμμετέχουν και όσοι παρακολουθούν, στο γήπεδο ή από την τηλεόραση

μα ή και τα δύο. Όσο πιο έντονη είναι η αντίθεση, τόσο πιο ευδιάκριτα γίνονται τα αντικείμενα γενικά.

Η χρωματική αντίθεση παίζει σπουδαίο ρόλο σε ορισμένα αθλήματα, και η επιλογή κατάλληλων χρωμάτων στις επιφάνειες (για εσωτερικούς κυρίως χώρους) μπορεί να βοηθήσει στο να γίνει το αντικείμενο πιο ορατό. Οι αντιθέσεις μπορούν να ελεγχθούν ρυθμίζοντας την ανάκλαση και το προσπίπτον φως, τόσο για το αντικείμενο όσο και για το φόντο. Στην πράξη, ωστόσο, συχνά υπάρχουν περιορισμοί στο τι μπορεί να γίνει, ειδικά σε εξωτερικούς χώρους. Για παράδειγμα, καθώς οι ιδιότητες ανάκλασης ενός αθλητικού γηπέδου δεν μπορούν να αλλάξουν, ο φωτισμός είναι ο κύριος μηχανισμός που χρησιμοποιείται για τη βελτίωση της αντίθεσης. Συνήθως υπάρχει περισσότερη ελευθερία σε εσωτερικούς χώρους. Για παράδειγμα, η ανάκλαση και η ένταση φωτισμού των

Η οπτική οξύτητα ισχύει συνήθως όταν ο παρατηρητής και η οπτική εργασία είναι και οι δύο σε σταθερή θέση. Στον αθλητισμό είναι πιο πιθανό είτε ο παρατηρητής είτε η οπτική εργασία να κινούνται, οπότε πρέπει να λάβουμε υπόψη τη δυναμική οπτική οξύτητα, δηλαδή την ικανότητα να διακρίνουμε λεπτομέρειες όταν ο παρατηρητής, η οπτική εργασία ή και τα δύο βρίσκονται σε κίνηση.

Είναι επίσης σημαντικό να ληφθούν υπόψη οι επιπτώσεις της προσαρμογής. Η επίδραση ενός ερεθίσματος στο ανθρώπινο οπτικό σύστημα δεν είναι σταθερή, αφού θα επηρεαστεί από την κατάσταση προσαρμογής του αμφιβληστροειδούς τη στιγμή που το ερέθισμα εισάγεται στο οπτικό πεδίο. Όταν ένα άτομο προσαρμόζεται στο φως και στη συνέχεια εισάγεται ξαφνικά σε ένα σκοτεινό περιβάλλον, ο χρόνος που χρειάζεται για να προσαρμοστούν τα

ναί το επίπεδο της αθλητικής δραστηριότητας και όσο μεγαλύτερη είναι η απόσταση θέασης του θεατή, τόσο υψηλότερη πρέπει να είναι η κλάση (κατηγορία) φωτισμού. Λόγω της φύσης ορισμένων αθλημάτων και του επιπέδου του αθλήματος, ενδέχεται να υπάρχει αλληλοεπικάλυψη ανάμεσα στις κατηγορίες φωτισμού.

Παρακάτω παραθέτονται οι παράγοντες που καθορίζουν τις κλάσεις φωτισμού:

1. Κλάση φωτισμού I:

- Διεθνείς αγώνες και αγώνες εθνικών ομάδων.
- Γήπεδα μεγάλης χωρητικότητας θεατών και με μεγάλες αποστάσεις θέασης.
- Ανώτατου επιπέδου προπόνηση.

2. Κλάση φωτισμού II:

- Ανταγωνισμός μεσαίου επιπέδου, περιφερειακοί σύλλογοι.
- Γήπεδα μεσαίας χωρητικότητας θεατών και με μεσαίες αποστάσεις θέασης.
- Υψηλού επιπέδου προπόνηση.

3. Κλάση φωτισμού III:

■ Χαμηλού επιπέδου ανταγωνισμός, τοπικά πρωταθλήματα.

■ Ελάχιστη ή καθόλου ύπαρξη θεατών.

■ Γενική προπόνηση, σχολικές αθλητικές και ψυχαγωγικές δραστηριότητες.

Φωτισμός αθλητικών εγκαταστάσεων

Όπως προαναφέρθηκε, το κάθε άθλημα έχει τις δικές του ιδιαίτερες απαιτήσεις σε φωτισμό, καθώς υπάρχουν διαφορές στην ταχύτητα διεξαγωγής του αθλήματος, στις αποστάσεις θέασης των θεατών, στις απαιτήσεις της τηλεοπτικής κάλυψης, στο χώρο του γηπέδου (ανοιχτό ή κλειστό) και φυσικά στις εκάστοτε απαιτήσεις της κάθε ομοσπονδίας. Για παράδειγμα, η διεθνής ομοσπονδία πετοσφαίρισης FIVB (Federation Internationale de Volleyball) έχει καθορίσει πολύ γενικά ότι ο ελάχιστος φωτισμός δεν πρέπει να είναι λιγότερος από 300lx. Για FIVB παγκόσμιες και επίσημες διοργανώσεις, ο φωτισμός στον αγωνιστικό χώρο δεν θα πρέπει να είναι λιγότερο από 2.000lx και μετρείται στο 1m πάνω από την επιφάνεια του αγωνιστικού χώρου. Αντίστοιχα η Ένωση των Ευρωπαϊκών Ποδοσφαιρικών Ομοσπονδιών UEFA (Union of European Football Associations) έχει εκδώσει τον οδηγό "UEFA stadium lighting - Guide 2023" με ιδιαίτερη ανάλυση για τις συνθήκες φωτισμού που πρέπει να επικρατούν σε έναν αγώνα ποδοσφαίρου, ο οποίος λαμβάνει χώρα υπό την εποπτεία της. Συνεπώς, οι μελετητές θα πρέπει να αναζητούν τις ιδιαίτερες αυτές απαιτήσεις. Βέβαια, υπάρχει και το αντίστοιχο ευρωπαϊκό πρότυπο EN 12193-2018 «Light and lighting - Sports lighting», στο οποίο αναλύονται με σαφήνεια οι απαιτήσεις για όλα τα αθλήματα, και φυσικά θα πρέπει να υπερκαλύπτεται.

Στους πίνακες 1 και 2 υπάρχουν οι αντίστοιχες απαιτήσεις φωτισμού για διεξαγωγή σε κλειστούς ή ανοιχτούς χώρους, για κάποια από τα πιο δημοφιλή ομαδικά αθλήματα στη χώρα μας, όπου:

$E_{hor,ave}$ (lx): Μέση οριζόντια ένταση φωτισμού

U_{2hor} : Ελάχιστη προς μέση οριζόντια ομοιομορφία

R_G : Θάμβωση

R_a : Δείκτης χρωματικής απόδοσης

Πίνακας 1: Απαιτήσεις φωτισμού για αθλήματα που λαμβάνουν χώρα σε κλειστά γήπεδα, σύμφωνα με το EN 12193-2018

Κλειστά γήπεδα		Περιοχή ενδιαφέροντος		Αριθμός σημείων πλέγματος	
		Μήκος (m)	Πλάτος (m)	Μήκος	Πλάτος
Μπάσκετ ^a	PA	28	15	13	7
	TA	32	19	15	9
Χάντμπολ	PA	40	20	15	7
	TA	44	24	15	9
Βόλεϊ ^{d, f}	PA	24	15	13	9
Κλάση	Οριζόντιο επίπεδο				
	$E_{hor, ave}$	U_{2hor}		R_G	R_a
I	750	0,7		35	80
II	500	0,7		40	60
III	200	0,5		40	60

a: Δεν πρέπει να τοποθετούνται φωτιστικά σε εκείνο το μέρος της οροφής, το οποίο βρίσκεται πάνω από έναν κύκλο διαμέτρου 4 m γύρω από το καλάθι.

d: Για την κλάση I, δεν πρέπει να τοποθετούνται φωτιστικά σε εκείνο το μέρος της οροφής, το οποίο βρίσκεται ακριβώς πάνω από την περιοχή που περικλείεται από τις δύο γραμμές επίθεσης και τις αντίστοιχες πλάγιες γραμμές αυτών (3m εκατέρωθεν του φιλέ).

f: Για την κλάση I, ο διεθνής ανταγωνισμός σε ανώτατο επίπεδο μπορεί να δικαιολογήσει μια επιφάνεια 34 m x 19 m για την κύρια περιοχή (PA). Ο αντίστοιχος αριθμός σημείων πλέγματος είναι τότε 15 x 9.

Η χρωματική αντίθεση παίζει σπουδαίο ρόλο σε ορισμένα αθλήματα, και η επιλογή κατάλληλων χρωμάτων στις επιφάνειες καθιστά πιο ευδιάκριτα τα αντικείμενα

Πίνακας 2: Απαιτήσεις φωτισμού για αθλήματα που λαμβάνουν χώρα σε ανοιχτά γήπεδα, σύμφωνα με το EN 12193-2018

Ανοιχτά γήπεδα		Περιοχή ενδιαφέροντος		Αριθμός σημείων πλέγματος	
		Μήκος (m)	Πλάτος (m)	Μήκος	Πλάτος
Μπάσκετ ^a	PA	28	15	13	7
	TA	32	19	15	9
Χάντμπολ	PA	40	20	15	7
	TA	44	27,5	15	9
Βόλεϊ ^a	PA	24	15	13	9
Ποδόσφαιρο	PA	100-110	64-75	19-21	13-15
	TA	108-118	72-83	21	13-15
Κλάση	Οριζόντιο επίπεδο				
	$E_{hor, ave}$	U_{2hor}		R_G	R_a
I	500	0,7		55	70
II	200	0,6		55	60
III	75	0,5		55	60

a: Για την κλάση I, ο διεθνής ανταγωνισμός σε ανώτατο επίπεδο μπορεί να δικαιολογήσει μια επιφάνεια 34 m x 19 m για την κύρια περιοχή (PA). Ο αντίστοιχος αριθμός σημείων πλέγματος είναι τότε 15 x 9.

Principle Area (PA): ο χώρος που απαιτείται για την εκτέλεση ενός συγκεκριμένου αθλήματος. Αυτό σημαίνει την πραγματική επισημασμένη περιοχή «γήπεδο» για το άθλημα (π.χ. ποδόσφαιρο), αλλά σε ορισμένες περιπτώσεις αυτή η περιοχή περιλαμβάνει έναν επιπλέον χώρο γύρω από τη σημειωμένη περιοχή (π.χ. τένις, βόλεϊ κλπ.). Να σημειωθεί ότι, όπως προαναφέρθηκε, οι συγκεκριμένες διαστάσεις της περιοχής πρέπει να ελέγχονται με τον αρμόδιο φορέα οργάνωσης του αθλήματος (π.χ. FIBA) κατά το σχεδιασμό μιας εγκατάστασης φωτισμού.

Total Area (TA): η περιοχή που περιλαμβάνει την κύρια περιοχή (PA) συν μια πρόσθετη περιοχή ασφαλείας έξω από την κύρια περιοχή.

Φωτιστικά LED

Η τεχνολογία των φωτιστικών LED έφερε αλλαγές και βελτιώσεις και στο φωτισμό των αθλητικών εγκαταστάσεων. Τα φωτιστικά υψηλής απόστασης high-bay (εικόνα 2) είναι ίσως ο πιο κοινός



EΙΚΟΝΑ 2: High-bay φωτιστικό LED.



EΙΚΟΝΑ 3: Γραμμικό φωτιστικό LED.



EΙΚΟΝΑ 4: Συμμετρικοί και ασύμμετροι προβολείς LED.



EΙΚΟΝΑ 1: Φωτισμός σχολικού γηπέδου Βόλεϊ με φωτιστικά LED, high-bay.

τύπος φωτιστικών LED που χρησιμοποιούνται σε κλειστά γήπεδα μπάσκετ. Είναι αναρτημένα από την οροφή για να εξασφαλίζεται υψηλή ομοιομορφία φωτός, και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την επισήμανση συγκεκριμένων περιοχών του γηπέδου όπου λαμβάνει χώρα το μεγαλύτερο μέρος της δράσης.

Παρόμοια με τα φωτιστικά high-bay, τα γραμμικά φωτιστικά LED (εικόνα 3) τοποθετούνται και αυτά στην οροφή. Τα γραμμικά LED έχουν μεγαλύτερη γωνία δέσμης, η οποία παρέχει καλύτερη ομοιομορφία, αλλά δεν μπορεί να εστιάσει σε συγκεκριμένα σημεία του γηπέδου, όπως μπορεί ένα φωτιστικό υψηλής απόστασης.

Τέλος, οι συμμετρικοί και ασύμμετροι προβολείς (floodlights) συμβάλλουν σημαντικά στο σωστό φωτισμό των εσωτερικών, αλλά κυρίως των εξωτερικών αθλητικών εγκαταστάσεων (εικόνα 4). Όλα τα προαναφερόμενα φωτιστικά, που είναι κατάλληλα για γήπεδα μπάσκετ, είναι ισχύος 100-400W, με γωνίες δέσμης 15-90°, και κατάλληλα για τοποθέτηση σε ύψη 3-13m. Βέβαια στην αγορά υπάρχει πληθώρα φωτιστικών και οι μελετητές μπορούν να επιλέξουν τα καταλληλότερα, ανάλογα με τις ανάγκες των εκάστοτε έργων.

Εν κατακλείδι

Όλα τα αθλητικά γεγονότα απαιτούν καλό φωτισμό για να επιτυγχάνονται τα καλύτερα δυνατά αποτελέσματα και

να προσφέρουν απόλαυση στους συμμετέχοντες και στους θεατές που παρακολουθούν τον αγώνα είτε στο γήπεδο είτε στην τηλεόραση. Η κάλυψη από τα μέσα, ειδικά η τηλεοπτική κάλυψη, διαδραματίζει ολοένα και πιο σημαντικό ρόλο στα αθλητικά γεγονότα, πράγμα που σημαίνει ότι η ανάγκη για φως δεν είναι μόνο για τους παίκτες και τους θεατές, αλλά και για τις κάμερες, για καλύτερη ποιότητα εικόνας. Τέλος, στο σχεδιασμό φωτισμού των αθλητικών εγκαταστάσεων θα πρέπει να λαμβάνεται μέριμνα ώστε να περιορίζεται ο υπερβολικός φωτισμός, για να μην προκαλείται δυσφορία στους παίκτες, στους θεατές και στους διαιτητές, και φυσικά να μην επηρεάζεται το περιβάλλον (φωτορύπανση).

*Ο κ. Παναγιώτης Α. Κονταξής είναι λέκτορας εφαρμογών στη μονάδα Τεχνολογίας Φωτισμού του Ερευνητικού Κτιριακών και Βιομηχανικών Ενεργειακών Συστημάτων του Τμήματος Ηλεκτρολόγων & Ηλεκτρονικών Μηχανικών, στο Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. The Society of Light and Lighting, Lighting Guide 4: Sports lighting
2. EN 12193-2018, Light and lighting - Sports lighting
3. Football Queensland, Football lighting guide
4. UEFA Stadium Lighting Guide 2023
5. FIVB 2021, Επίσημοι κανονισμοί βόλεϊ 2021-24
6. <https://www.agcled.com/>
7. <https://sportsvenuecalculator.com/>
8. <https://www.stouchlighting.com/>
9. <https://www.thornlighting.com>
10. <https://lumiteam.eu>