



ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΤΟΠΙΟΥ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**«Η διερεύνηση της χρήσης των σχολικών αυλών από μαθητές και ο
ρόλος του θερμικού περιβάλλοντος»**

ΑΝΤΩΝΙΟΣ Ε. ΤΖΩΡΤΖΗΣ

ΑΘΗΝΑ 2019



**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΤΟΠΙΟΥ**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**«Η διερεύνηση της χρήσης των σχολικών αυλών από μαθητές και ο
ρόλος του θερμικού περιβάλλοντος»**

ΑΝΤΩΝΙΟΣ Ε. ΤΖΩΡΤΖΗΣ

ΑΘΗΝΑ 2019

[2]

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**«Η διερεύνηση της χρήσης των σχολικών αυλών από μαθητές και ο
ρόλος του θερμικού περιβάλλοντος»**

ΑΝΤΩΝΙΟΣ Ε. ΤΖΩΡΤΖΗΣ

ΑΘΗΝΑ 2019

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια

Αγγελική Παρασκευοπούλου, Επίκουρη Καθηγήτρια Γ.Π.Α.

Μέλη Εξεταστικής Επιτροπής

Μαρία Παπαφωτίου, Καθηγήτρια Γ.Π.Α.

Αθανάσιος Καμούτσης, Επίκουρος Καθηγητής Γ.Π.Α.

*Η ευθύνη για την προέλευση, την πρωτοτυπία, τη δομή και την απόδοση των
πληροφοριών και στοιχείων που παρουσιάζονται στη μεταπτυχιακή μελέτη, καθώς
επίσης για τυχόν λάθη ή παραλήψεις στις βιβλιογραφικές πηγές, βαρύνει αποκλειστικά
τον συγγραφέα.*

Στην θεία μου Μαρία,
Ιατρός

Ευχαριστίες

Κατά τη διάρκεια της διατριβής μου, είχα την τύχη να γνωρίσω και να συνεργαστώ με αξιόλογους ανθρώπους και επιστήμονες. Γι' αυτό θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους εκείνους οι οποίοι συνέβαλαν ουσιαστικά , άμεσα και έμμεσα στην ολοκλήρωση αυτής της διατριβής.

Θα επιθυμούσα να εκφράσω τις βαθύτατες ευχαριστίες και την εκτίμησή μου προς το πρόσωπο της Επιβλέπουσας / Επίκουρης Καθηγήτριας του Τμήματος Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, κ. Παρασκευοπούλου Αγγελικής. Το ενδιαφέρον της και οι συστάσεις της για της επίλυση προβλημάτων, συνέβαλαν καθοριστικά στην ολοκλήρωση της διατριβής. Η φιλική της στάση απέναντί μου και η επικοινωνία μας όλα αυτά τα χρόνια ήταν εξαιρετική κάνοντας την συνεργασία μας πραγματικά ευχάριστη. Η υποστήριξη, καθοδήγηση, επιμονή και υπομονή της καθώς και η κατανόηση που μου έδειξε τόσο εντός όσο και εκτός του ρόλου της επιβλέπουσας, αποτέλεσαν ακρογωνιαίο λίθο για την εκπλήρωση της παρούσας εργασίας. Κατά τη διόρθωση της μελέτης, οι παρεμβάσεις και η επισήμανση των λαθών βελτίωσαν σημαντικά το τελικά κείμενο.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω θερμά τον Επίκουρο Καθηγητή του Τμήματος Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, κ. Καμούτση Αθανάσιο. Οι χρήσιμες υποδείξεις και συμβουλές του ως προς τον σχολιασμό των εικόνων θερμικής ανάλυσης που διεξήχθη στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας καθώς και η αρωγή του στην λήψη των εικόνων με την χρήση της θερμοκάμερας, αποτέλεσαν πολύτιμους πόρους για να υλοποιηθεί η διατριβή αυτή.

Ευχαριστίες θα ήταν απαραίτητο να δοθούν στην Καθηγήτρια του Τμήματος Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών και Διευθύντρια του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών «Αρχιτεκτονική Τοπίου», κ. Παπαφωτίου Μαρία για τη συμμετοχή, τις συμβουλές και την στήριξή της σε όλα τα θέματα που άπτονται της παρούσας μεταπτυχιακής εργασίας.

Στη συνέχεια, εκτός από τους ανωτέρω, αναγνωρίζοντας τον πολύτιμο ρόλο και την υποστήριξή τους, θα επιθυμούσα να ευχαριστήσω τους συναδέλφους και φίλους

Κατσινίκα Κωνσταντίνο (Υποψήφιος Διδάκτορας Α.Π.Θ.) καθώς επίσης και τις συμφοιτήτριές μου Καλτσίδα Μαρία και Φιλίνη Παναγιώτα Η συμβολή τους κατά της διαδικασία ανάλυσης των δεδομένων και της επιμέλειας του τεύχους, αποτέλεσε ίσως την πρακτικότερη συνεισφορά κατά την διάρκεια εκπόνησης της διατριβής.

Τελευταίους στα πλαίσια υλοποίησης του ερευνητικού μέρους αυτής της εργασίας αλλά σε καμία περίπτωση υποδεέστερους σε αξία ή συνεισφορά, θα επιθυμούσα να ευχαριστήσω τους διευθυντές των σχολείων για την συνεργασία, το ενδιαφέρον και την εμπιστοσύνη που έδειξαν σε εμένα και στους καθηγητές μου για την μελέτη αυτή.

Τέλος, ευχαριστώ την οικογένεια μου για την κατανόηση, υπομονή, ενθάρρυνση και υποστήριξη που μου παρείχαν καθώς και την πίστη τους ως προς το ότι άξιζε να ολοκληρωθεί μια τέτοια προσπάθεια.

Αθήνα, 2019
Αντώνιος Τζώρτζης

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Ευχαριστίες	5
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	10
ABSTRACT	12
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	14

Κεφάλαιο 1. Η έννοια της σχολικής αυλής

1.1 Σχολική αυλή	16
1.1.1 Νομοθετικό πλαίσιο	16
1.1.2 Σχολική αυλή ως περιβαλλοντικό πλαίσιο	18
1.1.3 Σχολική αυλή και περιβαλλοντική εκπαίδευση	20
1.1.4 Σχολική αυλή και αειφόρος ανάπτυξη	22
1.1.5 Σχολική αυλή ως χώρος νοητικών παραστάσεων	23
1.1.6 Σχολική αυλή ως πεδίο επικοινωνίας	24
1.1.7 Σχολική αυλή ως χώρος δραστηριοτήτων	26
1.2 Υφιστάμενη κατάσταση σχολικών αυλών	28
1.2.1 Χαρακτηριστικά γνωρίσματα των σχολικών αυλών στην Ελλάδα και το εξωτερικό	28

Κεφάλαιο 2. Αστικό πράσινο και βιοκλιματικός σχεδιασμός

2.1 Αστικό πράσινο στην Ελλάδα	32
2.2 Επιδράσεις αστικού πρασίνου.....	32
2.2.1 Κοινωνικές επιδράσεις του αστικού πρασίνου	33
2.2.2 Περιβαλλοντική επίδραση	35
2.3 Κλιματική αλλαγή	38
2.4 Βιοκλιματικός σχεδιασμός	43
2.5 Παράγοντες βιοκλιματικού σχεδιασμού	45

Κεφάλαιο 3. Θερμικό περιβάλλον

3.1 Εισαγωγή	48
3.2 Θερμική απεικόνιση	49
3.2.1 Επίγεια θερμική απεικόνιση	50
3.2.2 Θερμική κάμερα και η λειτουργία της	52

3.2.3 Επεξεργασία και εκτίμηση δεδομένων από την θερμική κάμερα.....	53
--	----

Κεφάλαιο 4. Σχεδιασμός σχολικής αυλής. Καθορισμός και λειτουργία της ποιοτικής σχολικής αυλής.

4.1 Η ιστορία σχεδιασμού των σχολικών αυλών	56
4.2 Η έννοια του ποιοτικού χώρου	58
4.3 Βασικές αρχές σχεδιασμού.....	59

Κεφάλαιο 5. Ερευνητικό μέρος

5.1 Κριτήρια επιλογής σχολικών αυλών	64
5.2 Χωρική απεικόνιση της θερμοκρασίας των εξωτερικών επιφανειών σε άλσειους χώρους σχολικών μονάδων	66
5.2.1 Σχολείο 1 (Νηπιαγωγείο, Δημοτικό, Γυμνάσιο, Λύκειο)	66
5.2.2 Συγκρότημα - Σχολείο 2 (Νηπιαγωγείο, 2 Δημοτικά, 2 Γυμνάσια, 2 Λύκεια).85	
5.2.3 Συγκρότημα – Σχολείο 3 (Νηπιαγωγείο, Δημοτικό, Γυμνάσιο, Λύκειο)	111
5.2.3.1 Θερμική απεικόνιση συγκροτήματος υπό συνθήκες συννεφιάς στις 24.05.2017 από 12:00 έως 14:00 LST	111
5.2.3.2 Θερμική απεικόνιση συγκροτήματος με αίθριο καιρό στις 14.06.2017 από 10:00 έως 12:00 LST.	131

Κεφάλαιο 6. Αποτελέσματα μετρήσεων

Σχολείο 1 - Νηπιαγωγείο	156
Σχολείο 1 - Δημοτικό/Γυμνάσιο/Λύκειο	160
Σχολείο 2 – Νηπιαγωγείο	164
Σχολείο 2 – Δημοτικό 1	168
Σχολείο 2 – Δημοτικό 2	172
Σχολείο 2 - Γυμνάσιο 1	176
Σχολείο 2 - Γυμνάσιο 2	180
Σχολείο 2 - Λύκειο 1	183
Σχολείο 2 – Λύκειο 2.....	187
Σχολείο 3 - Νηπιαγωγείο	190
Σχολείο 3 - Δημοτικό	194
Σχολείο 3 - Γυμνάσιο/Λύκειο	199

Συζήτηση – Συμπεράσματα.....	208
Βιβλιογραφία	
Ξενόγλωσση	213
Ελληνική	229
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	
Παράρτημα Πινάκων.....	231
Παράρτημα Φωτογραφιών.....	237

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η σχολική αυλή αποτελεί έναν χώρο για τις υπαίθριες δραστηριότητες των μαθητών τόσο σε εκπαιδευτικό όσο και κοινωνικό επίπεδο. Η σημασία της είναι εξίσου σημαντική όσο και τα σχολικά κτίρια για την συνολική ευημερία των μαθητών αλλά και για την εκπαιδευτική διαδικασία. Μία σωστά σχεδιασμένη σχολική αυλή συμβάλει στην ικανοποίηση των αναγκών των παιδιών για εκπαίδευση, διασκέδαση και κοινωνικές σχέσεις. Επίσης, μπορεί να λειτουργήσει ως ένας χώρος όπου μαθητές με διαφορετικά υπόβαθρα μπορούν να ανακαλύψουν και να λάβουν ερεθίσματα με ασφάλεια.

Η σημερινή όμως εικόνα των ελληνικών σχολικών αυλών χαρακτηρίζεται από την κυριαρχία του τσιμέντου και της ασφάλτου, με την εικόνα των αισθητικά αδρανών, αφιλόξενων χώρων για τη μαθητική κοινότητα. Αποτέλεσμα του συνδυασμού του σχεδιασμού και της εκτεταμένης χρήσης σκληρών δομικών υλικών, είναι η ανάπτυξη υψηλών επιφανειακών θερμοκρασιών και εν συνεχεία, έκθεση σ' αυτές και στη συμβολή δημιουργίας μη ευνοϊκού μικροκλίματος για τους μαθητές – χρήστες. Με τον τρόπο αυτό μειώνεται ή ακόμα χάνεται ο εκπαιδευτικός ρόλος της σχολικής αυλής και μετατρέπεται σε έναν ανοιχτό υπαίθριο χώρο περιορισμένης αίσθησης άνεσης, παροχής, ερεθισμάτων, ασφάλειας και αισθητικής.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να διερευνηθεί πως οι σχεδιαστικές αρχές των σχολικών αυλών επηρεάζουν τόσο την χωρική κατανομή της θερμοκρασίας όσο και την χωρική κατανομή των μαθητών εντός της σχολικής αυλής κατά την διάρκεια των διαλειμμάτων κατά την μεσημβρινές ώρες. Κατά την επεξεργασία των δεδομένων που συλλέχτηκαν από την έρευνα, ο σχολιασμός των εικόνων θερμικής απεικόνισης προσανατολίστηκε σε τρεις πυλώνες. Την επιφανειακή θερμοκρασία των υλικών, μέγεθος του κάθε χώρου σχετικά με τον αριθμό ατόμων που μπορεί να φιλοξενήσει και το είδος των δραστηριοτήτων των μαθητών. Η σχέση αυτών των τριών κριτηρίων μεταξύ τους μπορεί να ερμηνεύσει τη χρήση του χώρου σχετικά με υλικά που τον αποτελούν και αν τα υλικά συμβάλλουν στην δημιουργία ενός ευνοϊκού μικροκλίματος.

Τα αποτελέσματα που διεξήχθησαν από την συγκεκριμένη έρευνα δείχνουν πως οι χαμηλότερες επιφανειακές θερμοκρασίες συγκεντρώνονται σαφώς στις φυτεμένες και σκιασμένες περιοχές με εύρος τιμών θερμοκρασίας 20 -30⁰C, και οι

υψηλότερες στα υλικά κατασκευής της πίσσας, του πλαστικού τάπητα και του πλαστικοποιημένου ταρτάν σε μη σκιαζόμενες θέσεις με εύρος 55⁰C έως και 76⁰C σε ορισμένες περιπτώσεις. Ιδιαίτερα υψηλές θερμοκρασίες σε μη σκιαζόμενες θέσεις καταγράφονται επίσης και σε χώρους επιστρωμένους με υλικό από τσιμέντο (>45⁰C), κυβόλιθους (33⁰C - 37⁰C) και χώμα (26⁰C - 45⁰C). Σε σκιαζόμενες από τις κόμες των δέντρων θέσεις, τα παραπάνω υλικά εμφανίζουν θερμοκρασία έως και 24⁰C χαμηλότερη. Αντίστοιχα, χώροι που βρίσκονται υπό την σκιά τεχνητών στεγάστρων, εμφανίζουν αρκετά υψηλές επιφανειακές θερμοκρασίες συγκριτικά με τις αναμενόμενες διότι τα υλικά κατασκευής των στεγάστρων συγκέντρωναν θερμοκρασίες που ξεπερνούσαν και τους 50⁰C.

Η αξιοποίηση των παραπάνω αποτελεσμάτων στο σχεδιασμό των σχολικών αυλών μπορεί να συμβάλει στην βελτίωση του μικροκλίματος και τα χρήση αυτών ικανοποιώντας τις ανάγκες των μαθητών για εκπαίδευση, αναψυχή και κοινωνική συναναστροφή.

Επιστημονική περιοχή : Αρχιτεκτονική Τοπίου

Λέξεις Κλειδιά: σχολική αυλή, θερμική απεικόνιση, θερμικό περιβάλλον, επιφανειακή θερμοκρασία, σκληρά υλικά

ABSTRACT

The school yard is an area the student outdoor activities at both educational and social level. It's significance is as important as the school buildings for the overall well-being of students and the educational process. A well-designed school yard helps to satisfy children's needs for education, entertainment and social relationships. It can also function as a place where students with different backgrounds can discover and receive stimulus safely.

Generally, Greek school yards are characterized by the dominance of cement and asphalt, that constitute them aesthetically idle and inhospitable spaces for the student community. The current combination of design and extensive use of hard materials, contributes in creating non-favorable microclimatic conditions for students – users and results in the development and exposure of students to high surface temperatures. Under these conditions the educational role of the school yard is reduced or even lost and transformed into open spaces with limited sense of comfort, opportunities, stimuli, safety and aesthetics.

The purpose of this work is to investigate by using thermal illustrations and observation surveys, the current effect of school yard design on the spatial distribution of both the surface temperatures of the various materials used and activities of students during break times at noon. The analysis of the collected data of thermal illustration was based on three pillars: the surface temperature of the materials, the relative size of each space in relation to the number of students the space can host at the same time, and the type of student activities. The above pillars could determine the use of space in relation to the materials used.

The results carried out by this research show that lower surface temperatures are clearly concentrated in planted and shaded areas with a temperature range of 20-30⁰C, and the highest in surfaces of bitumen, synthetic turf and laminated tartan in non-shaded positions with a range of 55⁰C up to 76⁰C in some cases. Particularly high temperatures in non-shaded locations are also found in areas coated with concrete (45⁰C), concrete paving blocks (33⁰C-37⁰C) and earth (26⁰C-45⁰C). In shaded locations by the canopy of groups of trees, surface temperatures of the above hard

materials reduced by 24⁰C. Respectively, spaces created under the shade of synthetic roofs, exhibit relatively high surface temperatures exceeding 50⁰C.

Considering the above results in the design of schoolyards could help improve the microclimate and use of school yards and as well as student needs for education, entertainment and social interaction

Scientific Area: Landscape Architecture

Keywords: school yard, thermal illustration, thermal environment, surface temperature, hard materials

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα εργασία με θέμα «Η διερεύνηση της χρήσης των σχολικών αυλών από μαθητές και ο ρόλος του θερμικού περιβάλλοντος» πραγματοποιήθηκε στο Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, στα πλαίσια του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών «Αρχιτεκτονική Τοπίου».

Ένας από τους λόγους που αποφάσισα να ασχοληθώ με την συγκεκριμένη μεταπτυχιακή εργασία ήταν αφενός η πρόταση της Καθηγήτριάς μου κ. Παρασκευοπούλου και αφετέρου, η επιθυμία μου να μελετήσω και να αντιληφθώ την επίδραση του μικροκλίματος των σχολικών αυλών στους μαθητές. Σημαντικό κίνητρο αποτέλεσε η σημερινή εικόνα των σχολικών αυλών στην Ελλάδα οι οποίες χρήζουν αναδιαμόρφωσης φιλικότερης προς το περιβάλλον αλλά και τους χρήστες.

Η σημαντικότητα της σχολικής αυλής στην εκπαιδευτική και όχι μόνο διαδικασία είναι αδιαμφισβήτητη. Μέσα σε ένα σωστά διαμορφωμένο σχολικό αύλειο χώρο, δίνεται η δυνατότητα στους μαθητές να κοινωνικοποιηθούν, να αθληθούν με ασφάλεια, να παίξουν και να ανακαλύψουν. Αντίστοιχα, δίνεται η δυνατότητα και στους δασκάλους να δραστηριοποιούνται και εκτός της σχολικής τάξης μετατρέποντας έτσι την διαδικασία της μάθησης περισσότερο ενδιαφέρουσα, βιωματική και συνεπώς αποτελεσματικότερη.

Στόχος είναι μέσω της Αρχιτεκτονικής Τοπίου να επαναφέρουμε τη φύση μέσα στις πόλεις και να αποτελεί ένα αναπόσπαστο κομμάτι του αστικού τοπίου. Αναδιαμορφώνοντας τις σχολικές αυλές με τα κατάλληλα δομικά υλικά, καθιστικούς χώρους, ασφαλείς χώρους άθλησης και μεγάλες επιφάνειες πρασίνου, αφενός αυτό θα συμβάλει στην βελτίωση του μικροκλίματος των αστικών περιοχών, αφετέρου θα οδηγήσει σε καθοριστικές αλλαγές στον τρόπο εκπαίδευσης και μόρφωσης.

Κεφάλαιο 1

Η έννοια της σχολικής αυλής

1.1 Σχολική αυλή

Η σχολική αυλή συνιστά έναν χώρο για τις υπαίθριες δραστηριότητες των μαθητών που μπορεί να επηρεάσει τον τρόπο που τα παιδιά παίζουν και δρουν. Η σημασία της είναι εξίσου σημαντική όσο και τα σχολικά κτίρια για την συνολική ευημερία των μαθητών. Ένας από τους κυριότερους λόγους που καθίστανται οι σχολικές αυλές τόσο σημαντικές είναι το γεγονός ότι όλα τα παιδιά έχουν πρόσβαση σε αυτές. Μια σωστά σχεδιασμένη σχολική αυλή συμβάλει στην ικανοποίηση των αναγκών των παιδιών για εκπαίδευση, διασκέδαση και κοινωνικές σχέσεις. Επίσης, μπορεί να λειτουργήσει ως ένας χώρος όπου παιδιά με διαφορετικά υπόβαθρα μπορούν να παίζουν και να διασκεδάσουν με ασφάλεια.

1.1.1 Νομοθετικό πλαίσιο

Η σχετική με τις προδιαγραφές κατασκευής των ελληνικών σχολείων νομοθεσία είναι ασαφής και την ευθύνη των έργων έχει αναλάβει ο Οργανισμός Σχολικών Κτιρίων (ΟΣΚ). Σε σχέση με τις προδιαγραφές κατασκευής των σχολικών αύλειων χώρων ο ΟΣΚ (2008) δίνει ορισμένες γενικές κατευθύνσεις των Βασικών Αρχών για Διδακτήρια όλων των Βαθμίδων Εκπαίδευσης, χωρίς ωστόσο αυτές να είναι δεσμευτικές:

- Αναφορικά με τη χωροθέτηση του κτιρίου μέσα στο οικόπεδο δίνεται η οδηγία: *Να εξασφαλίζεται αύλειος χώρος προστατευμένος από τον βορρά.*
- Σε σχέση με τη πρόσβαση στον αύλειο χώρο: *Δυνατότητα εισόδου στον αύλειο χώρο από δύο σημεία. Απαραίτητη η πρόσβαση αυτοκινήτου μέσα στον αύλειο χώρο μέχρι και την είσοδο του κτιρίου (μεταφορά βιβλίων, ασθενοφόρο κλπ.).*
- Σε σχέση με την προσέγγιση των κτιριακών εγκαταστάσεων: *Δυνατότητα προσέγγισης όλων των κτιρίων του διδακτηρίου καθώς και του αυλείου χώρου για άτομα με κινητικά προβλήματα, με ράμπες και ανελκυστήρες.*
- Σε σχέση με τον φωτισμό του αυλείου χώρου προβλέπεται η περιφερειακή στο κτίριο τοποθέτηση εξωτερικών προβολέων. Σε μη επαρκή φωτισμό των γύρω

δρόμων συνιστάται περιφερειακός φωτισμός του αυλείου χώρου με ενεργοποίηση τους μέσω φωτοκυττάρων ή χρονοδιακοπών. Η ύπαρξη γηπέδου μπάσκετ- βόλεϊ συνεπάγεται τον επαρκή φωτισμό του με φώτα προπόνησης, αλλά με ηλεκτρολογική εγκατάσταση φωτισμού κανονικών αγώνων.

Περαιτέρω, ο οδηγός μελετών (ΟΣΚ, 2008) για τις προδιαγραφές σχεδιασμού του αύλειου χώρου συστήνει να λαμβάνονται υπόψη το μέγεθος του οικοπέδου, οι τυχόν υψομετρικές διαφορές και η βαθμίδα της σχολικής εκπαίδευσης στην οποία απευθύνεται. Ιδιαίτερη σημασία δίνεται στην Αρχιτεκτονική του τοπίου, βασική λειτουργία της οποίας είναι η δημιουργία και η διατήρηση της αισθητικής του αύλειου χώρου του σχολείου. Η αισθητική αυτή σχετίζεται με την σύνθεση μιας αρμονικής εικόνας του χώρου με φυτά, δομικά υλικά και τις λειτουργίες που εξυπηρετεί ο χώρος.

Επιπρόσθετα, ο χώρος της σχολικής αυλής πρέπει να περιλαμβάνει τις εξής ενότητες: χώρο αυλισμού – συγκεντρώσεων, χώρο για ανάπαυση, χώρο για παιχνίδια, χώρο πρασίνου και χώρο εκδηλώσεων.

Η επιφάνεια του *χώρου αυλισμού-συγκεντρώσεων* σχετίζεται με το μέγεθος του οικοπέδου και την αριθμητική δύναμη των μαθητών. Η επιστροφή του γίνεται με αντιολισθητικά υλικά είτε χρωματιστών πλακών είτε με άλλο τύπου δάπεδο. Ιδιαίτερη μέριμνα γίνεται για την κατάλληλη θέση τοποθέτησης του ιστού της σημαίας, ύψους 3,00m, με μέγεθος σημαίας 2,50x3,00m. Σε περίπτωση που το οικόπεδο είναι γωνιακό ή βλέπει σε κεντρικές οδούς πρέπει να τοποθετείται ένας επιπλέον ιστός με σημαία σε σημείο που να προσδιορίζει τον χαρακτήρα του κτιρίου.

Ως *χώρος ανάπαυσης* μπορούν να θεωρηθούν διάσπαρτοι μικροί χώροι με παγκάκια, πέργκολες και πράσινο περιβάλλοντα χώρο. Για την προφύλαξη από τα καιρικά φαινόμενα συστήνεται η ύπαρξη στεγασμένων χώρων διαλλείματος.

Οι *χώροι παιχνιδιών* αφορούν κυρίως τους αθλητικούς χώρους, με γήπεδα μπάσκετ-βόλεϊ και εάν δύναται με γήπεδα χάντμπολ, τένις και λοιπόν αθλημάτων και κερκίδων. Απαραίτητη είναι η ύπαρξη βρυσών πόσιμου ύδατος, με τουλάχιστον μία από αυτές προσεγγίσιμη για άτομα με κινητικά προβλήματα.

Ιδιαίτερη προσοχή δίνεται στους *χώρους πρασίνου* της σχολικής αυλής. Στην περίμετρο του οικοπέδου συστήνεται η τοποθέτηση υψηλής και πυκνής βλάστησης ώστε να προστατεύονται οι μαθητές από την ηχορύπανση των δρόμων. Προτείνεται οι χώροι πρασίνου να ακολουθούν ελεύθερες καμπύλες που είναι συμβατές με τη φυσική βλάστηση και δίνουν τη δυνατότητα για δημιουργία διαδρόμων, θάμνων και

συστάδων πράσινου. Οι χώροι πράσινου πρέπει να αποτελούνται από τρία οπτικά λειτουργικά και αισθητικά επίπεδα: α) το επίπεδο του χλοοτάπητα, β) το επίπεδο των θάμνων που με τα διάφορα ύψη των φυτών τους δημιουργούν κλειστούς ή ημίκλειστους χώρους, και γ) το επίπεδο των δέντρων, για τη δημιουργία σκιασμένων χώρων και οριοθετημένης πορείας. Θεωρείται αναγκαία η παρουσία μικρών λοφίσκων και νερού (λιμνούλες), τόσο για την αισθητική απόλαυση που προσφέρουν όσο και για την ισορροπία που επιφέρουν μεταξύ του φυσικού στοιχείου και των ανθρώπινων λειτουργιών και δραστηριοτήτων. Ιδιαίτερα το νερό, προκαλεί την ανάδειξη ποικίλων συναισθημάτων και ποικιλίας εικόνων.

Η ύπαρξη ενός χώρου εκδηλώσεων εξαρτάται από τις δυνατότητες που παρέχει το οικόπεδο, με την τοποθέτηση ενός κυκλικού ή ημικυκλικού θεάτρου με κερκίδες από σκυρόδεμα, για την φιλοξενία των σχολικών εκδηλώσεων και της ευρύτερης κοινότητας.

Μια επιπλέον ενότητα του αύλειου χώρου είναι οι θέσεις στάθμευσης αυτοκινήτων, εφόσον δεν δύναται η τοποθέτηση τους στο υπόγειο του διδακτηρίου, σε ίσο αριθμό με τις αίθουσες διδασκαλίας. Θα πρέπει να υπάρχει πρόβλεψη για μια θέση στάθμευσης για ΑΜΕΑ με τις κατάλληλες διαστάσεις και την απαραίτητη σήμανση.

1.1.2 Σχολική αυλή ως περιβαλλοντικό πλαίσιο

Η ύπαρξη του περιβάλλοντος της σχολικής αυλής μπορεί να αποκτήσει νόημα μόνο όταν συνδέεται με την καθημερινή χρήση της από τους εκπαιδευτικούς και τους μαθητές και με τις καθημερινές μαθησιακές διεργασίες. Για την επίτευξη του ρόλου αυτού, είναι απαραίτητη η σύνδεση της με τα παιδιά και η μετατροπή της σε ένα περιβάλλον όπου τα παιδιά έχουν πλήρη συμμετοχή και απασχόληση. Σύμφωνα με τον Chatterjee (2005), ένα φιλικό προς τα παιδιά περιβάλλον είναι αυτό που *«προωθεί την εξερεύνηση και την πραγματοποίηση πολυάριθμων αναγκών των διαφόρων δραστηριοτήτων και κοινωνικών αλληλεπιδράσεων, προσφέρει ευκαιρίες για περιβαλλοντική μάθηση και ικανότητα, διαμορφώνοντας τα φυσικά χαρακτηριστικά του τόπου μέσα από την επαναλαμβανόμενη χρήση και προωθώντας την συμμετοχή των παιδιών στη φροντίδα και διατήρηση του, επιτρέπει στα παιδιά να εκφραστούν ελεύθερα*

στη δημιουργία και στον έλεγχο των εδαφών και των ειδικών τόπων, και προστατεύει τα μυστικά και τις δραστηριότητες των παιδιών από τραυματισμούς» (σελ. 17).

Όπως υποδεικνύουν τα παραπάνω κριτήρια, οι φυσικές πτυχές ενός περιβάλλοντος παίζουν μόνο ένα μικρό ρόλο στον εννοιολογικό προσδιορισμό ενός φιλικού προς τα παιδιά περιβάλλοντος. Ως εκ τούτου, για να καταστεί δυνατή μια στενή σύνδεση των παιδιών με το περιβάλλον της σχολικής αυλής θα πρέπει αυτό να εισαχθεί στην καθημερινότητα των παιδιών. Σύμφωνα με τις έρευνες, ορισμένοι παράγοντες που συνεισφέρουν στην διασύνδεση της σχολικής αυλής με τις μαθησιακές διεργασίες και τις καθημερινές δραστηριότητες είναι (Atmodiwirjo, 2013): η αντιμετώπιση του ρόλου της σχολικής αυλής από τη διεύθυνση και τους εκπαιδευτικούς του σχολείου και στην από μέρους τους ανάπτυξη μαθησιακών προγραμμάτων σε σχέση με αυτή, ο χωρικός σχεδιασμός του περιβάλλοντος της σχολικής αυλής και διάφοροι άλλοι εξωτερικοί παράγοντες όπως ο καιρός.

Συνήθως οι σχολικές αυλές λειτουργούν ως ένα συμπλήρωμα των εσωτερικών χώρων ενός σχολείου. Ωστόσο, ο καθορισμός των ιδιοτήτων και χρήσεων τους εξαρτάται από τον τρόπο που τις ενσωματώνουν στις καθημερινές δραστηριότητες των μαθητών οι εκπαιδευτικοί και οι διευθυντές του σχολείου. Είναι αυτοί που θα καθορίσουν κατά πόσο η σχολική αυλή θεωρείται κυρίως ως ένας μη ενσωματωμένος στο σχολείο συμπληρωματικός χώρος ή ως αναπόσπαστο μέρος των μαθησιακών χώρων. Σύμφωνα με τον Titman (1994), η σχολική αυλή μπορεί να καταστεί ένα περιβάλλον του «*κρυμμένου προγράμματος σπουδών*», το ίδιο σημαντικό όσο και τα υπόλοιπα προγράμματα σπουδών εντός των επίσημων μαθησιακών χώρων. Οι Malone και Tranter (2003), θεωρούν ότι στην πραγματικότητα, ο τρόπος που οι διευθυντές βλέπουν τη σημασία των σχολικών αυλών ως ένα περιβάλλον για εξωτερική μάθηση σχετίζεται με τον βαθμό που θεωρούν ότι οι μαθητές θα ωφεληθούν από αυτό.

Σημαντικός είναι και ο ρόλος των «φυλάκων» που διαδραματίζουν οι εκπαιδευτικοί καθώς είναι αυτοί που ορίζουν τις καθημερινές μαθησιακές διεργασίες και αποφασίζουν για την έξοδο των μαθητών στη σχολική αυλή (Copeland et al., 2012). Ως προς αυτό, είναι απαραίτητο οι εκπαιδευτικοί να είναι ενήμεροι για τον ρόλο των φυσικού περιβάλλοντος του σχολείου και να είναι ικανοί να το χρησιμοποιήσουν αποτελεσματικά στις μαθησιακές διεργασίες (Lackney, 2008). Ως εκ τούτου, είναι σημαντικό οι εκπαιδευτικοί να διαθέτουν τέτοιου είδους δεξιότητες ώστε να προωθήσουν τη χρήση των σχολικών αυλών στην περιβαλλοντική μάθηση,

διαφορετικά οι σχολικές αυλές θα καταστούν παραμελημένες και αποσυνδεδεμένες από τις υπόλοιπες μαθησιακές δραστηριότητες.

Ο ρόλος των σχολικών αυλών ως περιβαλλοντικών πλαισίων μάθησης είναι σε συνάρτηση και με τα φυσικά τους χαρακτηριστικά. Όπως υπέδειξαν οι Ozdemir και Yilmaz (2008), υπάρχει μια άμεση σχέση μεταξύ της ποιότητας των σχολικών αυλών και των φυσικών δραστηριοτήτων των μαθητών. Ο βαθμός της παρουσίας βλάστησης στις σχολικές αυλές καθορίζει και τον χρόνο που θα δαπανηθεί σε αυτές κατά τη διάρκεια των διαλειμμάτων (Arbogast et al., 2009). Η έρευνα του Samborski (2010), έδειξε ότι οι σχολικές αυλές με την περισσότερη βιοποικιλότητα συνδεόταν με την ποικιλομορφία και τις περισσότερο προσανατολισμένες προς την φύση δραστηριότητες των μαθητών, καθώς και με την πολυπλοκότερη χρήση του εξωτερικού περιβάλλοντος. Επίσης, η ποιότητα των χώρων και των συστατικών των σχολικών αυλών, όπως και ο χωρικός σχεδιασμός και η προσβασιμότητα τους έχουν σημαντικό ρόλο στον καθορισμό τους ως σημαντικών περιβαλλοντικών μαθησιακών πλαισίων.

Η χρήση των σχολικών αυλών για τις υπαίθριες δραστηριότητες και τις εκπαιδευτικές διεργασίες των μαθητών εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό και από τις καιρικές συνθήκες. Όπως φαίνεται, η χρήση τους τείνει να αυξάνεται κατά τις θερμότερες και να μειώνεται κατά τις ψυχρότερες εποχές, καθώς τα παιδιά τείνουν να είναι πιο δραστήρια το καλοκαίρι (Silva et al., 2011), ενώ το ψυχρό κλίμα και ο βροχερός καιρός συνιστούν εμπόδια για τις υπαίθριες δραστηριότητες τους (Brockman et al., 2011, Dymont, 2005). Ωστόσο, ο ρόλος των σχολικών αυλών ως ένα περιβαλλοντικό πλαίσιο μάθησης οφείλει να δίνει τη δυνατότητα στους μαθητές να αλληλεπιδρούν με τα διάφορα στοιχεία όπως αυτά αλλάζουν από εποχή σε εποχή.

1.1.3 Σχολική αυλή και περιβαλλοντική εκπαίδευση

Σήμερα, για την αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών ζητημάτων και προβλημάτων είναι επιτακτική η ανάγκη ανάπτυξης μιας περιβαλλοντικής εκπαίδευσης. Ιδιαίτερα σημαντική είναι μια περιβαλλοντική εκπαίδευση σε πρώιμα στάδια της εκπαίδευσης, ώστε να αναπτυχθεί η έγκαιρη ευαισθητοποίηση, ενημέρωση και φροντίδα προς το περιβάλλον. Για να υποστηριχθεί η περιβαλλοντική

εκπαίδευση στα δημοτικά σχολεία είναι απαραίτητη η επαρκής πρόσβαση για την αλληλεπίδραση των μαθητών με τις διάφορες περιβαλλοντικές πτυχές.

Οι σχολικές αυλές μπορούν εύκολα να αποτελέσουν πιθανές πηγές διαφόρων δραστηριοτήτων στην προσπάθεια κατανόησης του περιβάλλοντος. Καθώς αποτελούνται από διάφορα συστατικά, τόσο φυσικά όσο και τεχνητά, μπορούν να λειτουργήσουν ως δυναμικά μικρο-περιβάλλοντα μάθησης για την αναπαράσταση ενός μεγαλύτερης κλίμακας περιβάλλοντος. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό στις αστικές περιοχές, όπου οι ευκαιρίες για την αλληλεπίδραση των παιδιών με την φύση είναι περιορισμένες, καθιστώντας την σχολική αυλή ως ιδιαίτερα σημαντική στην ανάπτυξη της περιβαλλοντικής ευαισθητοποίησης και γνώσης των παιδιών (Atmodiwirjo, 2013).

Σε γενικές γραμμές, οι έρευνες έχουν δείξει πόσο σημαντικός είναι ο ρόλος των σχολικών αυλών στη γενική ανάπτυξη του παιδιού (Fjortoft & Sageie, 2000, Wells, 2000). Όσο αναφορά στη μαθησιακή διεργασία της περιβαλλοντική μάθησης, οι Malone και Tranter (2003), θεωρούν ότι οι σχολικές αυλές προσφέρουν τη δυνατότητα των «υπαίθριων αιθουσών διδασκαλίας», παρέχοντας διάφορους μαθησιακούς πόρους για ποικίλες περιβαλλοντικές πτυχές. Όπως αναφέρουν οι Wohlwill και Heft (1987), η σχολική αυλή έχει μεγάλο ρόλο στην ανάπτυξη της αισθητηριακής διέγερσης, δράσης και αντίδρασης, απαραίτητα χαρακτηριστικά για την καλλιέργεια της δέσμευσης του παιδιού με τη φύση και την απόκτηση περιβαλλοντικής γνώσης.

Το σχολείο μπορεί να αναπτύξει ένα μαθησιακό πρόγραμμα σπουδών στο οποίο η σχολική αυλή να χρησιμοποιείται ως ένα πεδίο για επιστημονική και περιβαλλοντική μάθηση (McKendrick, 2005). Με τον ανάλογο σχεδιασμό, η σχολική αυλή μπορεί να καταστεί ένας χώρος εκμάθησης ενός ζωντανού βιότοπου και διαφόρων περιβαλλοντικών διεργασιών, όπως και ανάπτυξης μιας περιβαλλοντικής συνείδησης και ευαισθητοποίησης (Education Development Center, 2000).

Σύμφωνα με τους Dahlgren και Szczepanski (1998), οι κυριότεροι στόχοι της εκπαίδευσης στις σχολικές αυλές είναι οι μαθητές *«να δημιουργήσουν, μέσα από δραστηριότητες και εμπειρίες στο υπαίθριο περιβάλλον, γνώσεις και στενές επαφές με τη φύση, τη κουλτούρα και την κοινωνία»* (σελ.51). Ως εκ τούτου, η κυριότερη έμφαση αυτής της περιβαλλοντικής εκπαιδευτικής προσέγγισης είναι η διδασκαλία και μάθηση διαφόρων θεμάτων εκτός της σχολικής τάξης, καθώς μέσα από την επαφή των μαθητών με το περιβάλλον, μπορεί να αυξηθεί η μάθηση και να

ενδυναμωθούν οι σχέσεις με την γύρω φύση και την κοινότητα. Οι Higgins και Nicol (2002) οραματίστηκαν το «*Εύρος και τον Σκοπό της Υπαίθριας Εκπαίδευσης*» που περιλαμβάνει τρεις αλληλοσυνδεδεμένες διαστάσεις: «υπαίθριες δραστηριότητες», «περιβαλλοντική εκπαίδευση» και «προσωπική και κοινωνική ανάπτυξη».

Ταυτόχρονα, η βιωματική μάθηση που αναπτύσσεται στις σχολικές αυλές έχει έναν σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη της οικολογικής συνείδησης των μαθητών. Οι Sandell et al. (2005) αναφέρουν ότι «*η οικολογική γνώση του πώς λειτουργούν τα φυσικά συστήματα και πώς αυτά επηρεάζονται από την ανθρώπινη παρέμβαση συνιστούν απαραίτητες πτυχές της βάσης των διαφορών αποφάσεων στη συνεχιζόμενη κοινωνική ανάπτυξη*» (σελ.91). Ως εκ τούτου, οι εμπειρίες και η γνώση που αποκτούν οι μαθητές από αυτήν την αλληλεπίδραση με τη φύση επηρεάζουν την μελλοντική τους συμπεριφορά και την οικολογική τους συνείδηση. Αυτό καταδεικνύει τη σημαντικότητα της οικολογικής μάθησης ως μέρος της υπαίθριας εκπαίδευσης στα σχολεία.

1.1.4 Σχολική αυλή και αειφόρος ανάπτυξη

Το 2005, η UNESCO καθόρισε την Δεκαετία του ΟΗΕ για την Εκπαίδευση και την Αειφόρο Ανάπτυξη 2005-2014 (UN Decade of Education for Sustainable Development-UNDESD). Οι στόχοι του UNDESD είναι «*η ενσωμάτωση των εγγενών αξιών της αειφόρου ανάπτυξης σε όλες τις πτυχές της μάθησης για να ενθαρρύνει τις αλλαγές στη συμπεριφορά επιτρέποντας μια πιο βιώσιμη και δίκαιη κοινωνία για όλους*» (UNESCO, 2007). Οι δηλώσεις αυτές υποδεικνύουν την ανάγκη της ενσωμάτωσης της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης σε όλες τις πτυχές της καθημερινής μάθησης και σε όλα τα επίπεδα εκπαίδευσης.

Σύμφωνα με την UNESCO (2012), όλα τα εκπαιδευτικά προγράμματα πρέπει να εξετάζουν πέντε βασικές αρχές για την αντιμετώπιση της αειφορίας: «*μαθαίνοντας να αποκτούν γνώση, μαθαίνοντας να πράττουν, μαθαίνοντας να ζουν μαζί, μαθαίνοντας να είναι και μαθαίνοντας να μετασχηματίζουν τον εαυτό τους και την κοινωνία*». Στη συνέχεια της δήλωσης αναφέρεται ότι «*η εκπαίδευση είναι ένας από τους κύριους διαθέσιμους μηχανισμούς των κυβερνήσεων και των κοινωνιών για να επιφέρουν τον κοινωνικό μετασχηματισμό και έτσι να δημιουργήσουν πιο σταθερές, ισότιμες και ανθεκτικές κοινωνίες*».

Μια από τις κύριες ιδέες της αειφόρου ανάπτυξης στην εκπαίδευση είναι η ολιστική προσέγγιση της μάθησης. Σε σχέση με την εκπαίδευση των δημοτικών σχολείων αυτό συνεπάγεται ότι οι ανάγκες της μάθησης θα πρέπει να αντιμετωπίζονται διεπιστημονικά και όχι κατατεμημένες σε διάφορα θέματα (Sandell et al., 2005). Επιπρόσθετα, προβλέπει ότι το περιεχόμενο του μαθήματος πρέπει να *«εξετάζει θέματα που μπορούν να δώσουν μία εικόνα των παγκόσμιων, των περιφερειακών και τοπικών πτυχών της αειφόρου ανάπτυξης, όπως επίσης των προβλημάτων που σχετίζονται με τις ζωές των μαθητών και της κοινωνίας στην οποία ζουν»* (Sandell et al. 2005, σελ.192). Περαιτέρω, μέσα από την ολιστική προσέγγιση, δίνεται η δυνατότητα σε κάθε κλάδο να συμβάλλει στην εκπαίδευση για την αειφόρο ανάπτυξη και συνεπώς *«η αειφόρος ανάπτυξη πρέπει να ενσωματωθεί στα υφιστάμενα θέματα και να ενισχυθεί η σχέση μεταξύ των φυσικών και των κοινωνικών επιστημών»* (Sandell et al. 2005, σελ.192).

Σε συνάρτηση με την ολιστική προσέγγιση της εκπαίδευσης για την αειφόρο ανάπτυξη, η υπαίθρια εκπαίδευση των μαθητών έχει ως κύριο στόχο *«να δημιουργήσουν, μέσα από δραστηριότητες και εμπειρίες στο υπαίθριο περιβάλλον, γνώσεις και στενές επαφές με τη φύση, τη κουλτούρα και την κοινωνία»* (Dahlgren & Szczepanski, 1998, σελ.51). Καθώς οι σχολικές αυλές είναι αναπόσπαστο τμήμα των εκπαιδευτικών ιδρυμάτων, οφείλουν να χρησιμοποιούνται ως μαθησιακοί χώροι περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, ώστε να προωθήσουν και να διατηρήσουν την αειφόρο ανάπτυξη.

1.1.5 Σχολική αυλή ως χώρος νοητικών παραστάσεων

Είναι γνωστό ότι οι νοητικές αναπαραστάσεις ενός περιβάλλοντος σχετίζονται με διάφορες μεταβλητές όπως η ηλικία, το φύλο, οι οικονομικές συνθήκες, η επίδραση των μέσων μαζικής ενημέρωσης και η περιβαλλοντική εκπαίδευση (Gardner, 1995). Η σημερινή κατάσταση μεγάλου μέρους των σχολικών αυλών δημιουργούν τροχοπέδη στην ανάπτυξη των νοητικών αναπαραστάσεων των παιδιών. Όπως αναφέρει ο Slee (1995), *«όλο και πιο συχνά το περιβάλλον των σχολικών αυλών είναι θαμπό και αδιάφορο με λίγα στοιχεία ικανά να προσελκύσουν το ενδιαφέρον και την φαντασία των παιδιών»* (σελ. 320). Σύμφωνα με τον Rivkin (1995) και Higgins (1994), η πλήξη που προκαλούν οι σχολικές αυλές είναι από τους σημαντικότερους παράγοντες που συμβάλλουν στην εμφάνιση αντικοινωνικών συμπεριφορών των

παιδιών κατά τη διάρκεια των διαλλειμάτων, καθώς ένα παιδί που βαριέται μπορεί να θεωρήσει διασκεδαστικό να πειράζει, να εκφοβίζει και να ενοχλεί άλλα παιδιά, ακόμη και τους επιβλέποντες εκπαιδευτικούς.

Όταν το περιβάλλον της σχολικής αυλής παρέχει ελάχιστες ευκαιρίες για τη συμμετοχή των παιδιών σε δραστηριότητες που να τις απολαμβάνουν τότε καθίσταται ψυχρό και ανιαρό. Όπως δείχνουν οι έρευνες, τα παιδιά προτιμούν τις σχολικές αυλές που παρέχουν ένα πλήθος δραστηριοτήτων που τα επιτρέπει να αλλάζουν, να χειρίζονται και να προσαρμόζουν τα στοιχεία τους (Groves & Mason, 1993), όπως και αυτούς που περιέχουν δέντρα, φυτά, σκιασμένες και με γρασίδι περιοχές και πολλά επίπεδα και μέρη που να μπορούν να σκαφαλώνουν, να εξερευνούν, να ριψοκινδυνεύουν, να παίζουν με την άμμο, τη λάσπη και το νερό (Titman, 1994).

Ο Rafferty (1999) παρακολούθησε την αλλαγή της αυλής ενός σχολείου 200 μαθητών που συνιστούσε μια «μη χαρακτηριζόμενη, μεγάλη περιοχή ασφάλτου». Το σχολικό συμβούλιο αποφάσισε να στηρίξει την μετατροπή του χώρου αυτού με βάση τις απόψεις και τις προτάσεις των παιδιών. Τα παιδιά θεωρούσαν την σχολική αυλή ως βαρετή, επικίνδυνη και με φαινόμενα εκφοβισμού, σεξισμού και αντικοινωνικών συμπεριφορών. Τα παιδιά προτείνανε διάφορους τρόπους για την αλλαγή του περιβάλλοντος, όπως η μεγαλύτερη πρόσβαση σε εξοπλισμό (σχοινιά, μπάλες, τοίχους ανάβασης) και την ύπαρξη περιοχών με χλοοτάπητα για να μπορούν να κάθονται, να παίζουν ή να προστατεύονται από τις καιρικές συνθήκες.

Όπως συνιστούν πολλοί σχεδιαστές παιδικών χαρών (Alexander et al., 1995, Freeman 1995, Moore, 1995, Rivkin 1995, Nabhan & Trimble 1994, Titman 1994) τα σχολεία της προσχολικής και της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης πρέπει να έχουν φυσικά περιβάλλοντα όπως κήπους, λίμνες, θάμνους κλπ., όπως συνιστούν τα παραδείγματα σχολικών αυλών που μεταμορφώθηκαν σε περισσότερο ειρηνικούς χώρους. Σύμφωνα με την προσέγγιση των προβλημάτων που προκύπτουν από τις σχολικές αυλές, πρέπει να λαμβάνεται μέριμνα για την βελτίωση του περιβάλλοντος ώστε να προσφέρει στα παιδιά περισσότερες ευκαιρίες για δημιουργικό παιχνίδι.

1.1.6 Σχολική αυλή ως πεδίο επικοινωνίας

Τα παιχνίδια και οι υπόλοιπες δραστηριότητες στις σχολικές αυλές διαδραματίζουν έναν κρίσιμο ρόλο στην ανάπτυξη της επικοινωνίας, των φιλικών

σχέσεων και στη δημιουργία ομάδων μεταξύ των μαθητών κατά τη διάρκεια των διαλειμμάτων, καθώς μαθητές από διαφορετικές τάξεις έχουν την ευκαιρία να συναντηθούν. Έτσι, η σχολική αυλή παρέχει τον χρόνο για την μάθηση σημαντικών κοινωνικών δεξιοτήτων, όπως η επικοινωνία ή ακόμη και οι στρατηγικές αποφυγής συγκρούσεων. Με δεδομένο το γεγονός της δυσκολίας των παιδιών να συναντηθούν μεταξύ τους εκτός του σχολείου, οι σχολικές αυλές μπορεί να συνιστούν το κύριο πλαίσιο για τη δημιουργία και ανάπτυξη επικοινωνίας και φιλικών σχέσεων (Blatchford & Baines, 2006).

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι με τους οποίους οι δραστηριότητες στην σχολική αυλή μπορούν να έχουν έναν κοινωνικό ρόλο στις σχέσεις μεταξύ των μαθητών, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια των σχολικών χρόνων του δημοτικού. Ένας κύριος ρόλος των σχολικών αυλών είναι ότι μπορεί να λειτουργήσουν ως μια υποστηρικτική κοινωνική βάση των κοινωνικών αλληλεπιδράσεων των μαθητών που δεν γνωρίζονται μεταξύ τους. Το παιχνίδι στις σχολικές αυλές μπορεί να υποστηρίξει και να δώσει την αιτία για επικοινωνία και γνωριμία των μαθητών. Η εγγενής κινητήριος φύση του παιχνιδιού μπορεί να προσελκύσει τα παιδιά, συμβάλλοντας στη δημιουργία φιλικών δεσμών και στην πρόσβαση σε μια κοινή και ομότιμη κουλτούρα των μαθητών (Davies, 1982). Τα παιχνίδια και η επικοινωνία κατά τη διάρκεια των διαλειμμάτων στις σχολικές αυλές συμβάλλουν στην ταυτοποίηση των παιδιών ως ομάδα και αντιπροσωπεύουν τα μέσα ανάπτυξης της κοινωνικής κατανόησης μεταξύ των μαθητών.

Παρά το γεγονός ότι οι δραστηριότητες στις σχολικές αυλές κρύβουν τον κίνδυνο ενίσχυσης των διαφορών μεταξύ των ομάδων, μπορούν ωστόσο να λειτουργήσουν και ως γέφυρα εξομάλυνσης των διαφορών, όπως για παράδειγμα μεταξύ των διαφορετικών εθνικών ομάδων (Sabini, 1992). Οι υπαίθριες δραστηριότητες που αναπτύσσονται στις σχολικές αυλές και δίνουν τη δυνατότητα ανάπτυξης της επικοινωνίας μεταξύ των μαθητών, μπορεί να καταστούν ένας περισσότερο επιτυχής τρόπος για την επίτευξη μιας «αληθινής» και διαρκούς ολοκλήρωσης, σε σχέση με τις τεχνητές και επιβαλλόμενες από τους ενήλικες παρεμβάσεις μέσα στην τάξη, που είναι σχεδιασμένες για την γεφύρωση μεταξύ των διαφορετικών εθνοτικών ομάδων (Baines & Blatchford, 2011). Επίσης, τα παιχνίδια και οι δραστηριότητες των σχολικών αυλών παρέχουν τις δυνατότητες για την κοινωνική εξερεύνηση που μπορεί να οδηγήσει στην ανάπτυξη νέων κοινωνικών σχέσεων. Παρομοίως, δίνουν τη δυνατότητα για την διερεύνηση των νέων

κοινωνικών σχέσεων με το αντίθετο φύλο. Αυτή η διαφυλετική αλληλεπίδραση αντανακλά τις ανάγκες για τη μάθηση και εξερεύνηση του αντίθετου φύλου και δρα ως προοίμιο της μετέπειτα ενήλικης ανάπτυξης κοινωνικών σχέσεων (Thorne, 1993).

1.1.7 Σχολική αυλή ως χώρος δραστηριοτήτων

Σύμφωνα με τον Piaget (1962), το παιχνίδι κατά τη διάρκεια των πρώιμων σχολικών χρόνων σχετίζεται με τις αρχές της επιχειρησιακής σκέψης, με την οποία τα παιδιά αρχίζουν να λαμβάνουν υπόψη τους τις εναλλακτικές προοπτικές, να ελέγχουν τις απόψεις και τις επιθυμίες τους και να υιοθετούν μια συμπεριφορά ώστε να συμμορφωθούν με τους κοινωνικά οριοθετημένους κανόνες του παιχνιδιού.

Οι δραστηριότητες και τα παιχνίδια που αναπτύσσονται στη σχολική αυλή σχετίζονται άμεσα με την ηλικία των μαθητών. Όπως αναφέρει ο Piaget (1962), κατά την πρώιμη σχολική ηλικία, το παιχνίδι των παιδιών συνιστά μια μίμηση του παιχνιδιού των μεγαλύτερων σε ηλικία παιδιών, ώστε να αισθάνονται μέρος μιας μεγαλύτερης σε μέγεθος και ηλικία κοινωνικής ομάδας, και όχι μια επιθυμία συμμετοχής ή συνεργασίας με τους συμπαίκτες τους. Κατά τη διάρκεια της περιόδου αυτής, το παιδί είτε υιοθετεί τους κανόνες του παιχνιδιού είτε δημιουργεί δικούς του σύμφωνα με το συμφέρον του. Κατά την μέση παιδική ηλικία, οι δραστηριότητες και τα παιχνίδια τείνουν να καθίστανται μια ολοένα και περισσότερο κοινωνική δραστηριότητα, με αύξηση του αριθμού των παικτών και της μεταξύ τους αλληλεπίδραση. Στην ηλικία αυτή, η κυριαρχία του παιχνιδιού της πρώιμης παιδικής ηλικίας συνοδεύεται από την ανάγκη της φιλίας και της κοινωνικής συνομιλίας (Hartup, 1996).

Οι έρευνες αναφορικά με τους τύπους των παιχνιδιών και της δραστηριότητας των παιδιών στις σχολικές αυλές δείχνουν την ύπαρξη μιας ζωντανής και πολύπλοκης κοινωνικότητας (Bishop & Curtis, 2001, Opie & Opie, 1969). Όπως έδειξαν οι έρευνες του Blatchford (1998) και Blatchford et al. (2003), υπάρχουν τρεις κύριοι τύποι δραστηριοτήτων των παιδιών στη σχολική αυλή, με όλες σχεδόν να περιλαμβάνουν την αλληλεπίδραση μεταξύ των μαθητών: συζήτηση, λεκτικό παιχνίδι (στατικά παιχνίδια φαντασίας) και ενεργά παιχνίδια (παιχνίδια με μπάλα και κυνηγητό, κρυφτό, αγώνες ταχύτητας, άλματος, λεκτικά παιχνίδια με τα χέρια και

παιχνίδι με υλικά). Τα ευρήματα αυτά συμφωνούν με την θεωρία των Pellegrini et al. (2004), ότι τα παιδιά παίζουν όλο και πιο σύνθετα σε κανόνες παιχνίδια.

Σε σχέση με την επίδραση των υλικών και των χώρων των σχολικών αυλών στις φυσικές δραστηριότητες των παιδιών, φαίνεται ότι οι σχολικές αυλές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης τείνουν να εμφανίζονται ως άγονοι χώροι. Ωστόσο, στις ηλικίες αυτές μπορεί να υπάρχουν και κοινωνικές διεργασίες που μπορεί να αποθαρρύνουν το παιχνίδι. Τα μεγαλύτερα σε ηλικία παιδιά έχουν τη δυνατότητα επηρεασμού των παιχνιδιών και παίζουν σε σχέση με το τι είναι και τι θεωρείται «κατάλληλο» για αυτά (Blatchford, 1998).

Οι έρευνες έχουν δείξει ότι υπάρχει και διαφορά μεταξύ των δύο φύλων στο είδος των φυσικών δραστηριοτήτων τους, με τα αγόρια να τείνουν να εμπλέκονται σε σωματικά έντονη δραστηριότητα (Maccoby, 1998, Pellegrini, 2005, Rubin et al., 1983) και τα κορίτσια να προτιμούν περισσότερο λεκτικές δραστηριότητες (Maccoby, 1998). Η έρευνα του Spencer (1999) έδειξε ότι τα αγόρια (7-8 και 10-11 χρόνων) ήταν πιο πιθανό να συμμετέχουν σε σωματικά έντονα παιχνίδια φαντασίας, παιχνίδια με κάρτες ή με μπάλα και επιθετικότητας και ανταγωνισμού και να δέχονται έντονες παρατηρήσεις για πειθαρχία από τους ενήλικες. Αντίθετα, τα κορίτσια συμμετείχαν περισσότερο σε συνομιλίες και λεκτικά παιχνίδια, δείχνοντας μια μεγαλύτερη θετική συμπεριφορά. Με την πάροδο του χρόνου υπήρξαν ελάχιστες αλλαγές, αλλά το ενδιαφέρον εστιαζόταν στον διπλασιασμό του χρόνου συμμετοχής των κοριτσιών (από 6% σε 12%) σε παιχνίδια με μπάλα, επιβεβαιώνοντας την άποψη του Piaget ότι μεγαλώνοντας, τα παιχνίδια κανόνων γίνονται δημοφιλή τόσο για τα κορίτσια όσο και για τα αγόρια.

Σε σχέση με τις διαφορές μεταξύ των δύο φύλων στα παιχνίδια φαντασίας, ο Pellegrini (2005) θεωρεί ότι τα κορίτσια συμμετέχουν πιο συχνά σε αυτά κατά την πρώιμη σχολική ηλικία. Αντίθετα, η έρευνα του Spencer (1999) έδειξε ότι τα αγόρια συμμετέχουν πιο συχνά από τα κορίτσια σε παιχνίδια φαντασίας ακόμη και στην ηλικία των 10 με 11 χρόνων. Στα αγόρια, τα παιχνίδια αυτά στηρίζονται σε τηλεοπτικούς ήρωες και σε σωματική δραστηριότητα (ηλεκτρονικά παιχνίδια, ταινίες, κινούμενα σχέδια), ενώ στα κορίτσια τα παιχνίδια φαντασίας τείνουν να είναι περισσότερο καθιστικά και στάσιμα, συνδυάζοντας τηλεοπτικούς χαρακτήρες με θέματα φροντίδας και οικιακών εργασιών (Holland, 2003).

1.2 Υφιστάμενη κατάσταση σχολικών αυλών

Όπως αναφέρει η Ταμουτσέλη (2000), στην Ελλάδα ο σχεδιασμός των σχολικών αυλών εξακολουθεί να ακολουθεί το αναχρονιστικό μοντέλο της συμβατικής δασκαλοκεντρικής μεθόδου, στην οποία η εκπαίδευση στηρίζεται στην παραδοσιακή διδασκαλία εντός της «τάξης». Συνέπεια αυτού είναι η υποτίμηση του εκπαιδευτικού ρόλου της σχολικής αυλής, παρά το γεγονός ότι σχεδόν το 1/5 του συνολικού σχολικού χρόνου των μαθητών δαπανείται στην σχολική αυλή. Η σημερινή εικόνα των ελληνικών σχολικών αυλών χαρακτηρίζεται από την κυριαρχία του τσιμέντου και της ασφάλτου, με την εικόνα των αισθητικά αδρανών, αφιλόξενων και εχθρικών χώρων για τη μαθητική κοινότητα (Παπαϊωάννου et al., 2015). Η εικόνα ενός τέτοιου εχθρικού και δύσκαμπτου περιβάλλοντος μπορεί να οδηγήσει στην υιοθέτηση αρνητικών στάσεων των μαθητών απέναντι του, αποτρέποντας τη λειτουργία του ως εκπαιδευτικού περιβάλλοντος (Παπαϊωάννου et al., 2015).

1.2.1 Χαρακτηριστικά γνωρίσματα των σχολικών αυλών στην Ελλάδα και το εξωτερικό

Στο σύνολο τους, οι περισσότερες σχολικές αυλές μοιάζουν μεταξύ τους, έχοντας κάποιες μόνο παραλλαγές σε σχέση με τις μοναδικές πτυχές της εκάστοτε σχολικής κοινότητας και το οικολογικό ή γεωγραφικό πλαίσιο της γειτονιάς τους. Η εικόνα των συμβατικών σχολικών αυλών είναι ιδιαίτερα ανησυχητική, κυρίως στα αστικά σχολεία, με τη μεγαλύτερη επιφάνεια τους να είναι καλυμμένη με ασφαλτο (Danks – Gamson, 2014).

Οι σχολικοί αύλειοι χώροι στην Βόρεια Αμερική χαρακτηρίζονται από έλλειψη βλάστησης και από την επικράτηση των σκληρών επιφανειών, κυρίως με ασφαλτο. Παρά το γεγονός της εμφάνισης πολλών πρωτοβουλιών σε πολλές πόλεις (Οντάριο, Λονδίνο) για το «πρασίνισμα» των σχολικών αυλών, τα δέντρα που χρησιμοποιούνται είναι κυρίως ενδημικά φυλλοβόλα είδη, τα οποία απλά πρασινίζουν κατά τις εαρινές εποχές, ενώ απουσιάζει η χρήση καλλωπιστικών δέντρων, με ποικιλοχρωμία κατά την ανθοφορία τους, εξαιτίας των προβλημάτων που δημιουργούν κατά τη περίοδο καρποφορίας τους. Επιπρόσθετα, κάποιες προσπάθειες ανάπτυξης καινοτόμων προγραμμάτων που περιλάμβαναν τη φύτευση βρώσιμων

φυτών, όπως οπωφόρα δέντρα και λαχανικά, δεν μπόρεσαν να καρποφορήσουν (Paddle & Gilliland, 2016).

Μία από τις κυριότερες λειτουργίες των «παραδοσιακών» σχολικών αυλών είναι η χρήση τους για παιχνίδι και φυσικές δραστηριότητες κατά τη διάρκεια των διαλειμμάτων, με τα ζητήματα της ασφάλειας να έχουν την πρώτη προτεραιότητα (Malone & Tranter, 2003, Titman, 1994). Ως εκ τούτου, η λειτουργικότητα τους εξαρτάται από την ανάγκη της επίβλεψης και της φύλαξης των μαθητών από τους εκπαιδευτικούς. Συνέπεια αυτού είναι ότι σε όλη τη διάρκεια της παραμονής των παιδιών στη σχολική αυλή απαιτείται η επίβλεψη από τους εκπαιδευτικούς ή από άλλα μέλη του προσωπικού του σχολείου.

Ένα άλλο χαρακτηριστικό της παραδοσιακής ιδέας των σχολικών αυλών είναι η προώθηση των δραστηριοτήτων των μαθητών, η ενεργή δημιουργικότητα και η εύκολη συντήρηση τους. Έτσι, πολύ συχνά αποτελούνται από μια εκτεταμένη ασφαλοστρωμένη επιφάνεια που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για διάφορες αθλητικές δραστηριότητες (Danks, 2010, Schumacher, 2010). Ωστόσο, οι επιφάνειες αυτές της ασφάλτου είναι από τις κυριότερες αιτίες πρόκλησης «τραυματισμών από χτυπήματα και πρόσκρουση» (Danks, 2010). Συνεχίζοντας, ο Danks (2010) θεωρεί ότι αυτές οι «παραδοσιακές σχολικές αυλές δεν μπορούν να προσφέρουν μεγάλο εύρος δημιουργικού χώρου παιχνιδιού και είναι σχεδόν εξ' ολοκλήρου συνδεδεμένες με τα οργανωμένα παιχνίδια και τις κατασκευές για τα επαναλαμβανόμενα, φυσικά παιχνίδια αναρρίχησης» (σελ.7).

Σε μια έρευνα του Titman (1994) σε σχέση με τον σχεδιασμό των σχολικών αυλών, οι μαθητές θεωρούσαν ότι «το μόνο πράγμα που έπρεπε να κάνουν στην σχολική αυλή ήταν να περιφέρονται, να κνηγιούνται μεταξύ τους ή να παίζουν οργανωμένα παιχνίδια που εξαρτιόταν κυρίως από τον επικρατών χώρο» (σελ.59). Συνεπώς, προωθείται η λειτουργία του σχολικού χώρου ως ένα μέρος για τα διαλείμματα και για άφθονη φυσική δραστηριότητα σε σύντομο χρονικό διάστημα. Έτσι, ενώ οι μαθητές χρησιμοποιούσαν συστηματικά τη σχολική αυλή για ομαδικά παιχνίδια ή παρόμοιες δραστηριότητες, ωστόσο ήταν πολλοί που θεωρούσαν την ασφάλτινη επιφάνεια ως «γκρίζα, μαύρη, βαρετή και άσχημη», ενώ αντίθετα τα φυσικά περιβάλλοντα είχαν μεγαλύτερο βαθμό εκτίμησης.

Ένα άλλο χαρακτηριστικό των παραδοσιακών σχολικών αυλών είναι οι σταθερές κατασκευές για παιχνίδι. Ένα πλεονέκτημα των κατασκευών αυτών είναι ότι συναντούν τα εθνικά πρότυπα ασφαλείας, αλλά ωστόσο το υποκείμενο έδαφος τα

καθιστά σε πολλές περιπτώσεις απαγορευτικά. Ένα ενδιαφέρον εύρημα είναι ότι παρότι πολλές σχολικές αυλές διαθέτουν πράσινο, στις περισσότερες περιπτώσεις η χρήση του είναι περιορισμένη (Rentsch, 2013). Αυτές οι περιορισμένες δυνατότητες χρήσης των σχολικών αυλών δείχνουν ότι στην πραγματικότητα δεν ανταποκρίνονται στις ανάγκες των παιδιών.

Οι περισσότερες σχολικές αυλές πολύ σπάνια παρέχουν τους χώρους που θα επιτρέψουν στα παιδιά να αναπτύξουν νοητικές παραστάσεις και δραστηριότητες. Όπως αναφέρει ο Titman (1994), *«οι τεχνητές επιφάνειες χλοοτάπητα δεν δημιουργούν μια αίσθηση περιπέτειας ή μυστηρίου, και δύσκολα προκαλούν τη περιέργεια των μαθητών, καθώς οι παραδοσιακές σχολικές αυλές δεν είναι σχεδιασμένες για την υπαίθρια διανοητική εκπαίδευση»* (σελ. 7). Ακόμη και οι σχολικές αυλές που διαθέτουν, για παράδειγμα, ζωγραφισμένα αριθμητικά παιχνίδια, σπανίως χρησιμοποιούνται σε σύνδεση με την επίσημη εκπαίδευση (Dahlren & Szczepanski, 1998).

Ένα άλλο εύρημα σε σχέση με τις παραδοσιακές σχολικές αυλές είναι η σχέση τους με τα υπόλοιπα οικοδομήματα. Τις περισσότερες φορές είναι συνέχεια των σχολικών κτιρίων και δύσκολα μπορούν να θεωρηθούν ως υπαίθριοι χώροι. Συνέπεια αυτού είναι να χρησιμοποιούνται αποκλειστικά ως ένας χώρος για τα διαλείμματα και κάποιες φυσικές δραστηριότητες, αποκλεισμένες από τη δυνατότητα χρήσης τους ως ένας χώρος περιβαλλοντικής μάθησης (Rentsch, 2013).

Κεφάλαιο 2

Αστικό πράσινο και βιοκλιματικός σχεδιασμός

2.1 Αστικό πράσινο στην Ελλάδα

Όπως έχει δείξει η ευρωπαϊκή εμπειρία, οι πόλεις της μεσογείου υστερούν σημαντικά σε πράσινες αστικές επιφάνειες σε σύγκριση με τις πόλεις των χωρών της κεντρικής και βόρειας Ευρώπης. Μεγάλο ρόλο στη διαφορά αυτή έχει η διαφορά του κλίματος μεταξύ των χωρών. Ωστόσο, είναι πολλές και οι μεσογειακές πόλεις που περιλαμβάνουν μεγάλες εκτάσεις πράσινου (Μπελαβίλας & Βαταβάλη, 2009).

Στην περίπτωση των ελληνικών πόλεων, φαίνεται ότι υστερούν σημαντικά στην αναλογία του αστικού πράσινου συγκριτικά με τις υπόλοιπες ευρωπαϊκές πόλεις. Τα δεδομένα από την καταγραφή του ΥΠΕΧΩΔΕ (1994) έδειξαν ότι η Αθήνα βρίσκεται στις τελευταίες θέσεις του ευρωπαϊκού καταλόγου, με αναλογία 2,55 m² ανά κάτοικο και η Θεσσαλονίκη με μόλις 2,73 m² χώρου πρασίνου. Οι αναλογίες αυτές, όχι μόνο υστερούν σε πολύ μεγάλο βαθμό σε σχέση με τα θεσμοθετημένα πρότυπα της ελληνικής νομοθεσίας, αλλά συνιστούν και μια τραγική εικόνα έναντι των άλλων χωρών. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι οι πόλεις της βόρειας και κεντρικής Ευρώπης, της Ιρλανδίας και της Βρετανίας κυμαίνονται σε ποσοστά από 16% έως και 46% αστικών πράσινων εκτάσεων, που αντιστοιχούν από 38 m² έως και 246 m² ανά κάτοικο (Fuller & Gaston, 2009).

Παρά το γεγονός ότι από την τελευταία επίσημη καταγραφή του 1994 έχουν περάσει 24 χρόνια, τα ελληνικά ποσοστά εμφανίζουν ακόμη μεγαλύτερη μείωση, καθώς αντί να ακολουθηθεί η τάση των υπόλοιπων ευρωπαϊκών χωρών σε σχέση με τους αστικούς πράσινους χώρους, αντιθέτως έχει μειωθεί το αστικό πράσινο και ένα μεγάλο μέρος των διαθέσιμων ελευθέρων χώρων οικοδομήθηκε, ενώ ταυτόχρονα υπήρξε και αύξηση του πληθυσμού.

2.2 Επιδράσεις αστικού πρασίνου

Το αστικό πράσινο συνιστά μία όαση μέσα στις πόλεις, προσφέροντας τεράστια οφέλη στην αστική αειφόρο ανάπτυξη μέσα από τις περιβαλλοντικές και κοινωνικές επιδράσεις του (Wheeler & Beatley, 2002).

2.2.1 Κοινωνικές επιδράσεις του αστικού πρασίνου

Η ύπαρξη του αστικού πρασίνου έχει μια σειρά από άμεσες αλλά και έμμεσες επιδράσεις στους πολίτες των αστικών κέντρων σε όλα τα επίπεδα της καθημερινότητας τους.

Δυνατότητες ψυχαγωγίας και αναψυχής

Η ύπαρξη χώρων αστικού πρασίνου δίνει τη δυνατότητα στους κατοίκους των πόλεων να ξεφύγουν από τις πολεοδομικές διεργασίες και τις εκτεταμένες οικιστικές περιοχές, προσφέροντας ευκαιρίες για διασκέδαση και αναψυχή (Briffett, 2001). Επιπρόσθετα, τα χρώματα, τα σχήματα και οι υφές από τα διαφορετικά είδη φυτών παρέχουν μια αισθητική ομορφιά που ποικίλει αναλόγως των καιρικών συνθηκών, της εποχής ακόμη και της ώρας της ημέρας (Miller, 2007). Όπως δείχνουν πολλές εμπειρικές έρευνες, οι αστικοί πράσινοι χώροι παρέχουν μια ιδιαίτερη αισθητική ομορφιά και απόλαυση στους κατοίκους (Jim & Chen, 2006, Tyrvainen et al., 2003), η οποία δεν περιορίζεται μόνο στην οπτική εμπειρία. Τα αρώματα που αναδίδουν τα φυτά και οι ήχοι που προκαλούνται από την κίνηση των φυλλωμάτων τους δημιουργούν μια αίσθηση γαλήνης (Smardon, 1988).

Επίδραση στη σωματική υγεία

Η διατήρηση των ανοικτών αστικών πρασίνων έχει σημαντική θετική επίδραση στη φυσική υγεία και την ευημερία των κατοίκων της πόλης. Οι θετικές επιδράσεις στη σωματική υγεία είναι αποτέλεσμα της συχνής επαφής με τα πράσινα περιβάλλοντα (Hill, 2002). Ο Ulrich (1984) έδειξε ότι οι ασθενείς που είχαν πρόσβαση σε παράθυρα με θέα πράσινους χώρους είχαν ταχύτερη αποκατάσταση σε σύγκριση με τους ασθενείς που βλέπανε μόνο τοίχους. Οι Vries et al. (2003), ερευνώντας τη σχέση μεταξύ της σωματικής υγείας και των πράσινων χώρων, έδειξαν μια θετική επίδρασή τους στη προώθηση των συνθηκών υγείας. Τα ίδια τα χαρακτηριστικά των πράσινων περιβαλλόντων προσελκύουν τους κατοίκους να συμμετέχουν σε εξωτερικές φυσικές δραστηριότητες, συνιστώντας περαιτέρω μια προληπτική επίδραση των καταστάσεων υγείας. Όπως έδειξαν οι έρευνες η

αλληλεπίδραση των κατοίκων με τα πράσινα περιβάλλοντα βοηθάει στην ελάττωση εμφάνισης καρδιαγγειακών προβλημάτων, σακχαρώδη διαβήτη και ορισμένων τύπων καρκίνου (Folsom et al., 2000, Manson et al., 2002), στην μείωση της αρτηριακής πίεσης (Hartig et al., 2003), καθώς και στην επίτευξη μακροζωίας (Tanaka et al., 1996).

Επίδραση στην ψυχολογική υγεία

Οι θετικές επιδράσεις του αστικού πράσινου στην ψυχολογική ευεξία των κατοίκων των πόλεων έχει καταδειχθεί από πολλές μελέτες (Orsega-Smith et al., 2004, Τεο, 1997). Όπως αναφέρουν οι Kellert and Wilson (1993), οι άνθρωποι είναι συνδεδεμένοι με την έννοια της «βιοφιλίας», υποδεικνύοντας την αδιαχώριστη σχέση τους με τη φύση, και η επαφή τους με αυτή συνιστά την ουσία της ψυχολογικής ευημερίας. Οι ψυχολογικές αποκρίσεις μπορούν να είναι ποικίλες ανάλογα με τα διαφορετικά πράσινα περιβάλλοντα, δίνοντας τη δυνατότητα για εμπειρίες ανάτασης και συναισθηματικής ανακούφισης (Korpela & Hartig, 1996). Φαίνεται ότι η επαφή με τους πράσινους χώρους μπορεί να θετικοποιήσει τα αρνητικά συναισθήματα, τη ψυχική κόπωση και την επιθετικότητα (Kuo & Sullivan, 2001). Παράλληλα, σε μία αστική πόλη με συνωστισμό, ηχορύπανση και άγχος, το αστικό πράσινο δίνει τη δυνατότητα για μια διαφυγή και αναπλήρωση των ψυχικών δυνάμεων.

Κοινωνική αλληλεπίδραση

Τα πολύβουα και πολυσύχναστα αστικά κέντρα συνιστούν τροχοπέδη στην δυνατότητα ανάπτυξης μιας ουσιαστικής κοινωνικής αλληλεπίδρασης, περιορίζοντας την μόνο σε παραγωγικού τύπου κοινωνικές επικοινωνίες (Coley et al., 1997). Αντίθετα, οι αστικοί πράσινοι χώροι δίνουν τη δυνατότητα για μια ήρεμη και ουσιαστική κοινωνική επαφή, καθώς συνιστούν περισσότερο προτιμώμενους χώρους κοινωνικής αλληλεπίδρασης. Όπως έδειξαν οι Kweon et al., (1998), σε πόλεις με δυνατότητα πρόσβαση σε πράσινους χώρους οι ηλικιωμένοι εμφάνιζαν περισσότερους κοινωνικούς δεσμούς σε σύγκριση με τα άλλα αστικά περιβάλλοντα. Επιπλέον, η συχνή χρήση από τους κατοίκους των εξωτερικών πράσινων χώρων μπορεί να δημιουργήσει μια αίσθηση κοινότητας (Kearney, 2006).

Δυνατότητες διδασκαλίας

Οι περιοχές αστικού πράσινου μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εξωσχολική διδασκαλία των μαθητών. Όπως έδειξαν οι Chen και Jim (2008), η έκθεση των παιδιών σε χώρους πρασίνου δίνει τη δυνατότητα για την αίσθηση της διαφορετικότητας, διεγείροντας τη φαντασία και την εφευρετικότητα τους, βελτιώνοντας την αυτό-πειθαρχία και τη φυσική δραστηριότητα (Taylor et al., 2001, 2002), οι θετικές επιδράσεις των οποίων μεταφέρονται και στις αποδόσεις των μαθητών μέσα στη τάξη. Επιπρόσθετα, η διδασκαλία των μαθητών σε ένα φυσικό περιβάλλον δίνει την ευκαιρία για την ανάπτυξη της περιβαλλοντικής μάθησης, μέσα από μαθήματα φυσικής, οικολογίας, βλάστησης και ζωολογίας (Zhou & Rana, 2012).

Στο επίπεδο της ίδιας της πόλης, η ύπαρξη χώρων αστικού πράσινου δίνει έναν ιδιαίτερο χαρακτήρα ακόμη και της ίδιας της ταυτότητας της πόλης, συνιστώντας ένα ελκυστικό χαρακτηριστικό που προσελκύει την προσοχή. Χαρακτηριστικό παράδειγμα συνιστά το «σχέδιο της πράσινης κορδέλας» της πόλης του Χιούστον για τη προώθηση της αειφόρου ανάπτυξης, που κατέστησε την πόλη τουριστικό αξιοθέατο και της προσέδωσε μια περιφερειακή ταυτότητα (Lockwood, 1999).

2.2.2 Περιβαλλοντική επίδραση

Οι αστικοί πράσινοι χώροι έχουν άμεση επίδραση στη βελτίωση της ποιότητας του αέρα μέσα από την ελάττωση της αστικής θερμοκρασίας και συνεπώς των αρνητικών επιδράσεων του παραγόμενου θερμού αέρα. Επιπλέον, τα φυτά του αστικού πράσινου απορροφούν το διοξείδιο του άνθρακα και μεγάλες ποσότητες βρόχινου νερού, βελτιώνοντας το αστικό κλίμα και μειώνοντας τις πιθανότητες πλημμύρων.

Επίδραση στη θερμοκρασία

Οι αστικές περιοχές είναι ιδιαίτερα ευάλωτες στις επιδράσεις της υπερϊόδους ακτινοβολίας και στα κύματα καύσωνα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα συνιστά ο καύσωνας που έπληξε το Λονδίνο το 2003 και αύξησε τη θνησιμότητα σε περίπου 43% (Johnson et al., 2005). Οι περιοχές του αστικού πρασίνου, μέσα από τον κύκλο αναπνοής και φωτοσύνθεσης, παρέχουν σκίαση και ψύχρανση του αέρα, μειώνοντας

τις αρνητικές επιδράσεις της ηλιακής ακτινοβολίας (Grimmond & Oke, 1991). Επιπρόσθετα, η θερμοκρασία που επικρατεί στις περιοχές με αστικό πράσινο είναι περίπου κατά 1ο °C χαμηλότερη από τις υπόλοιπες αστικές περιοχές, και ακόμη και το καλοκαίρι μπορεί να μειώσει τις ενεργειακές ανάγκες για κλιματισμό στις γύρω περιοχές (Yu & Hien, 2006).

Τα φυτά και τα δέντρα του αστικού πράσινου, μέσα από την διεργασία της δέσμευσης του άνθρακα, απορροφούν και αποθηκεύουν το διοξείδιο του άνθρακα, βοηθώντας στη σημαντική ελάττωση των συγκεντρώσεων του στην αστική ατμόσφαιρα. Συνολικά, οι ποσότητες του διοξειδίου του άνθρακα που δεσμεύονται από τους πράσινους αστικούς χώρους είναι μεγαλύτερες από αυτές που αποδεσμεύονται κατά την αποσύνθεσή τους. Ωστόσο, σημαντικό ρόλο στη διεργασία αυτή έχει ο σχεδιασμός και η συστηματική συντήρησή τους (Nowak et al., 2013, Nowak & Crane, 2002). Παραδείγματος χάριν, ένας σχεδιασμός πράσινου χώρου «τύπου δάσους», με πολλά δέντρα και χωμάτινη κάλυψη του εδάφους, έχει σαφώς μεγαλύτερη απορροφητική ικανότητα διοξειδίου του άνθρακα σε σχέση με ένα σχεδιασμό «τύπου πάρκου», με λίγα δέντρα και συχνή κοπή του γρασιδιού (Strohbach et al., 2012).

Ποιότητα του αέρα

Ο αστικός ατμοσφαιρικός αέρας είναι επιβαρυνμένος από μικροσκοπικά σωματίδια (PM) και αέρια όπως το όζον (O₃), το διοξείδιο του αζώτου (NO₂) και το διοξείδιο του θείου (SO₂), συνέπεια των βιομηχανικών και των κυκλοφοριακών εκπομπών ρύπων. Η ρύπανση αυτή του αέρα έχει βλαβερές επιπτώσεις στην καρδιαγγειακή και αναπνευστική υγεία των κατοίκων της πόλης (Pope et al., 1995, 2002). Σε παγκόσμιο επίπεδο, έχει υπολογιστεί ότι η έκθεση σε κακής ποιότητας ατμοσφαιρικό αέρα προκαλεί περίπου 3.7 εκατομμύρια θανάτους κάθε χρόνο (WHO, 2014).

Τα δέντρα και τα φυτά του αστικού πράσινου, μέσα από τη δέσμευση των σωματιδίων και των αερίων από τους πόρους των φυλλωμάτων τους, μπορούν να βελτιώσουν την ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα. Ιδιαίτερα, φυτά και δέντρα (όπως τα πεύκα) με σύνθετα, ραβδωτά ή τριχωτά φυλλώματα, τείνουν να συλλαμβάνουν μεγαλύτερη ποσότητα αυτών των σωματιδίων σε σχέση με τα πλατιά και ομαλότερα φυλλώματα (Beckett et al., 2000, Räsänen et al., 2013, Smith et al., 2005). Ωστόσο,

και τα ίδια τα φυτά απελευθερώνουν αέρια (πτητικές οργανικές ενώσεις, VOCs) που κάτω από ορισμένες συνθήκες μπορούν να σχηματίσουν ενώσεις O₃ και PM (Owen et al., 2003). Επιπλέον, η παρουσία ψηλών και πυκνών δέντρων σε μια σχετικά στενή περιοχή μπορεί να επιδεινώσουν την ρύπανση του αέρα, εξαιτίας της τεχνητής παρεμπόδισης της κυκλοφορίας του (Buccolieri et al., 2009, Vos et al., 2013).

Όμβρια ύδατα και πλημμύρες

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται στις αστικές περιοχές για τη κατασκευή των οδοστρωμάτων είναι αδιαπέραστα από τη βροχή, με συνέπεια σε περιόδους έντονων βροχοπτώσεων το νερό αυτό να συσσωρεύεται και όταν η αποστράγγιση του παρεμποδιστεί να οδηγεί στην εμφάνιση πλημμυρικών φαινομένων (Pauleit & Duhme, 2000). Η παρουσία πράσινων αστικών περιοχών δίνει τη δυνατότητα για την απορρόφηση και αποθήκευση των βρόχινων υδάτων και τη μείωση του όγκου αποροής αυτών. Επιπρόσθετα, η φύτευση δέντρων σε περιοχές με κοιλώματα και διαπερατά εδάφη ή σε εδάφη που επιτρέπουν την εκτεταμένη ανάπτυξη ριζών, μπορούν να αυξήσουν την απορροφητική ικανότητα των όμβριων υδάτων αποτρέποντας περαιτέρω τις πλημμύρες (Asadian & Weiler, 2009).

Μία άλλη ευεργετική επίδραση του αστικού πράσινου είναι η διατήρηση και προστασία της ποιότητας του νερού. Μια επίπτωση της εμφάνισης των πλημμυρών είναι η παράσυρση των ρύπων του εδάφους και η μεταφορά τους σε υδατορρέυματα. Συνέπεια αυτού είναι η ρύπανση των φυσικών υδάτων των ποταμών, των ρευμάτων και των λιμνών με κίνδυνο την περαιτέρω επιμόλυνση των εγκαταστάσεων ύδρευσης (Ellis, 1991).

Ζωικό βασίλειο

Η βλάστηση των αστικών πάρκων μπορεί να φιλοξενήσει πολλά είδη άγριων ζώων και πτηνών, ακόμη και ειδών που είναι σπάνια ή απειλούνται. Τόσο τα μεγάλα αστικά πάρκα και οι δασώδεις περιοχές, όσο και οι μικρές περιοχές αστικού πράσινου, είναι σε θέση να υποστηρίξουν την διαβίωση μιας σειράς φυτών, πτηνών και εντόμων (Cornelis & Hermy, 2004). Όπως δείχνουν οι έρευνες, οι κάτοικοι των πόλεων προτιμούν να επισκέπτονται και να περνούν χρόνο σε πράσινους χώρους με υψηλό επίπεδο βιοποικιλότητας και είναι διατεθειμένοι ακόμη και να πληρώσουν για

να δουν τον πλούτο των φυτών, των πτηνών και των ασπόνδυλων (Dallimer et al., 2014). Επιπλέον, η διασύνδεση των αστικών πράσινων περιοχών, τόσο μεταξύ τους όσο και με τις γύρω περιοχές της υπαίθρου, έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία πράσινων διαδρομών και «νησίδων» άγριας ζωής διευκολύνοντας τη διακίνηση ζώων, πτηνών και εντόνων και εμποδίζοντας την απομόνωση και τον κατακερματισμό της άγριας ζωής (Rouquette et al., 2013).

2.3 Κλιματική αλλαγή

Η κλιματική αλλαγή αντιπροσωπεύει έναν συνεχή και μακροπρόθεσμο κίνδυνο για την επιβίωση του πλανήτη. Οι σημαντικές αυξήσεις των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα και στους ωκεανούς της γης κατά τις τελευταίες δεκαετίες, επιταχύνουν την εμφάνιση της κλιματικής αλλαγής. Η απειλή αυτή θα επιφέρει σημαντικές δυσμενείς επιπτώσεις στον αέρα, στο νερό, στον καιρό και στα οικοσυστήματα, με την εμφάνιση αλλαγών στο περιβάλλον, όπως είναι η αύξηση της θερμοκρασίας, της έντασης και συχνότητας των ακραίων καιρικών φαινομένων, με εκτεταμένες ξηρασίες και βροχοπτώσεις και της στάθμης της θάλασσας. Περαιτέρω, με τη σειρά τους, οι αλλαγές αυτές θα επιδράσουν μακροπρόθεσμα στο μέγεθος των παγετώνων και των θαλάσσιων υδάτων, στην ποιότητα του αέρα και του πόσιμου νερού (International Actuarial Association, 2017).

Σύμφωνα με τη δήλωση του Ειδικού Εκπροσώπου του ΟΗΕ για την Ελάττωση του Κινδύνου Καταστροφών Robert Glasser (UNISDR, 2016), *«είναι σαφές ότι ο καιρός και το κλίμα εμπλέκονται στο 90% των μεγάλων καταστροφών που οφείλονται σε φυσικούς κινδύνους. Οι ξηρασίες, οι πλημμύρες, οι καταιγίδες και τα θερμικά κύματα έχουν τη δυνατότητα να υπονομεύσουν τις προσπάθειες πολλών αναπτυσσόμενων κρατών για την εξάλειψη της φτώχειας. Η κλιματική αλλαγή προσθέτει στα προϋπάρχοντα επίπεδα κινδύνου που τροφοδοτούνται από την έκθεση και την κοινωνικό-οικονομική ευπάθεια»*. Οι πληθυσμοί, όπως αυτοί που ζουν σε ιδιαίτερα εκτεθειμένες γεωγραφικές περιοχές, οι χαμηλού εισοδήματος ή των ακραίων ηλικιακών ομάδων, καθίστανται περισσότερο ευάλωτοι στους ιδιαίτερους κινδύνους της κλιματικής αλλαγής (UNISDR,2016).

Κλιματική αλλαγή και θνησιμότητα

Σύμφωνα με τον UNISDR (2016), μεταξύ του 1995-2015, οι ακραίες θερμοκρασίες ήταν η άμεση ή έμμεση αιτία του 27% όλων των οφειλόμενων στις καιρικές συνθήκες θανάτων, με τη συντριπτική πλειοψηφία τους (148,000 από τις 164,000 απώλειες ή το 90%) να είναι συνέπεια είτε των πολύ υψηλών θερμοκρασιών είτε του πολύ κρύου. Περίπου το 92% των οφειλόμενων στο συνδυασμό καύσωνα και σχετικής υγρασίας θανάτων καταγράφηκε σε χώρες με υψηλό εισόδημα, με την Ευρώπη να κατέχει την πλειοψηφία με 90%.

Ο WHO (2016) υπολογίζει ότι περίπου 12.6 εκατομμύρια θάνατοι παγκοσμίως οφείλονται στις επιδράσεις του περιβάλλοντος (συνολικά, μαζί με τους οφειλόμενους στην κλιματική αλλαγή), που συνιστούν σχεδόν το 23% όλων των θανάτων και του 22% των οφειλόμενων σε ασθένειες. Ωστόσο, αν και αναμένεται ότι η κλιματική αλλαγή θα έχει σημαντικές επιπτώσεις στις κοινωνίες τα επόμενα έτη, η φύση αυτών των επιπτώσεων είναι αβέβαιη, καθώς μόνο ένα μικρό μέρος αυτών μπορούν να αποδοθούν στη κλιματική αλλαγή. Είναι σίγουρο όμως ότι η κλιματική αλλαγή θα επιφέρει έναν σημαντικό αριθμό θανάτων, με μια σχετικά μεγαλύτερη επίδραση αυτής σε ευάλωτους πληθυσμούς, με διαφορετική βαρύτητα σε κάθε χώρα. Οι πληθυσμοί αυτοί ανήκουν στις υποανάπτυκτες ή λιγότερο αναπτυσσόμενες χώρες που δεν διαθέτουν την οικονομική δυνατότητα να επωφεληθούν από εργαλεία προσαρμογής και προστασίας, καθώς και οι ακραίες ηλικιακές ομάδες που είναι περισσότερο ευπαθείς στις επιδράσεις αυτές (International Actuarial Association, 2017).

Ακραία καιρικά φαινόμενα

Η Διακυβερνητική Ομάδα για την Κλιματική Αλλαγή (Intergovernmental Panel on Climate Change- IPCC, 2014) τονίζει ότι οι επιπτώσεις τις κλιματικής αλλαγής είναι ήδη ορατές με την εμφάνιση ακραίων καιρικών φαινομένων όπως καύσωνες, ακραίες βροχοπτώσεις και παράκτιες πλημμύρες. Σε μεγάλο μέρος της Ευρώπης, της Ασίας και της Αυστραλίας έχει αυξηθεί η συχνότητα εμφάνισης των κυμάτων καύσωνα. Επίσης, στις περισσότερες ηπειρωτικές περιοχές, και ιδιαίτερα στην Νότια Αμερική και στην Ευρώπη, έχει αυξηθεί η ένταση και η συχνότητα των έντονων βροχοπτώσεων (IPCC, 2013). Όπως έχει ήδη προβλέψει ο IPCC (2014),

καθώς η παγκόσμια μέση θερμοκρασία αυξάνεται, οι σχετικοί με τα ακραία καιρικά φαινόμενα κίνδυνοι θα συνεχίσουν να αυξάνονται.

Ωστόσο, η σύνδεση μεταξύ συγκεκριμένων καιρικών γεγονότων και της κλιματικής αλλαγής δεν είναι εύκολο να αποδειχθεί. Σε γενικές γραμμές, πολλές έρευνες έχουν καταλήξει στο συμπέρασμα ότι (Committee on Extreme Weather Events and Climate Change Attribution, 2016) *«υπάρχει αλλαγή της παρατηρούμενης συχνότητας, έντασης και διάρκειας ορισμένων ακραίων καιρικών φαινομένων ως αποτέλεσμα της αύξησης της θερμοκρασίας του κλιματικού συστήματος»*. Παρόλα αυτά, η ικανότητα διερεύνησης της επίπτωσης της κλιματικής αλλαγής σε ένα μεμονωμένο μετεωρολογικό γεγονός, εξαρτάται από τις διαφορετικές περιφερειακές συνθήκες, με τα υπάρχοντα δεδομένα πολλές φορές να μην επαρκούν (Hansen et al., 2016).

Οι Eckstein et al. (2017) έδειξαν πόσο καταστροφικές μπορούν να καταστούν οι ακραίες βροχοπτώσεις δίνοντας τα παραδείγματα των πλημμυρών και κατολισθήσεων στην Νότια και Νοτιοανατολική Ασία, στην Νότιο Αμερική και σε περιοχές των ΗΠΑ. Τις επόμενες δεκαετίες αναμένεται μια άξηση των ακραίων βροχοπτώσεων καθώς η υπερθέρμανση του πλανήτη εντείνει τον παγκόσμιο υδρολογικό κύκλο. Ως εκ τούτου, αναμένεται οι ακραίες βροχοπτώσεις να αυξηθούν με ταχύτερο ρυθμό από τις παγκόσμιες μέσες μεταβολές της συνολικής βροχόπτωσης, όπως αυτές περιγράφονται από τους Donat et al. (2016).

Οι ερευνητές τείνουν να καταλήξουν ότι η θερμοκρασία της επιφάνειας της θάλασσας φαίνεται να έχει έναν καίριο ρόλο στην αύξηση της έντασης των καταιγίδων (Zhang et al., 2016). Παρόλο που δεν είναι εύκολη η διάκριση μεταξύ της φυσικής μεταβλητότητας και των ακραίων ανθρωπογενών παρεμβάσεων, είναι σίγουρο ότι το αυξανόμενο επίπεδο της θαλάσσιας στάθμης, που εν μέρει προκαλείται από την κλιματική αλλαγή, είναι υπεύθυνο για την συνεχώς αυξανόμενη ένταση των πλημμυρών, των καταιγίδων και της ξηρασίας. Σε μία έρευνα φάνηκε ότι οι καταρακτώδεις βροχές που έπληξαν τις ΗΠΑ το 2016, σχεδόν διπλασιάστηκαν ως συνέπεια των ανθρωπογενών αλλαγών του κλίματος. Η ένταση της βροχόπτωσης ήταν τόσο μεγάλη εξαιτίας της ικανότητας της καταιγίδας να απορροφά ανώμαλες ποσότητες της τροπικής υγρασίας του πλανήτη κατά την πορεία της προς τις ακτές των ΗΠΑ, απελευθερώνοντας τριπλάσιες κατακρημνίσεις σε σύγκριση με τον τυφώνα Κατρίνα το 2005 (Climate Central, 2016). Επίσης, μια δημοσίευση αναφορικά με τις ξηρασίες της Νότιας Αφρικής το 2015, έδειξε συσχέτιση μεταξύ της

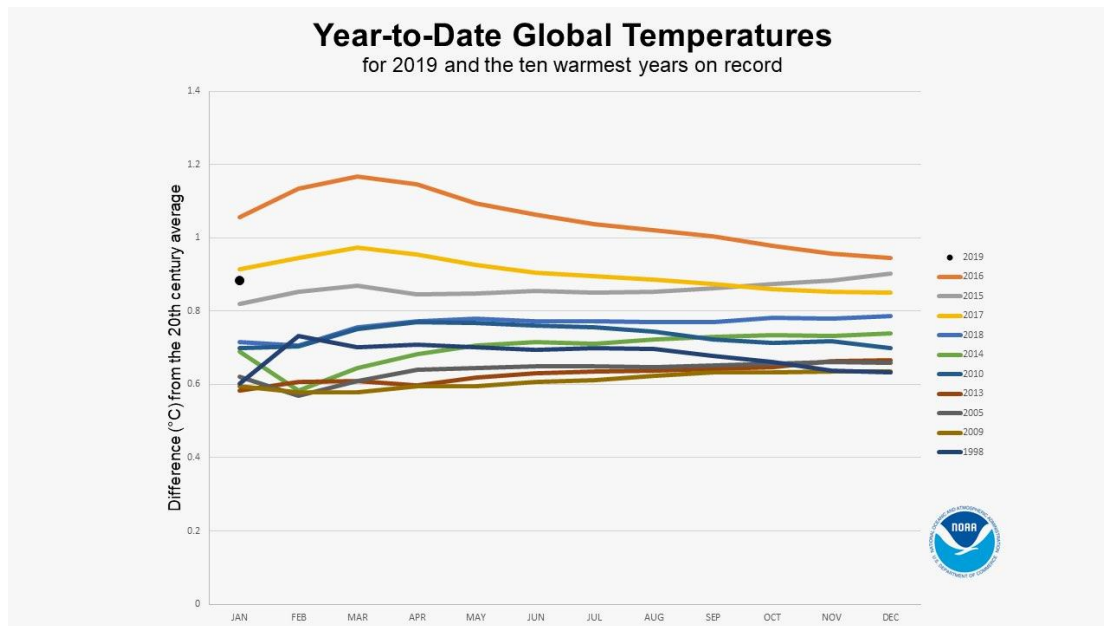
θερμοκρασίας της επιφάνειας της θάλασσας και της ελάττωσης των βροχοπτώσεων και της αύξησης των τοπικών θερμοκρασιών του αέρα (Funk et al., 2016).

Θερμοκρασία

Σύμφωνα με τον IPCC (1995), τα τελευταία 150 χρόνια η μέση θερμοκρασία της επιφάνειας της Γης έχει αυξηθεί περίπου κατά 0.3 - 0.6 °C. Σε μία άλλη ανάλυση, συμπεριλαμβανόμενης και της καταγραφόμενης θερμοκρασίας έως το 1999, φάνηκε ότι η μέση παγκόσμια θερμοκρασία έχει αυξηθεί περίπου κατά 0.6 °C για όλη την καταγραφόμενη περίοδο από το 1860 (Wigley, 1999). Μια προσεκτικότερη ανάλυση αποκαλύπτει ότι το μεγαλύτερο μέρος της αύξησης της θερμοκρασίας καταγράφεται κατά τη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών, με τη μέση παγκόσμια θερμοκρασία να αυξάνεται περίπου κατά 0.2 °C ανά δεκαετία.

Όπως φαίνεται και στην εικόνα 1, τα έτη 2016, 2015, 2017, 2018, 2014, 2010, 2013, 2005, 2009 και 1998 εμφάνισαν τις δέκα υψηλότερες θερμοκρασίες μετά το 1981, με το έτος 1998 να συνιστά το θερμότερο έτος που έχει καταγραφεί παγκοσμίως (NOAA, 2019).

Τον Ιανουάριο του 2019 η μέση παγκόσμια θερμοκρασία εδάφους και ωκεάνιας επιφάνειας ήταν κατά 0.88°C (1.58°F) υψηλότερη από τον μέσο όσο του 20^{ου} αιώνα των 12.0°C (53.6°F). Η παγκόσμια θερμοκρασία εδάφους του Ιανουαρίου του 2019 ήταν η 4^η υψηλότερη κατά 1.51°C (2.72°F) πάνω από τον μέσο όσο των 140 καταγραφόμενων ετών, μετά τα έτη 2007 (+1.85°C / +3.33°F), 2016 (+1.58°C / +2.84°F), και 2017 (+1.58°C / +2.84°F). Σύμφωνα με την Περιφερειακή Ανάλυση του NCEI (NCEI's Regional Analysis), τον ίδιο μήνα οι θερμοκρασίες σε τρεις ηπείρους (Νότια Αμερική, Ασία και Ωκεανία) βρίσκονταν μεταξύ των πέντε υψηλότερων ηπειρωτικών καταγραφών από το 1910. Σημειώνεται ότι η θερμοκρασία του Ιανουαρίου της Ωκεανίας ήταν θερμότερη κατά 2.56°C (4.61°F) πάνω από τον μέσο όρο. Ο Ιανουάριος στην Βόρεια Αμερική ήταν ο πιο κρύος μετά το 2011. Εν τω μεταξύ, η θερμοκρασία της ωκεάνιας επιφάνειας για τον Ιανουάριο του 2019 ήταν κατά 0.65°C (1.17°F) υψηλότερη του μέσου όρου και η 3^η υψηλότερη μετά το 1910, με 1^η αυτή του 2016 κατά +0.86°C (+1.55°F) και δεύτερη αυτή του 2017 (NOAA, 2019).

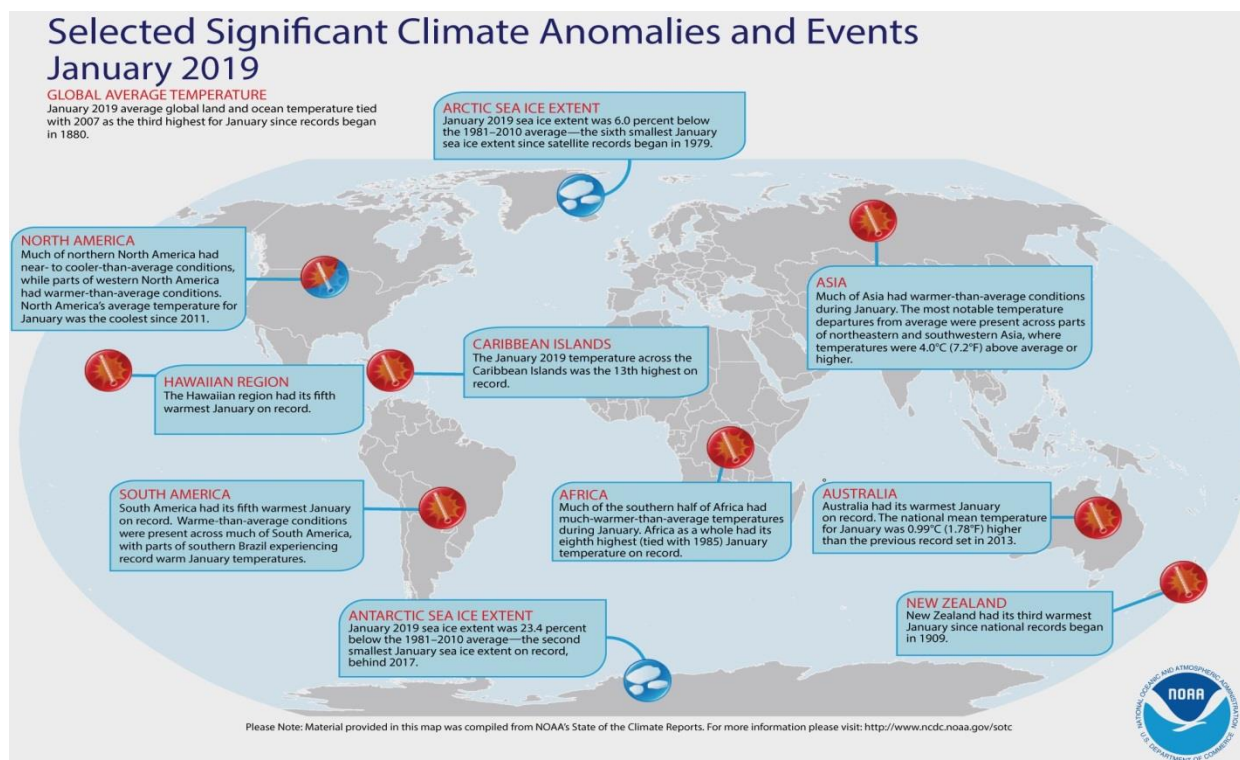


Εικόνα 1. Διαχρονική καταγραφή της παγκόσμιας θερμοκρασίας (NOAA, 2019).

Επίσης, έγιναν έρευνες για την δεκαδική ποσοτικοποίηση των διακυμάνσεων της θερμικής περιεκτικότητας του παγκόσμιου ωκεάνιου στρώματος σε βάθος 3 km για την περίοδο 1948-1998 (Levitus et al. 2000). Η μεγαλύτερη αύξηση της θερμοκρασίας εμφανίζεται στα ανώτερα 300 m βάθος, με μέσο όρο περίπου 0.56 βαθμούς Fahrenheit (0.31 °C), ενώ τα ανώτερα 3 km μέτρα έχουν θερμανθεί περίπου κατά 0.11 °F (0.06 °C) κατά τη διάρκεια των τελευταίων 40 ετών. Αυτή η παρατηρούμενη αύξηση της θερμοκρασίας της επιφάνειας των ωκεανών πιθανώς να είναι αποτέλεσμα της τήξης των παγετώνων, ως συνέπεια του συνδυασμού ανθρωπογενών παραγόντων και φυσικής μεταβλητότητας (Vellinga & Verseveld, 2000).

Οι αλλαγές της παγκόσμιας θερμοκρασίας δεν είναι εξίσου κατανεμημένες. Η πιο πρόσφατη μεγάλη αύξηση της θερμοκρασίας είναι στα γεωγραφικά πλάτη μεταξύ 40° N και 70° N. Σε ορισμένες περιοχές, συμπεριλαμβανομένης της περιοχής του Βόρειου Ατλαντικού Ωκεανού στις 30 ° N, η θερμοκρασία έχει ελαττωθεί κατά τις τελευταίες δεκαετίες (Houghton et al. 1996). Σε γενικές όμως γραμμές, οι ηπειρωτικές περιοχές θερμαίνονται με ταχύτερο ρυθμό από τους ωκεανούς, εξαιτίας της μεγάλης γεωγραφικής κατανομής και χωρητικότητας των δευτέρων. Ως αποτέλεσμα, αυτές οι θερμοκρασιακές διαφορές μεταξύ των ωκεανών και των

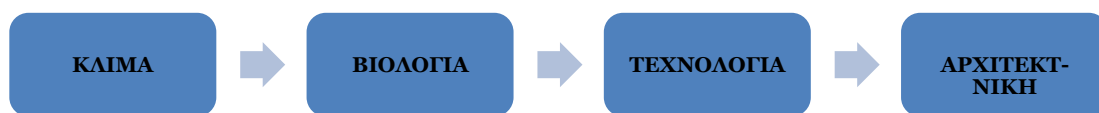
ηπείρων συνεχώς αυξάνονται, με πιθανή επίδραση και στις ατμοσφαιρικές θερμοκρασίες (εικόνα 2) (Vellinga & Verseveld, 2000).



Εικόνα 2.: Εμφανιζόμενες συνέπειες των Κλιματικών Ανωμαλιών τον Ιανουάριο του 2019 (NOAA, 2019).

2.4 Βιοκλιματικός σχεδιασμός

Ως έννοια, ο βιοκλιματικός σχεδιασμός παρουσιάστηκε στον χώρο της αρχιτεκτονικής το 1963 από την έρευνα του Victor Olgyay (1973) στο βιβλίο *“Design with Climate: Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism”*. Ο κύριος σκοπός του βιοκλιματικού σχεδιασμού είναι η δημιουργία ενός ευνοϊκού μικροκλίματος εσωτερικά και εξωτερικά του κτιρίου διαμέσου της εφαρμογής των αρχιτεκτονικών τεχνικών. Σύμφωνα με τις μελέτες αυτές, δινόταν ολοκληρωμένες θεωρητικές πληροφορίες σχετικά με τον σχεδιασμό ενός φιλικού προς το περιβάλλον χωρικού περιβάλλοντος, τόσο για τις διαφορετικές κλιματικές περιοχές όσο και για τις διάφορες μεθόδους σχεδιασμού, μέσα από τη χρήση ενός βιοκλιματικού σχεδιαγράμματος και καθορισμένων ζωνών άνεσης. Σύμφωνα με τις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού του Olgyay, η διεργασία είναι γραμμική και περιλαμβάνει τέσσερα στάδια (εικόνα 3).



Εικόνα 3. Η γραμμική διεργασία του Βιοκλιματικού σχεδιασμού (Olgyay, 1973)

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός εκμεταλλεύεται το κλίμα μέσα από τις διεργασίες της σωστής εφαρμογής των στοιχείων της σχεδίασης και της κτιριακής τεχνολογίας του ελέγχου της μεταφοράς της θερμότητας. Συνεπώς, μέσα από τον έλεγχο της θερμότητας προωθείται η εξοικονόμηση ενέργειας όπως και η διασφάλιση άνετων συνθηκών διαβίωσης εντός των κτιρίων (Erg, 1999, Goulart & Pitta, 1994). Υπό αυτή την έννοια, ο βιοκλιματικός σχεδιασμός είναι πράγματι άμεσα συνδεδεμένος με την κατανόηση των τοπικών κλιματικών χαρακτηριστικών και την εφαρμογή των σχετικών «παθητικών» στρατηγικών. Ο όρος «παθητική», δεν αποκλείει την χρήση μηχανολογικού εξοπλισμού, ιδιαίτερα όταν είναι απαραίτητος και όταν η χρήση του θα αυξήσει τις επιδόσεις του συστήματος. Συνεπώς, ή έννοια του βιοκλιματικού σχεδιασμού διαφοροποιείται από αυτή του αειφόρου σχεδιασμού. Η αειφόρος προσέγγιση σχετίζεται με την εξέταση της επίδρασης του κτιρίου στο τοπικό περιβάλλον, μέσα στο οποίο περιλαμβάνει και την εξοικονόμηση της ενέργειας και της αντοχής του υλικού καθώς και τη χρήση νερού και ενέργειας. Από την άλλη πλευρά, στη βιοκλιματική προσέγγιση η εξοικονόμηση της ενέργειας και η χαμηλότερη δυνατή επίπτωση στο περιβάλλον συνιστούν συνέπειες της ενσωμάτωσης της σχεδιαστικής λύσης στα τοπικά κλιματολογικά χαρακτηριστικά, ώστε να επιτευχθούν καλύτερες συνθήκες άνεσης, χωρίς να περιορίζεται απαραίτητα στα οικοδομικά υλικά (Maciel et al., 2007).

Η διασύνδεση και η εφαρμογή των εννοιών αυτών με τα πρώτα στάδια της διεργασίας του σχεδιασμού κτιρίων, μπορεί να έχει ακόμη μεγαλύτερες δυνατότητες για εξοικονόμηση ενέργειας παράλληλα με την διασφάλιση της άνεσης των ενοίκων τους. Κατά την αξιολόγηση του Roméro (1998) των βασικών παραμέτρων σχεδιασμού τεσσάρων κλιματιζόμενων κτιρίων του Σάο Πάολο, φάνηκε μια δυνατότητα για εξοικονόμηση έως και 12,1% της ενέργειας συντήρησης. Αντίστοιχα, οι Gratia και de Herde (2003), επισήμαναν ότι όταν υπάρχει διερεύνηση των βιοκλιματικών λύσεων από τα πρώτα αρχιτεκτονικά στάδια της κατασκευής κτιρίων,

όπως η συνολική μορφή του κτιρίου, το βάθος και το ύψος των δωματίων και οι διαστάσεις των παραθύρων, υπάρχει μια από κοινού ουσιαστική δυνατότητα εξοικονόμησης της κατανάλωσης της ενέργειας του τελικού κτιρίου. Παράλληλα, μπορούν ακόμη να επηρεάσουν τα επίπεδα της καθημερινής έκθεσης του ηλίου και τις αυξημένες θερμοκρασίες των καλοκαιρινών μηνών (Gratia & Herde, 2003).

Ωστόσο, παρά την ύπαρξη των αποδεδειγμένων πλεονεκτημάτων της εφαρμογής των βιοκλιματικών σχεδιασμών στον κατασκευαστικό σχεδιασμό, εξακολουθεί να υπάρχει μεγάλη δυσκολία στην πραγματική εφαρμογή τους, κυρίως κατά τα αρχικά στάδια όπου καθορίζονται οι βασικές σχεδιαστικές λύσεις. Είναι ιδιαίτερα δύσκολο να τεθεί η σχεδιαστική διεργασία σε ένα γραμμικό μοντέλο και να επηρεάσει άμεσα τις συγκεκριμένες αρχιτεκτονικές πρακτικές. Παρόλα αυτά, ο Rowe (1987) θεωρεί ότι μπορούν να αναγνωριστούν ορισμένες κοινές πτυχές, όπως είναι ο καθορισμός των κατευθυντήριων οδηγιών ως σημείο εκκίνησης, οι οποίες θα διευκολύνουν τις αποφάσεις και την εφαρμογή τους.

2.5 Παράγοντες βιοκλιματικού σχεδιασμού

Κατά τη διεργασία του βιοκλιματικού σχεδιασμού, οι παράγοντες που θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη αφορούν τόσο τις κλιματικές αλλαγές, όσο και την παγκόσμια υπερθέρμανση, τις ελλείψεις των μη ανανεώσεων πηγών ενέργειας και την ανάπτυξη του πληθυσμού. Σε σχέση με τις κλιματικές αλλαγές, τα κυριότερα χαρακτηριστικά τους με άμεσο αντίκτυπο στον βιοκλιματικό σχεδιασμό είναι (Mihajlović et al., 2017):

1. *Η ηλιακή ακτινοβολία.* Είναι η εκπεμπόμενη ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία του ηλίου και συνιστά τη σημαντικότερη πηγή θέρμανσης της ατμόσφαιρας. Η ένταση της εξαρτάται από την γωνία ανάκλασης της δέσμης της στη γη, από το πάχος των στρωμάτων του αέρα κατά την περιστροφή της γης, από τον άξονα της κλίσης του επιπέδου περιστροφής της και από την κατάσταση της ατμόσφαιρας εξαιτίας της ρύπανσης και της θολερότητας της. Το πάχος των τοιχωμάτων του αέρα, τα οποία διαπερνούν οι ακτίνες του ηλίου, ποικίλει αναλόγως της γωνίας του ηλίου πάνω από τον ορίζοντα και από το υψόμετρο της τοποθεσίας. Το ύψος του ήλιου ποικίλει αναλόγως του

γεωγραφικού πλάτους, με την κοντινότερη απόσταση στο ύψος των τροπικών περιοχών και την σταδιακή αύξηση του προς την κατεύθυνση των πόλων.

2. *Η θερμοκρασία του αέρα.* Οι χαμηλότερες θερμοκρασίες εμφανίζονται πριν την ανατολή του ηλίου και οι υψηλότερες το απόγευμα. Οι καθημερινές διαφοροποιήσεις της θερμοκρασίας του αέρα εξαρτώνται άμεσα από τις τοπικές συνθήκες. Σε σχέση με το περιβάλλον, τα αστικά κέντρα λειτουργούν ως νησίδες με πολύ πιο ζεστό και ξηρό κλίμα.
3. *Η υγρασία.* Η ποσότητα του αέρα σε υγρασία ή η περιεκτικότητα του σε νερό εκφράζονται ως «σχετική υγρασία». Ωστόσο, για να μπορέσουμε να έχουμε μια ρεαλιστική εικόνα του βαθμού επίδρασης της υγρασίας στο κλίμα, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και παράμετροι που σχετίζονται με αυτήν όπως είναι η επίδραση του αέρα, της ομίχλης και η θερμική άνεση.
4. *Θερμική άνεση.* Σε περιόδους συνδυασμού υψηλής θερμοκρασίας και υψηλής σχετικής υγρασίας χάνεται η θερμική άνεση και εμφανίζεται ένα δυσάρεστο αίσθημα πνιγηρότητας, καθιστώντας δύσκολη την προσαρμογή στις εξωτερικές καιρικές συνθήκες (δυσκολία εφίδρωσης, ελάττωση της δυνατότητας αποβολής θερμότητας).
5. *Η βροχόπτωση.* Οι αρνητικές επιδράσεις των αστικών περιοχών στο κλίμα αντανακλώνται στη θερμική μεταφορά, στη τραχύτητα των επιφανειών της πόλης και στο σχηματισμό σωματιδίων στην ατμόσφαιρα. Οι ατμοσφαιρικές αυτές συνθήκες δύναται να επηρεάσουν την κατανομή και την ένταση των βροχοπτώσεων.
6. *Ο άνεμος.* Συνιστά μια οριζόντια ή σχεδόν οριζόντια ροή αέρα. Συνήθως, η καταγραφή της ταχύτητας και της κατεύθυνσης των ανέμων διενεργείται σε ύψος περίπου 10 μέτρων πάνω από το έδαφος και σε περιοχή με επαρκές ανοιχτό πεδίο. Πολλές φορές τα χαρακτηριστικά του σε συγκεκριμένες τοποθεσίες δεν είναι δυνατόν να προβλεφθούν από τις κοντινές μετεωρολογικές υπηρεσίες. Οι συνθήκες της περιοχής, όπως η τοπογραφία και οι αστικές δομές, μπορούν να επηρεάσουν σε μεγάλο βαθμό την κατεύθυνση και την ταχύτητα του ανέμου. Αντίστοιχα, καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου, το κλίμα της υπαίθρου μπορεί να επηρεάσει με ποικίλους τρόπους την ένταση και την ταχύτητα των ανέμων και την θερμοκρασία του περιβάλλοντος.

7. *Η διάρκεια της ηλιοφάνειας και της σκίασης.* Τα χαρακτηριστικά της εκάστοτε τοποθεσίας, από την άποψη της ηλιοφάνειας, μπορούν να ειπωθούν από την διάρκεια της σκίασης και από τα χαρακτηριστικά των σύννεφων. Η διάρκεια της ηλιοφάνειας και της σκίασης εξαρτώνται από το γεωγραφικό πλάτος, το ανάγλυφο της περιοχής και από τα σύννεφα.

Κεφάλαιο 3

Θερμικό περιβάλλον

3.1 Εισαγωγή

Ο ορισμός του «θερμικού περιβάλλοντος» περιλαμβάνει την εξέταση των συνθηκών της ατμοσφαιρικής ανταλλαγής της θερμότητας και των φυσιολογικών αποκρίσεων σε αυτές. Το ανθρώπινο σώμα διαθέτει ένα αποτελεσματικό σύστημα θερμορύθμισης, ικανό για την εξισορρόπηση των μεταβολών των εξωτερικών με τις εσωτερικές θερμοκρασίες στο ανθρώπινο σώμα, που δύναται να υποστηριχτεί περαιτέρω με διάφορες υιοθετούμενες προσαρμοστικές συμπεριφορές του ατόμου σε συνθήκες θερμικής δυσφορίας (Błażejczyk 2004, Błażejczyk & Kunert 2011, Havenith 2001, IUPS 2003, Parsons 2003).

Σύμφωνα με τον νόμο του Kirchhoff, ένα σώμα που είναι ικανό να απορροφά ακτινοβολία είναι επίσης ικανό και να εκπέμπει. Όλα τα σώματα με θερμοκρασία πάνω από το απόλυτο μηδέν ($0 \text{ }^\circ\text{K}$ ή $273.16 \text{ }^\circ\text{C}$) εκπέμπουν ενέργεια εξαιτίας της θερμικής τους κατάστασης. Η ποσότητα της εκπεμπόμενης θερμότητας εξαρτάται από τη θερμοκρασία του προς μελέτη σώματος. Μια υψηλότερη θερμοκρασία της επιφάνειας ενός σώματος προκαλεί μεγαλύτερη δόνηση των μορίων του, το οποίο ισοδυναμεί με μια μεγαλύτερη ένταση ακτινοβολίας στα χαμηλότερα μήκη κύματος. Η εκπομπή αυτή χαρακτηρίζεται από μήκη κύματος πέρα από το ορατό φάσμα, αποκαλούμενη ως υπέρυθρου ακτινοβολία (Lipperra, 2017).

Η συνολική εκπεμπόμενη ισχύ ενός σώματος μετράται με βάση τον νόμο του Stefan-Boltzmann που ορίζει ότι η ολική εκπομπή ακτινοβολίας είναι ανάλογη της τέταρτης ισχύος της απόλυτης θερμοκρασίας. Με την μέτρηση αυτού του είδους της ενέργειας είναι δυνατή η εκτίμηση της κατανεμημένης θερμοκρασίας στην επιφάνεια ενός αντικείμενου. Η εκτίμηση αυτή είναι δυνατή μέσω της θερμικής απεικόνισης των αντικειμένων με τη χρήση θερμικών καμερών, που μπορούν να ανιχνεύσουν την ένταση της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας, μετατρέποντας την σε ψηφιακά σήματα που καθιστούν δυνατή την καταγραφή αριθμητικών ή σε γραφική μορφή δεδομένων, καθιστώντας τους ορατά με γυμνό μάτι (Vanali & Rizzo, 2011).

3.2 Θερμική απεικόνιση

Η θερμική απεικόνιση ή υπέρυθρη θερμογραφία συνιστά μια τεχνική για την οπτικοποίηση και λήψη θερμικών εικόνων αντικειμένων. Είναι μια ισχυρή, μη-καταστροφική και ανέπαφη διαγνωστική τεχνική που στηρίζεται στη μέτρηση της θερμικής ενέργειας και της μετατροπής της σε ηλεκτρικό σήμα, το οποίο οδηγεί στη δημιουργία μιας θερμικής ψηφιακής εικόνας. Η αρχή της λειτουργίας του θερμικού αισθητήρα βασίζεται στον νόμο μετατόπισης του Wien (Costanzo et al., 2014):

$$\lambda_m = 2897.8/T$$

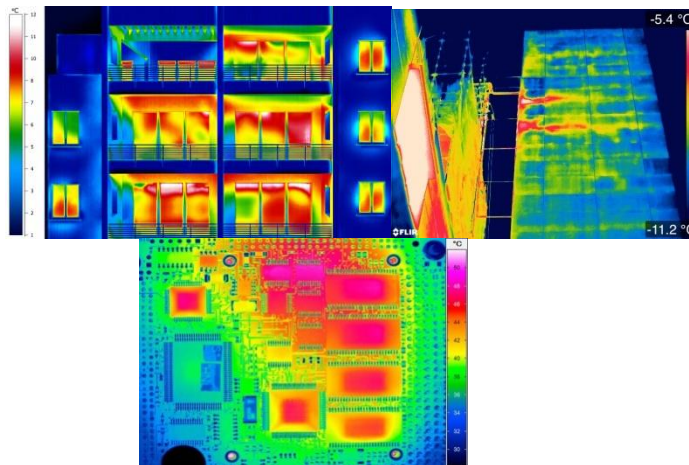
όπου, λ_m το μήκος κύματος της μέγιστης φασματικής εκπομπής ακτινοβολίας εκφρασμένη σε μm και T η απόλυτη θερμοκρασία σε βαθμούς Kelvin (K).

Οι συσκευές θερμικής απεικόνισης είναι ρυθμισμένες για τη μέτρηση της **εκπομπής** ισχύος σε μία περιοχή διαφόρων θερμοκρασιακών κλιμάκων, και συνεπώς λειτουργούν σε μία περιοχή μήκους κύματος περιλαμβανομένου και του υπέρυθρου φάσματος ακτινοβολίας (Balaras & Argiriou, 2002, Maldague et al., 2001). Η θερμοκρασία του αντικειμένου στόχου εκτιμάται από την εκπομπή (δηλαδή την αναλογία μεταξύ της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας μιας επιφάνειας και ενός μαύρου σώματος ίδιας θερμοκρασίας). Επομένως, η συμπεριφορά ενός ανιχνευθέντος αντικειμένου προσεγγίζεται με το μοντέλο του γκριζου σώματος, που χαρακτηρίζεται με βάση την μικρότερη εκπομπή παρά με την συνολική και συνεχή εκπομπή σε σχέση με το μήκος κύματος και τη θερμοκρασία του (Balaras & Argiriou, 2002, Maldague et al., 2001).

Προκειμένου να γίνει δυνατή η ανίχνευση της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας, χρησιμοποιείται ένας κατάλληλος φακός και η ηλεκτρική απάντηση του σήματος μετατρέπεται σε ψηφιακή εικόνα, με τα διάφορα χρώματα να αντιπροσωπεύουν διάφορα θερμοκρασιακά επίπεδα της επιφάνειας τους αντικειμένου (εικόνα 4). Οι θερμικές εικόνες μπορούν να αναλυθούν με κατάλληλα λογισμικά ώστε να ποσοτικοποιηθούν οι διαφορές μεταξύ των θερμοκρασιών (Eads et al., 2000). Η ακρίβεια των μετρήσεων εξαρτάται από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος, από τη βροχή, την ταχύτητα του ανέμου και την απόσταση του αντικειμένου. Ωστόσο, η ύπαρξη οποιουδήποτε παράγοντα που μπορεί να προκαλέσει διαφορές στη

θερμοκρασία, μπορεί στην πραγματικότητα να λειτουργήσει βοηθητικά στην αναγνώριση των ανωμαλιών και των άλλων χαρακτηριστικών του αντικείμενου (Maldague et al.,2001).

Η θερμική απεικόνιση βρίσκει εφαρμογή σε διάφορα επιστημονικά πεδία, από τη κλινική διαγνωστική έως και την προληπτική βιομηχανική και την προγνωστική αξιολόγηση (Balaras & Argiriou, 2002, Maldague et al., 2001). Στον τομέα της μηχανικής, η θερμική απεικόνιση χρησιμοποιείται ευρέως στις μη καταστροφικές τεχνικές αξιολόγησης. Η μη καταστροφικές δοκιμές (nondestructive testing - NDT) αφορούν στο άθροισμα των εξετάσεων, δοκιμών και ερευνών που πραγματοποιούνται με τη χρήση μεθόδων που δεν μεταβάλλουν το υλικό και δεν απαιτούν την καταστροφή ή την απομάκρυνση των δειγμάτων από την προς μελέτη κατασκευή, με σκοπό την ανίχνευση και τον εντοπισμό δομικών ελαττωμάτων. Ως συνέπεια, το κόστος συντήρησης και επισκευής μειώνεται, ενώ παράλληλα αυξάνεται η ασφάλεια και η αξιοπιστία. Η θερμική απεικόνιση συχνά προτιμάται σε σχέση με άλλες τεχνικές καθώς επιτρέπει την επιθεώρηση μεγάλων περιοχών γρήγορα και με έναν εντελώς μη επεμβατικό τρόπο (Vanali & Rizzo, 2011).



Εικόνα 4. Παραδείγματα θερμικής απεικόνισης (πηγή Lanzoni, 2015).

3.2.1 Επίγεια θερμική απεικόνιση

Η θερμική απεικόνιση υπήρξε για πολλά χρόνια μια ευρέως χρησιμοποιούμενη τεχνική στον κατασκευαστικό και βιομηχανικό τομέα, στον χωροταξικό σχεδιασμό και στις φυσικές μελέτες (Hernandez et al., 2013, Pascucci et al., 2008). Οι θερμικές αυτές απεικονίσεις συνήθως λαμβανόταν με τη χρήση

θερμικών καμερών χειρός ή μέσω δορυφόρων. Ωστόσο, η εταιρεία Zoller + Fröhlich (Z+F) δημιούργησε μια νέα εποχή στη χρήση της θερμικής απεικόνισης, με την εισαγωγή μιας θερμικής κάμερας με ενσωματωμένο έναν επίγειο ανιχνευτή λέιζερ. Η λύση αυτή, παράλληλα με την απόκτηση των γεωμετρικών πληροφοριών των XYZ σημείων και τις φασματικές πληροφορίες της καταχωρημένης έντασης της ακτινοβολίας για κάθε σημείο της επιφάνειας των αντικειμένων, δίνει την ευκαιρία της λήψης μιας «πέμπτης συντεταγμένης», της θερμοκρασίας του μετρούμενου σημείου (Kowalska & Zaczek-Peplinska, 2017).

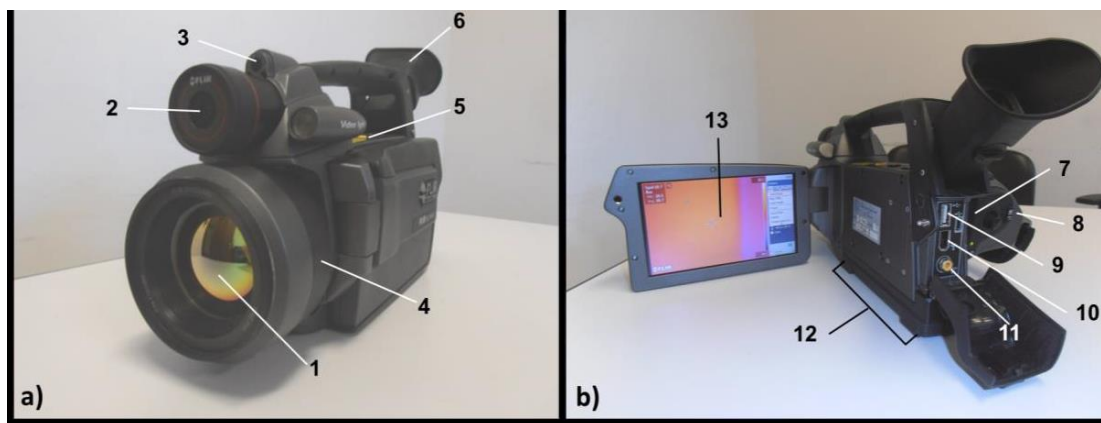
Η πρωτογενής εφαρμογή της χρήσης μιας θερμικής κάμερας ενσωματωμένης με έναν επίγειο σαρωτή λέιζερ ανευρίσκεται στην κατασκευαστική βιομηχανία, κυρίως ως εργαλείο για την εκτίμηση της θερμικής απώλειας ενός κτιρίου (Constanzo et al., 2015). Η χρήση της επίγειας θερμικής απεικόνισης δίνει τη δυνατότητα για την εκτίμηση των ακριβών γεωμετρικών μετρήσεων των εκτιμώμενων επιφανειών. Τα ανακτηθέντα δεδομένα μπορούν να συμπληρώσουν τα υπάρχοντα θερμογράμματα και τα θερμομετρικά πρότυπα. Μέσα από την επεξεργασία των εικόνων της επίγειας θερμικής απεικόνισης μπορεί να παρατηρηθεί το μετρικό θερμικό πρότυπο των αντικειμένων. Ένα αναμφισβήτητο πλεονέκτημα της χρήσης της επίγειας θερμικής απεικόνισης είναι η μείωση του χρόνου και του κόστους των μετρήσεων. Ωστόσο, το κυριότερο πλεονέκτημα της τεχνικής αυτής είναι η κατάργηση της ανάγκης συνδυασμού φωτογραφομετρικών μεθόδων για τον ορισμό ενός επαρκούς αριθμού κοινών σημείων ώστε να επιτευχθεί ο αμοιβαίος προσανατολισμός των δεδομένων (Kowalska & Zaczek-Peplinska, 2017).

Τα τελευταία χρόνια, η εξαιρετική βελτίωση της τεχνολογίας επίγειας θερμικής απεικόνισης, με τη δυνατότητα συλλογής λεπτομερών τρισδιάστατων δεδομένων (3D models) των κτιρίων, καθιστά εφικτή και βελτιωμένη την επιπρόσθετη γεωμετρική υποστήριξη της χαρτογράφησης των δεδομένων της θερμικής απεικόνισης στις ακριβείς τοποθεσίες τους. Ιδιαίτερα, η τρισδιάστατη μοντελοποίηση (3D modeling) (Stylianidis & Remondino, 2016) σε συνεργασία με την Επίγεια Σάρωση Λέιζερ (Terrestrial Laser Scanning-TLS), την Κοντινή-Φωτογραφομετρία (Close-Photogrammetry) και την Φωτογραφομετρία με τη χρήση ιπτάμενων καμερών (drone-based Photogrammetry), βρίσκονται στο επίκεντρο πολλών ερευνών. Με δεδομένο το γεγονός ότι η τελευταία τεχνολογία είναι σε θέση να κατανοήσει κάποιες από τις βασικές τεχνικές της χαρτογράφησης της θερμικής απεικόνισης σε απλά μοντέλα κτιρίων, η ενσωμάτωση των 3D μοντέλων της

θερμικής απεικόνισης με τη χρήση TLS/Photogrammetry, επιτρέπει τη δημιουργία ακριβών 3D πολυφασματικών μοντέλων, χρήσιμων για τον εντοπισμό, την απεικόνιση και την ανάλυση των θερμικών ανωμαλιών των μελετώμενων επιφανειών (Scaioni et al., 2012).

3.2.2 Θερμική κάμερα και η λειτουργία της

Η θερμική απεικόνιση συνιστά έναν τύπο υπέρυθρης απεικόνισης που επιτυγχάνεται με τη χρήση βαθμονομημένης θερμικής κάμερας, που έχει την ικανότητα να ανιχνεύει το τμήμα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας του φάσματος που αντιστοιχεί σε μήκη κύματος για την περιοχή του υπέρυθρου. Ακολούθως η ανάλυση αυτή μετατρέπεται σε ψηφιακές απεικονίσεις (θερμογραφήματα ή θερμογραφικές εικόνες).



Εικόνα 5. Εξαρτήματα θερμικής κάμερας. Μπροστινή όψη θερμικής κάμερας: 1) φακός γερμανίου, 2) ψηφιακή φωτογραφική μηχανή, 3) δείκτης λέιζερ, 4) χειροκίνητο δαχτυλίδι εστίασης, 5) κουμπιά ελέγχου, 6) επικλινές σκόπευτρο. Πίσω όψη: 7) θύρα κάρτας SD, 8) ενσωματωμένα κουμπιά λογισμικού, 9) υποδοχή USB, 10) θύρα τροφοδοσίας, 11) θύρα βίντεο, 12) μπαταρία, 13) οθόνη LSD (πηγή Frodella et al., 2017).

Η θερμική κάμερα αποτελείται από τα εξής κύρια συστατικά (εικόνα 5): 1) φακοί, συνήθως κατασκευασμένοι από Γερμάνιο (Germanium) και διάφανοι στην ορατή ακτινοβολία, 2) αισθητήρας, που συνήθως συντίθενται σε μεγάλο βαθμό από μη ψυχθέντες μικροσυστοιχίες μικροβολομέτρων εστιακού επιπέδου, κυρίως εξαιτίας του χαμηλού κόστους τους, 3) ενσωματωμένο επεξεργαστή, και 4) λογισμικό της κάμερας. Οι φακοί της κάμερας επικεντρώνουν την υπέρυθρη θερμική ακτινοβολία στον αισθητήρα, τα φωτοκύτταρα των οποίων θερμαίνονται και στέλνουν ένα ηλεκτρονικό σήμα στον επεξεργαστή. Στη συνέχεια ο επεξεργαστής, διαμέσου του

λογισμικού της κάμερας, μετατρέπει το σήμα σε τιμές ακτινοβοληθείσας θερμοκρασίας μέσα από μια διαδικασία βαθμονόμησης, δημιουργώντας την εικόνα του θερμογραφήματος (Jones, 1999).

Οι αισθητήρες συστοιχίας εστιακού επιπέδου (Focal Plane Array - FPA) είναι συστήματα επικέντρωσης (και όχι σάρωσης) που συντίθενται από μια δισδιάστατη σειρά φωτοευαίσθητων εικονοστοιχείων, η απόκριση των οποίων είναι συνάρτηση τόσο της θέσης των εικονοστοιχείων μέσα στη μικροσυστοιχία, όσο και του μήκους κύματος της ορατής ακτινοβολίας (Ballestracci & Nougier, 1984, Rogalski, 2011). Οι αισθητήρες μικροβολομέτρων κατασκευάζονται από ένα μέταλλο ή από υλικά ημιαγωγών (άμορφο πυρίτιο και πεντοξείδιο του βαναδίου) και λειτουργούν με την ανταπόκριση τους στην ενέργεια της ακτινοβολίας, ανάλογα με τη θερμοκρασία, την ηλεκτρική αγωγιμότητά τους και της έντασης της απορρόφησης της προσπίπτουσας ακτινοβολίας (Maldague, 2001).

Οι σύγχρονες θερμικές κάμερες είναι σχεδιασμένες και βαθμονομημένες για ένα συγκεκριμένο εύρος του φάσματος της υπέρυθρης ακτινοβολίας. Σε εφαρμογές της θερμικής τηλεοπτικής, ο αριθμός των οργάνων που λειτουργούν στη περιοχή (λωρίδα LWIR) οφείλεται στις μέγιστες ενεργειακές εκπομπές των επιφανειακών θερμοκρασιών των επίγειων αντικειμένων και στην παρουσία των ατμοσφαιρικών παραθύρων (Rees, 2001).

3.2.3 Επεξεργασία και εκτίμηση δεδομένων από την θερμική κάμερα

Το παραγόμενο προϊόν της θερμικής κάμερας είναι ένας πίνακας εικονοστοιχείων, συλλεγμένα διαμέσου του ανιχνευτή συστοιχίας της θερμικής κάμερας, έπειτα από την διόρθωση των ευαίσθητων παραμέτρων (εκπομπή του αντικειμένου, μήκος διαδρομής, θερμοκρασία αέρα και υγρασία) και αναπαριστά έναν επιφανειακό χάρτη της θερμοκρασίας των εξεταζόμενων αντικειμένων. Η επιφανειακή θερμοκρασία παρουσιάζεται μέσα από μια χρωματική κλίμακα, στην οποία οι υψηλότερες θερμοκρασίες αντιστοιχούν σε πιο ανοιχτά χρώματα, ενώ οι ψυχρότερες σε σκουρόχρωμα (Frodella et al., 2017).

Οι διαδικασίες για την επεξεργασία της εικόνας μπορούν να γίνουν πριν από την φάση της λήψης της εικόνας, μέσα από τη χρήση ειδικού λογισμικού της θερμικής κάμερας, ή αργότερα μετά την φάση της απόκτησης της εικόνας με τη χρήση ειδικών θερμογραφικών λογισμικών (FLIR Systems Inc, 2013). Η επεξεργασία

της εικόνας σε δεύτερη φάση επιτρέπει της ακόλουθες λειτουργίες (FLIR Systems Inc, 2013):

1. *Διεργασίες θερμικής εστίασης*, επιλέγοντας την καταλληλότερη περιοχή θερμοκρασιών του θερμογραφήματος, ώστε να επιτευχθεί καλύτερη απεικόνιση του επιφανειακού θερμοκρασιακού προτύπου και των πιθανών ανωμαλιών αυτού.
2. *Επιλογή της σωστής θερμοκρασιακής χρωματικής κλίμακας*, π.χ. οι κλίμακες των γκριζών αποχρώσεων για την επισήμανση των θερμοκρασιακών αντιθέσεων. Οι αλγοριθμικές χρωματικές κλίμακες μπορεί να είναι καταλληλότερες για την ενίσχυση της θερμοκρασιακής κατανομής και των κλίσεων αυτής.
3. *Ποιοτική ανάλυση μεμονωμένων εικονοστοιχείων, σκαναρισμένων περιοχών ή του συνόλου του θερμογραφικού πίνακα.*
4. Δεδομένης της χωρικής ανάλυσης της κάμερας και την απόστασης θέασης του μελετώμενου αντικειμένου, για να μπορέσει να απεικονιστεί ένα ευρύτερο σενάριο από αυτό του οπτικού πεδίου της κάμερας (field of view-FOV), είναι δυνατόν με τη χρήση ειδικού λογισμικού να χρησιμοποιηθούν τα γειτνιάζοντα θερμογραφικά μωσαϊκά (οι θερμογραφικές εικόνες πρέπει να έχουν τουλάχιστον ένα 50% από αλληλοεπικαλύψεις) (Cruden & Varnes, 1996).

Στην ανάλυση των θερμογραφικών εικόνων υπάρχουν δύο προσεγγίσεις (Maldague, 2001): α) η *παθητική προσέγγιση*, που εξετάζει τα υλικά και τις δομές που θερμαίνονται φυσιολογικά από την ηλιακή ακτινοβολία, και β) η *ενεργητική προσέγγιση*, για την οποία είναι απαραίτητο ένα εξωτερικό ερέθισμα για την πρόκληση των σχετικών θερμικών αντιθέσεων. Στην περίπτωση της εφαρμογής της θερμικής κάμερας για την ανάλυση της κλίσης των επίγειων αντικειμένων, η ύπαρξη ρωγμών, υπόγειων κενών, υγρασίας και ζωνών διήθησης θα επηρεάσουν τα θερμικά χαρακτηριστικά των υλικών (πυκνότητα, θερμική ικανότητα και αγωγιμότητα) τροποποιώντας την μεταφορά της θερμοκρασίας τους. Ως εκ τούτου, η παρουσία ανομοιογένειας θα εμφανίζεται στη θερμική απεικόνιση ως ένα ανώμαλο θερμικό πρότυπο σε σχέση με το γύρω περιβάλλον («μια θερμική ανωμαλία») (Martino & Mazzanti, 2014).

Η ποιοτική ανάλυση των επίγειων θερμογραφικών εικόνων, με βάση την εντόπιση και την ερμηνεία των θερμικών ανωμαλιών, μπορεί να αποκαλύψει την

παρουσία δυνητικών κριτηρίων των αντικειμένων όπως (Squarzoni et al., 2008, Wu et al., 2005) :

1. Δομικές ασυνέχειες εξαιτίας της επίδρασης της ψύξης/θέρμανσης του κυκλοφορούντος αέρα μέσα σε ανοιχτές ρωγμές και της διαφορετικής ικανότητας μεταφοράς της θερμότητας του εσωτερικού των υλικών σε σχέση με την εκτεθειμένη επιφάνεια τους.
2. Ζώνες υγρασίας ή διαρροής, εξαιτίας της επιφανειακής ψύξης από την εξάτμιση του νερού.
3. Προεξέχοντα συστήματα και σημάδια, εξαιτίας της κλίσης και της τοπογραφικής τραχύτητας των αντικειμένων, οι οποίες δημιουργούν σκιάσεις κατά τη διάρκεια του ημερήσιου κύκλου της ηλιακής ακτινοβολίας.
4. Περιοχές με χαλαρές συνδέσεις και θραύσματα, εξαιτίας της ψυκτικής επίδρασης του κυκλοφορούντος αέρα μέσα στα κενά.

Περαιτέρω, η χρήση των δεδομένων από πολυχρονικές θερμογραφικές έρευνες, που χαρακτηρίζονται από μια σειρά αποκτηθέντων θερμικών εικόνων σε διαφορετικές συνθήκες του ηλιακού φωτισμού (π.χ. ανατολή, μεσημέρι, δύση ή και ενδιάμεσα χρονικά διαστήματα), μπορούν να παρέχουν πληροφορίες σχετικά με την απόδοση της θερμικής μεταφοράς της αναλυθείσας κλίσης της επιφάνειας (φάσεις ψύξης-θέρμανσης).

Κεφάλαιο 4

Σχεδιασμός σχολικής αυλής. Καθορισμός και λειτουργία της ποιοτικής σχολικής αυλής.

4.1 Η ιστορία σχεδιασμού των σχολικών αυλών

Η δυνατότητα για τη χρήση των υπαίθριων χώρων των σχολείων για εκπαιδευτική δράση είναι αρκετά παλιά. Η χρήση τους στην εκπαιδευτική πρακτική (π.χ. των σχολικών κήπων) προκάλεσε σειρά παιδαγωγικών συζητήσεων (Jenremonic, 1964). Μάλιστα, ήταν πολλά τα σχολεία που, σε συνεννόηση και με οικονομική στήριξη του κρατικού εκπαιδευτικού φορέα, τροποποίησαν το πρόγραμμα σπουδών τους υιοθετώντας εκπαιδευτικές πρακτικές σε υπαίθριους φυσικούς χώρους. Οι πρακτικές αφορούσαν τη μελέτη διαφόρων γνωστικών αντικειμένων, με επίκεντρό τους τη μελέτη της φύσης (Jenkins & Swinnerton, 1998).

Οι πρώτες κινήσεις για την ίδρυση σχολικών αυλών περιγράφονται στις αρχές του 19^{ου} αιώνα, με πολλά στοιχεία τους να αναγνωρίζονται μέχρι και σήμερα. Οι Thompson et al. (2007), αναφέρουν ότι «τα οργανωμένα περιβάλλοντα παιχνιδιών στις Ηνωμένες Πολιτείες δημιουργήθηκαν για πρώτη φορά στις αρχές του 19^{ου} αιώνα» (σελ. 11). Η έρευνα του Mero (1908) βρήκε ότι η πρώτη υπαίθρια παιδική χαρά και με γυμναστήριο με επίβλεψη και εκπαίδευση κατασκευάστηκε στο Round Hill School στο Νορθάμπτον της Μασαχουσέτης το 1825. Ωστόσο, η πρώτη καταγεγραμμένη περίπτωση σχολικής χαράς σε σχολική αυλή ήταν το 1896 στο Civic Club του Πίτσμπουργκ της Πενσυλβάνιας (Mero, 1908).

Κατά τη διάρκεια του πρώτου παγκοσμίου πολέμου, η κυριότερη χρήση των σχολικών αυλών ήταν η δημιουργία σχολικών κήπων με λαχανικά (Bramwell, 1961, Rickinson et al., 2003). Μετά τη λήξη του πολέμου, η συνεχής μετακίνηση πληθυσμών στα αστικά κέντρα, θεωρήθηκε ότι συντελεί στην απομάκρυνση των παιδιών από το φυσικό περιβάλλον, καθιστώντας τον σχολικό κήπο τον μοναδικό χώρο για την μελέτη της φύσης (Branson, 1950, σελ. 2). Αργότερα, οι σχολικές αυλές θεωρήθηκαν ως ένα χαρακτηριστικό του ευρύτερου σχολικού περιβάλλοντος και εντάχθηκαν στα επίσημα αναλυτικά προγράμματα σπουδών, με την βαθμιαία εισαγωγή ευρύτερων γνωστικών πεδίων όπως η ραπτική, η τέχνη, η φυτοκομία, η μελέτη της φυσικής κ.α. (Davis, 1957).

Η αύξηση του ενδιαφέροντος για τις δυνατότητες αξιοποίησης της σχολικής αυλής οδήγησε στη κινητοποίηση των διεθνών ερευνητών και σε διαφορετικές προσεγγίσεις ένταξής της στο πλαίσιο μιας υπαίθριας αγωγής. Παράλληλα, εμφανίζονται όλο και περισσότερα εκπαιδευτικά προγράμματα σε σχέση με την κατανόηση των τροφίμων και της καλλιέργειας αυτών, προτρέποντας τα σχολεία να εντάξουν στο πρόγραμμα σπουδών τους την υπαίθρια εκπαίδευση και μάθηση (Barker et al., 2002).

Ωστόσο, η επέκταση της χρήσης της σχολικής αυλής και σε άλλες εκπαιδευτικές δραστηριότητες προϋπέθετε και τις ανάλογες υλικοτεχνικές υποδομές των σχολικών αυλών. Όπως όμως έδειξαν έρευνες σε πολλές χώρες, το σύνολο των σχολικών αυλών προοριζόταν για την στήριξη αθλητικών προγραμμάτων, περιορισμένου αριθμού ειδών παιχνιδιού, ενώ αδυνατούσαν να υποστηρίξουν ακόμη και βασικές ανάγκες των παιδιών, όπως η προστασία από καιρικά φαινόμενα, με τους μαθητές να εκδηλώνουν συναισθήματα αποστροφής προς αυτές (Burke & Grosvenor, 2003, Titman, 1999).

Ακολούθησαν πολλές έρευνες σε σχέση με τη χρήση της σχολικής αυλής στις εκπαιδευτικές διεργασίες. Κάποιες από αυτές την εξέταζαν ως χώρο και την επίδραση της στον τύπο και την ποικιλία των παιχνιδιών που δινόταν να φιλοξενήσει (Brett et al., 1993, Moore & Wong 1997). Άλλες μελέτες ερευνούσαν τον αντίκτυπο και τα οφέλη της εκπαιδευτικής, κοινωνικής και περιβαλλοντικής επίδρασης από την αναδιαμόρφωση τους (Casey, 2003, Dymont, 2004). Υπήρχαν και έρευνες που μελετούσαν τις απόψεις των εκπαιδευτικών σχετικά με τη χρήση των υπαίθριων χώρων στην εκπαιδευτική διαδικασία (Malone & Tranter, 2003, Rickinson et al., 2004).

Στην Ελλάδα, οι έρευνες που διενεργήθηκαν αναφορικά με τις σχολικές αυλές έδειξαν ότι, σε αντίθεση με το συνεχώς αυξανόμενο διεθνές ενδιαφέρον, τα ζητήματα της οργάνωσης, του σχεδιασμού και της χρήσης των σχολικών αυλών της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης είτε έχουν παραμεληθεί είτε έχουν υποτιμηθεί. Ιδιαίτερα σε σχέση με την δυνατότητα της χρήσης της σχολικής αυλής για περιβαλλοντική εκπαίδευση και αειφόρο ανάπτυξη, οι ελληνικές έρευνες είναι περιορισμένες (Ταμουτσέλη, 2003, Καΐλα και συν., 2005).

Δυστυχώς, παρά το αυξημένο ενδιαφέρον και το πλήθος των ερευνών σε σχέση με την ενσωμάτωση της σχολικής αυλής στις εκπαιδευτικές διεργασίες, η εικόνα των περισσότερων σχολικών αυλών τόσο στην Ελλάδα όσο και διεθνώς,

παραμένει απογοητευτική. Οι όποιες προσπάθειες έγιναν ήταν μάλλον αποσπασματικές ή συνιστούσαν μέρος επιδοτούμενων προγραμμάτων και σχετιζόταν με τις επιλογές και τις αποφάσεις των εκπαιδευτικών μονάδων και όχι των εκπαιδευτικών φορέων (Ταμουτσέλη, 2003, Καΐλα και συν., 2005).

4.2 Η έννοια του ποιοτικού χώρου

Σύμφωνα με την άποψη του Gehl (1996), ένας υψηλής ποιότητας δημόσιος ανοιχτός χώρος είναι αυτός που κάνει τους ανθρώπους να θέλουν να παραμείνουν σε αυτόν για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα και να ασχοληθούν με ένα ευρύτερο φάσμα δραστηριοτήτων. Ωστόσο, η έννοια της ποιότητας ενός χώρου σχετίζεται με τα κριτήρια και τις αντιλήψεις των ατόμων για την χρηστικότητα του στην κάλυψη των αναγκών τους. Στην περίπτωση της μη κάλυψης αυτών, ο χώρος καθίσταται άχρηστος και ανεπιτυχής.

Η ποιότητα ενός δημόσιου ανοιχτού χώρου ορίζεται με βάση δυο πτυχές του: τη λειτουργικότητα και τα φυσικά χαρακτηριστικά του. Η λειτουργικότητα σχετίζεται με το υπόβαθρο των ατόμων που τον χρησιμοποιούν και από τις φυσικές τους δραστηριότητες. Υπό αυτή την έννοια, ένας ανοιχτός χώρος πρέπει να είναι προσβάσιμος για όλες τις κοινωνικές τάξεις, δημοκρατικός και αντιπροσωπευτικός της τοπικής κουλτούρας και παράδοσης. Ορισμένα από τα φυσικά χαρακτηριστικά ενός ποιοτικού ανοιχτού δημόσιου χώρου είναι η διαθεσιμότητα μιας σαφούς πρόσβασης των πεζών και η διασύνδεση τους με τα μέσα μαζικής μεταφοράς (Cabe & Detr, 2001, Gehl 2002, Project for Public Space, 2000).

Αναφορικά με τη συσχέτιση της χρηστικότητας και της ποιότητας ενός δημόσιου ανοιχτού χώρου, υπάρχουν κάποιες έρευνες που αφορούν αναπτυγμένες χώρες με χώρους καλά σχεδιασμένους. Ωστόσο, για τις υπο ανάπτυξη χώρες, με προβλήματα υποβάθμισης του αστικού περιβάλλοντος και ελάττωση των ανοιχτών δημόσιων χώρων δεν υπάρχουν δεδομένα. Η ποιότητα ζωής των κατοίκων των αστικών πόλεων είναι το αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασής τους με το αστικό περιβάλλον (Das, 2008). Περαιτέρω, η ικανοποίηση που προσλαμβάνουν από το επίπεδο του αστικού περιβάλλοντος συνιστά ένα δείκτη της ποιότητας της ζωής τους. Καθώς οι ανοιχτοί δημόσιοι χώροι συνιστούν ένα στοιχείο του αστικού περιβάλλοντος, τα επίπεδα ικανοποίησης των κατοίκων από τους χώρους αυτούς μπορούν να αποτελέσουν έναν δείκτη της ποιότητας ζωής τους (Das, 2008).

Η φυσική δομή των ανοιχτών δημόσιων χώρων και η δυνατότητα που παρέχουν για πολλών ειδών δραστηριότητες έχουν μεγάλη επίδραση στη ποιότητα ζωής των χρηστών, ιδιαίτερα στην πλήρωση των αναγκών των ατόμων για υγεία, αναψυχή και ποιοτικό αστικό περιβάλλον. Η εικόνα των δέντρων και των κήπων μπορούν να επιδράσουν θετικά στη χαλάρωση και ηρεμία των κατοίκων της πόλης (Ulrich, 1984). Επίσης, η δυνατότητα για πολλών ειδών δραστηριότητες συμβάλλει ουσιαστικά στην ποιότητα ζωής των αστών, ιδιαίτερα στις πτυχές της ψυχολογικής και φυσικής υγείας, των ωφελειών της διασκέδασης και στην πλήρωση της ανάγκης για ένα ευχάριστο αστικό περιβάλλον (Kaplan & Kaplan, 2009, Maller et al, 2009). Συνεπώς, η αντίληψη των αστών σε σχέση με την ποιότητα ενός ανοιχτού δημόσιου χώρου έχει ιδιαίτερη επίδραση στην αντίληψη της ποιότητας ζωής τους.

Ωστόσο, το ερευνητικό κενό που υπάρχει για τη σχέση μεταξύ ενός δημόσιου ανοιχτού χώρου και της ποιότητας ζωής, σχετίζεται με ορισμένους παράγοντες όπως το αντικείμενο της έρευνας, η κλίμακα του ανοιχτού χώρου και τα αστικά χαρακτηριστικά αυτού. Κάποιες έρευνες μελέτησαν τη σχέση μεταξύ ενός ή περισσότερων παραγόντων των ανοιχτών χώρων με έναν ή περισσότερους παράγοντες της ποιότητας ζωής. Κάποιες άλλες ασχολήθηκαν με τη σχέση αυτή χρησιμοποιώντας χαρακτηριστικά από βάσεις δεδομένων και υποκειμενικά δεδομένα της ποιότητας ζωής (Beck, 2009, Lynch, 2007, Quintas & Curado, 2009). Το μεγαλύτερο όμως πρόβλημα προέρχεται από το γεγονός ότι οι πλειονότητα των ερευνών αφορά σε ανεπτυγμένες χώρες, με σαφή καθορισμό των ανοιχτών δημόσιων χώρων σε αστικά περιβάλλοντα, αλλά ελάχιστες διενεργήθηκαν σε υπό ανάπτυξη χώρες που υπάρχει απουσία πρόβλεψης τέτοιου είδους χώρων (Kaplan & Kaplan, 2009). Συνεπώς, ο καθορισμός της έννοιας ενός χώρου σε ένα αστικό περιβάλλον ως ποιοτικού προέρχεται από μελέτες σε χώρες που είχαν ήδη λάβει υπόψη τη σημασία τους για την ποιότητα των χρηστών τους, και ως εκ τούτου, τα αποτελέσματα των ερευνών δεν μπορούν να γενικευτούν (Beck, 2009, Lynch, 2007, Quintas & Curado, 2009).

4.3 Βασικές αρχές σχεδιασμού

Σύμφωνα με την έρευνα του Titman (1994), υπάρχει ένα τεράστιο δυναμικό για την ανάπτυξη μιας σχολικής αυλής ώστε να παρέχει περισσότερα οφέλη στους χρήστες της. Παράλληλα, η έρευνα έδειξε την ύπαρξη πολλών πιθανών σημείων

εκκίνησης και δυνατοτήτων για τον τρόπο της ανάπτυξης των σχολικών αυλών. Στη βιβλιογραφία υπάρχουν πολλοί διαφορετικοί ορισμοί της ανάπτυξης των σχολικών αυλών που ωστόσο έχουν τα ίδια χαρακτηριστικά. Οι βασικές αρχές σχεδιασμού μιας σχολικής αυλής σχετίζονται με τον τρόπο ανάπτυξης νέων δυνατοτήτων και των προκλήσεων που πρέπει να ληφθούν υπόψη. Η επικέντρωση του σχεδιασμού γίνεται στις λειτουργίες, τα χαρακτηριστικά και στα οφέλη των μαθητών στις εξής κατηγορίες (Rentsch, 2013): μαθησιακές ευκαιρίες, δυνατότητες παιχνιδιού, περιβαλλοντική μάθηση και περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση, υγεία και ευεξία, συμμετοχή των μαθητών και αίσθημα ιδιοκτησίας.

Ευκαιρίες μάθησης

Στην πλειονότητά τους, οι παραδοσιακές σχολικές αυλές δεν είναι συνδεδεμένες με την επίσημη εκπαίδευση, δεν προσφέρουν ένα μεγάλο φάσμα χώρων δημιουργικού παιχνιδιού και πολύ δύσκολα προκαλούν την περιέργεια των μαθητών. Μέσα από την ανάπτυξη του σχεδιασμού μιας σχολικής αυλής μπορούν να αναπτυχθούν νέες ευκαιρίες μάθησης. Ο Danks (2010) προτείνει ότι με την παροχή *«πρακτικών πόρων μάθησης και συστημάτων διαβίωσης»* οι μαθητές μπορεί να *«εμπνευστούν να εξερευνήσουν τον κόσμο τους, να χρησιμοποιήσουν τη φαντασία τους και να συμμετέχουν με ενθουσιασμό σε μαθήματα με ευρεία ποικιλία αντικειμένων»* (σελ. 1). Την ίδια ώρα, μπορούν να δημιουργηθούν νέοι χώροι «πράξης» στις σχολικές αυλές που να ικανοποιούν την ανάγκη των μαθητών για την ανάπτυξη νέων δεξιοτήτων, νέων προκλήσεων και ρίσκου. Με αυτόν τον τρόπο μπορούν να αντιμετωπιστούν και οι διαφορετικοί τρόποι μάθησης μέσα σε ένα «ουσιαστικό και ελκυστικό πλαίσιο μάθησης» (Dyment, 2005, σελ.23). Επιπρόσθετα, μπορεί να αναπτυχθεί μια περισσότερο ποικιλόμορφη σχολική αυλή που να εξυπηρετεί ως μία επιπλέον πηγή μάθησης και αφετηρία για την ανάπτυξη δεσμών μεταξύ της υπαίθριας εκπαίδευσης και του υποχρεωτικού προγράμματος σπουδών. Είναι αναγκαίο να δημιουργηθούν χώροι που να μπορούν οι μαθητές να συναντηθούν και να καθίσουν με το σύνολο της τάξης για τη διενέργεια υπαίθριων μαθημάτων (Danks, 2010). Επίσης, όπως προτείνει ο Titman (1994), είναι αναγκαία η δημιουργία «χώρων για σκέψη», που να προκαλούν την πνευματική διέγερση και ενθάρρυνση των παιδιών να ανακαλύψουν τον περιβάλλοντα κόσμο τους.

Ευκαιρίες για παιχνίδι

Οι περισσότερες σχολικές αυλές παρέχουν σταθερό εξοπλισμό για παιχνίδι και περιοχές διαφόρων αθλητικών δραστηριοτήτων (π.χ. γήπεδο ποδοσφαίρου), ενώ σπανίως περιλαμβάνουν περιοχές ανοικτές που να προκαλούν την φαντασία των παιδιών. Ο βασικός σχεδιασμός μιας σχολικής αυλής περιλαμβάνει τη συμπλήρωση των υπάρχοντων εξοπλισμών και περιοχών με φυσικά περιβάλλοντα για παιχνίδι (Danks, 2010), που να προκαλούν τα παιδιά στην ανάπτυξη διαφόρων δραστηριοτήτων. Σύμφωνα με τον Danks (2000), τα ανοιχτά παιχνίδια στη φύση ενθαρρύνουν τη συνεργατική αλληλεπίδραση, την αυτό-έκφραση και την φαντασία των παιδιών. Κάποια ενδεικτικά στοιχεία που μπορούν να συμπεριληφθούν σε μία σχολική αυλή είναι η άμμος, τα φυτά, το νερό, τα κούτσουρα και οι ογκόλιθοι, ώστε να παρέχουν στα παιδιά ευκαιρίες για παιχνίδι με φυσικές προκλήσεις, ενώ παράλληλα θα διεγείρουν τη δημιουργικότητα και την αίσθηση της περιπέτειας. Παρά το γεγονός ότι οι ασφαλτοστρωμένες επιφάνειες είναι ευκολότερες στη συντήρηση, οι φυσικές επιφάνειες, όπως το χώμα και τα φύλλα θεωρούνται ένα σημαντικό μέρος των σχολικών αυλών και ιδιαίτερα αυτών στα αστικά κέντρα (Danks, 2010).

Περιβαλλοντική μάθηση και ευαισθητοποίηση

Η φύτευση και ο εμπλουτισμός των σχολικών αυλών με διάφορα φυτά και δέντρα αυξάνει τη βιοποικιλότητα του σχολικού περιβάλλοντος. Τα εγγενή φυτά προσφέρουν τροφή και καταφύγιο για τα εγγενή ζώα. Ένα από τα κυριότερα χαρακτηριστικά της βιοποικιλότητας μιας σχολικής αυλής, εκτός από τον αριθμό των διαφορετικών ειδών, είναι και η μεταξύ τους αλληλεπίδραση (Schumacher, 2010). Η ανάπτυξη μίας «οικολογικής σχολικής αυλής» με βιοποικιλότητα βοηθάει τους μαθητές να κατανοήσουν τις συνδέσεις τόσο μεταξύ των φυσικών συστημάτων όσο και της θεωρίας με την πράξη. Επιπρόσθετα, βοηθάει τα παιδιά να κατανοήσουν την δική τους επίδραση στο περιβάλλον. Περαιτέρω, έχει φανεί ότι οι οικολογικές σχολικές αυλές ενθαρρύνουν την καθημερινή και άμεση πρόσβαση των παιδιών σε φυσικά φαινόμενα, και ως εκ τούτου, έχουν το δυναμικό της έμπνευσης και τροφοδότησης της όρεξης για τη φύση και την ύπαιθρο και την καλλιέργεια της αίσθησης της κατάπληξης. Τα συναισθήματα αυτά μπορούν να οδηγήσουν στην ανάπτυξη και ενίσχυση της περιβαλλοντικής ευαισθητοποίησης (Dyment, 2005).

Υγεία και ευεξία

Ο σχεδιασμός των τυπικών σχολικών αυλών εστιάζει ιδιαίτερα στη χρήση τους κατά τη διάρκεια των διαλλειμάτων και έχει ως σκοπό την προώθηση μιας υγιούς φυσικής δραστηριότητας μέσα από αθλήματα (Dyment, 2005). Την ίδια ώρα, η ευρεία χρήση των ασφαλτοστρωμένων επιφανειών έχει ως συνέπεια την πρόσκληση τραυματισμών. Η δημιουργία περισσότερων μαλακών επιφανειών, καλυμμένων από μαλακά υλικά εδάφους, όπως η άμμος και το γρασίδι μπορούν να μειώσουν τους τραυματισμούς (Danks, 2010). Μια άλλη πτυχή της ενίσχυσης της υγείας των παιδιών είναι η δημιουργία οργανικών κήπων με βρώσιμα φυτά. Όταν τα παιδιά συνδυάζουν το μαγείρεμα και την κατανάλωση λαχανικών και φρούτων που έχουν καλλιεργήσει και συντηρήσει τα ίδια, ενισχύεται η ανάπτυξη ενός προτύπου υγιεινής διατροφής (Danks, 2010).

Περιοχές σκέψης και ιδιωτικότητας

Σύμφωνα με τον Titman (1994), οι «τόποι ύπαρξης» συνιστούν ένα πολύτιμο μέρος των σχολικών αυλών. Οι χώροι αυτοί επιτρέπουν στους μαθητές να είναι ο εαυτός τους και να αναγνωρίζουν την ατομικότητα τους, την ανάγκη να έχουν ένα ατομικό χώρο σε μία δημόσια περιοχή για την ιδιωτικότητά τους, για να μείνουν μόνοι ή και με φίλους, να απομακρυνθούν από την φασαρία και να νιώσουν παιδιά (Titman, 1994). Οι πτυχές αυτές είναι ιδιαίτερα σημαντικές για την ευεξία των μαθητών, και ένας βασικός σχεδιασμός των σχολικών αυλών οφείλει να το λαμβάνει υπόψη.

Συμμετοχή και αίσθημα ιδιοκτησίας

Η έρευνα του Titman (1994) έδειξε ότι όταν μια σχολική αυλή συνιστά ένα χώρο συναισθημάτων, που ενθαρρύνει τα παιδιά να συμμετέχουν, τότε μπορεί να αναπτυχτεί και μια αίσθηση ιδιοκτησίας και περηφάνιας. Η έννοια της συμμετοχής περιλαμβάνει και τη δυνατότητα οι μαθητές να συμμετέχουν σε διεργασίες αποφάσεων και σχεδιασμού, όπως και να αναλαμβάνουν ευθύνες (π.χ. φροντίδα των φυτών). Μια άλλη πτυχή σχετίζεται με το γεγονός ότι η εμπλοκή των μαθητών και το αίσθημα της ιδιοκτησίας μπορεί να οδηγήσει σε μείωση των περιστατικών

παραβατικής συμπεριφοράς (Dyment, 2005). Ο σχεδιασμός μιας σχολικής αυλής με βάση τις ανάγκες, τις απόψεις και την συμμετοχή των μαθητών στις αποφάσεις αξιοποίηση της αυξάνει το αίσθημα του ανήκειν και προωθεί τη συμμετοχική μάθηση.

Κεφάλαιο 5

Ερευνητικό μέρος – Μεθοδολογία

5.1 Κριτήρια επιλογής σχολικών αυλών

Βασικό κριτήριο επιλογής των αύλειων χώρων για την μελέτη αυτή αποτελεί η παρουσία ή μη του φυτικού υλικού στους υπαίθριους σχολικούς χώρους, ο σχεδιασμός τους καθώς επίσης και η ποικιλία των υλικών εδαφοκάλυψης. Βασικά στοιχεία που συμβάλλουν στην δημιουργία ενός μικροκλίματος. Επιλέχθηκαν δύο ιδιωτικά σχολεία και ένα συγκρότημα δημόσιων σχολείων στην ευρύτερη περιοχή της Αθήνας (πίνακας Α) που χαρακτηρίζεται από παρουσία χώρων πρασίνου.

Η έρευνα διεξήχθη σε 12 διαφορετικές σχολικές αυλές με τους υποχώρους της κάθε σχολικής αυλής ξεχωριστά. Για τη διασφάλιση της προστασίας προσωπικών δεδομένων των υπό μελέτη σχολείων έγινε αρίθμηση αυτών σύμφωνα με την οποία γίνεται αναφορά τους στο κείμενο της παρούσας πτυχιακής μελέτης (πίνακας Α).

Πίνακας Α: Κύρια περιγραφή των υπό μελέτη σχολείων στην ευρύτερη περιοχή της Αθήνας.

Αρίθμηση Σχολείου	Βαθμίδα εκπαίδευσης	Ιδιοκτησιακό καθεστώς	Περιοχή
1	Νηπιαγωγείο	Ιδιωτικό	Ψυχικό
	Δημοτικό/ Γυμνάσιο/ Λύκειο (κοινός αύλειος χώρος)		
2	Νηπιαγωγείο	Δημόσιο	Καισαριανή
	Δημοτικό 1		
	Δημοτικό 2		
	Γυμνάσιο 1		
	Γυμνάσιο 2		
	Λύκειο 1		
3	Λύκειο 2	Ιδιωτικό	Μαρούσι
	Νηπιαγωγείο		
	Δημοτικό		
	Γυμνάσιο/Λύκειο (κοινός αύλειος χώρος)		

Έπειτα από αίτημα έγκρισης της έρευνας στην διεύθυνση κάθε σχολείου, έγινε λήψη φωτογραφιών μέσω θερμικής κάμερας κατά τις μεσημβρινές ώρες (με την επίβλεψη επίκουρου καθηγητή του Γ.Π.Α.) και χωρίς την παρουσία των μαθητών εντός αυτών. Παρατηρήθηκαν και καταγράφηκαν επίσης οι κινήσεις των μαθητών

στις ώρες των διαλειμμάτων κυρίως για μία διδακτική εβδομάδα (5 ημέρες) σε κάθε σχολείο. Η παρατήρηση και η καταγραφή των μαθητών πραγματοποιήθηκαν κυρίως κατά τις μεσημβρινές ώρες των μηνών Απρίλιος, Μάιος και Ιούνιος, 2018. Με την βοήθεια διαθέσιμου εκπαιδευτικού, μπορούσαμε να γνωρίζουμε σε ποια τάξη μαθητεύουν οι μαθητές ώστε να ληφθεί υπόψη η ηλικία των παιδιών κατά την καταγραφή. Με την επιτόπια αυτή καταγραφή (σε κατόψεις που δόθηκαν από την διεύθυνση κάθε σχολείου ή αυτοσχέδιες κατόψεις), έγινε προσπάθεια να εντοπιστεί ο αριθμός των μαθητών που χρησιμοποιούν τους χώρους της σχολικής αυλής κατά την διάρκεια των διαλειμμάτων (φωτογραφίες 9 και 10 - παράρτημα). Έγινε ο διαχωρισμός σε αγόρια – κορίτσια καθώς επίσης και σε ηλικιακή ομάδα - βαθμίδα εκπαίδευσης (Νηπιαγωγείο- Δημοτικό –Γυμνάσιο – Λύκειο).

Για την μελέτη των βιομετεωρολογικών συνθηκών στους σχολικούς αύλειους χώρους που επιλέχθηκαν, πραγματοποιήθηκε έρευνα της θερμικής κατάστασης διαφόρων περιοχών εντός των σχολικών αυλών με την χρήση της θερμοκάμερας. Όπως προαναφέρθηκε στο κεφάλαιο 3, μέσω της θερμικής απεικόνισης γίνεται δυνατή η οπτική παρουσίαση της διαφοροποίησης των θερμομετρικών συνθηκών των επιφανειών κατά την ώρα της λήψης με τα διάφορα χρώματα να αντιπροσωπεύουν διαφορετικά θερμοκρασιακά επίπεδα της επιφάνειας τους αντικειμένου. Οι λήψεις με την θερμοκάμερα έγιναν από σημεία με καλή προοπτική του χώρου, από υπερυψωμένα μέρη μέσα στους αύλειους χώρους αλλά και από την ταράτσα του κάθε σχολείου.

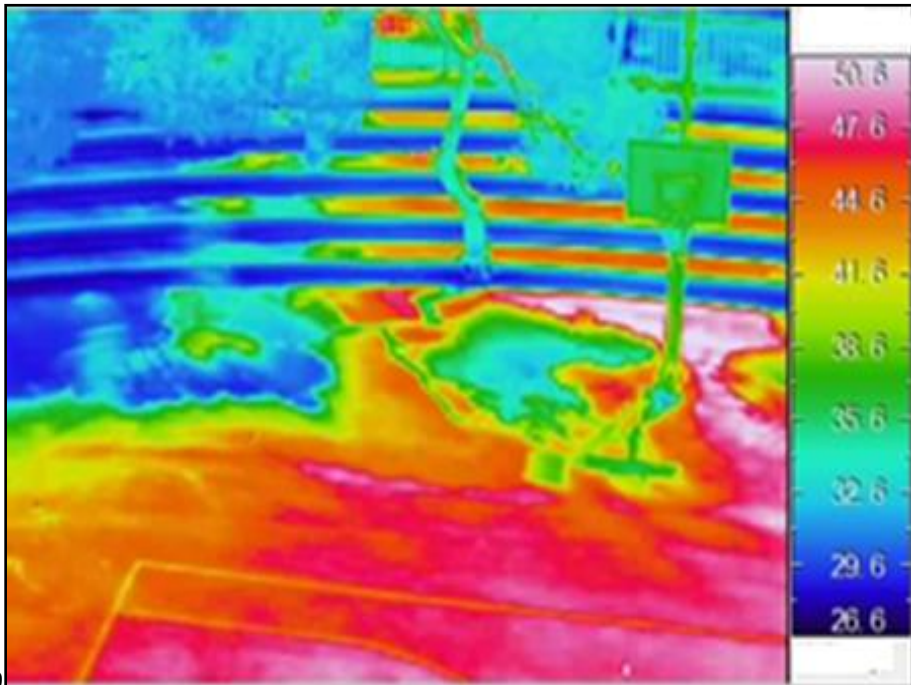
Στην συνέχεια επιλέχθηκαν προς σχολιασμό και ανάλυση οι φωτογραφίες θερμικής απεικόνισης των διαφόρων χώρων των σχολείων. Τα δεδομένα από τις παρατηρήσεις και καταγραφές επεξεργάστηκαν στο στατιστικό πρόγραμμα SPSS Statistics v17 (SPSS Inc.,USA) προκειμένου να ληφθούν οι πίνακες και τα ραβδογράμματα που ακολουθούν.

5.2 Χωρική απεικόνιση της θερμοκρασίας των εξωτερικών επιφανειών σε αύλειους χώρους σχολικών μονάδων

5.2.1 Σχολείο 1 (Νηπιαγωγείο, Δημοτικό, Γυμνάσιο, Λύκειο)



(α)



(β)

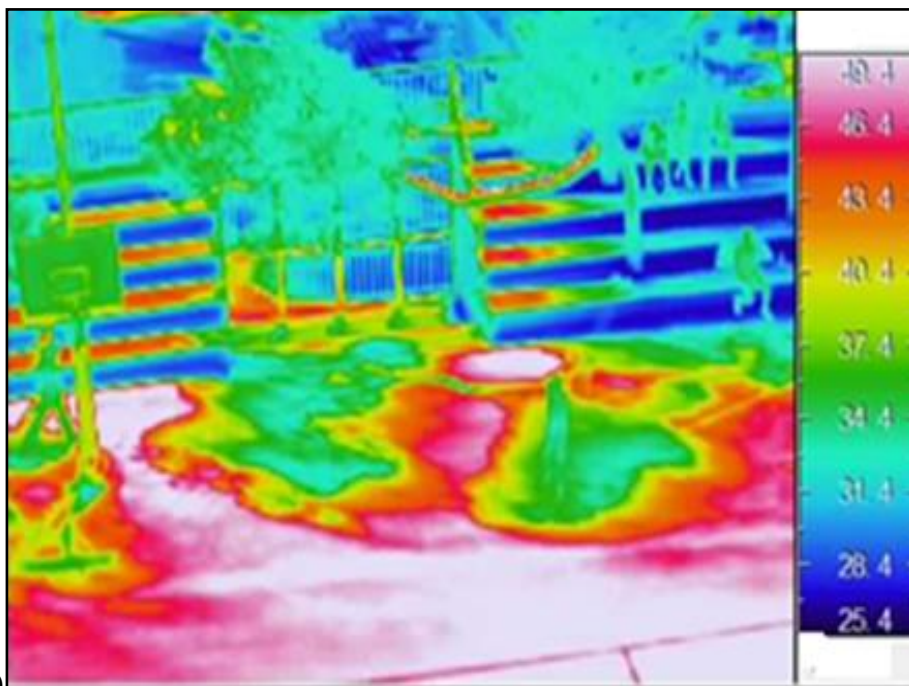
Εικόνα 6: Οπτική (α) και θερμική απεικόνιση (β) τμήματος του αγωνιστικού χώρου καλαθοσφαίρισης και των κερκίδων του Σχολείου 1 (Δημοτικό/Γυμνάσιο/Λύκειο) στις 01.06.2017 από 12:00 έως 14:00 LST.

Στην εικόνα 6 παρατηρήθηκε η θερμοκρασία της επιφάνειας του γηπέδου από ασφαλτο, σε μη σκιαζόμενες θέσεις, να παρουσιάζει τις μεγαλύτερες τιμές της (47,0-50,0⁰C) σε σχέση με άλλες επιφάνειες (τσιμέντο) . Αντίθετα, στις έντονα σκιαζόμενες από τις κόμης των δέντρων θέσεις των τσιμεντένιων κερκίδων (άνω αριστερό τμήμα της εικόνας), σημειώνονται αξιοσημείωτα μειωμένες τιμές της επιφανειακής θερμοκρασίας κατά 21,0-24,0⁰C. Πιο συγκεκριμένα, στις σκιασμένες από την κόμη κάθετες πλευρές των κερκίδων, η θερμοκρασία ανέρχεται στους 26.0-29.0⁰C ενώ οι οριζόντιες πλευρές τους (καθίσματα) καθίστανται θερμότερες περίπου κατά 3,0⁰C). Αντίθετα, οι οριζόντιες πλευρές (καθίσματα) σε μη σκιαζόμενες θέσεις (άνω δεξιό τμήμα της εικόνας) είναι έντονα θερμότερα σε σχέση με τις αντίστοιχες σκιαζόμενες θέσεις περίπου κατά 15,0 ⁰C . Επίσης, στην επιφάνεια που σκιάζεται από το καλάθι (μπασκέτα) του γηπέδου παρατηρούνται τιμές θερμοκρασίας (37,1⁰C) δηλαδή μεγαλύτερη θερμοκρασία κατά 3,0 ⁰C σε σχέση με την επιφάνεια της κόμης των δένδρων (άνω αριστερό τμήμα της εικόνας) και μικρότερη κατά 10,0-12,0 ⁰C σε σύγκριση με τις πλήρως ηλιαζόμενες θέσεις της επιφάνειας του γηπέδου.

Από την φωτογραφία θερμικής απεικόνισης, γίνεται επίσης φανερή μία σταδιακή αύξηση της θερμοκρασίας από τις κερκίδες προς το κέντρο του γηπέδου. Εντυπωσιακό ακόμη αποτελεί το γεγονός ότι η λευκή διαγράμμιση του γηπέδου παρουσιάζει έως και 6,0 ⁰C χαμηλότερη θερμοκρασία σε σχέση με την θερμοκρασία επιφάνειας του γηπέδου.



(α)



(β)

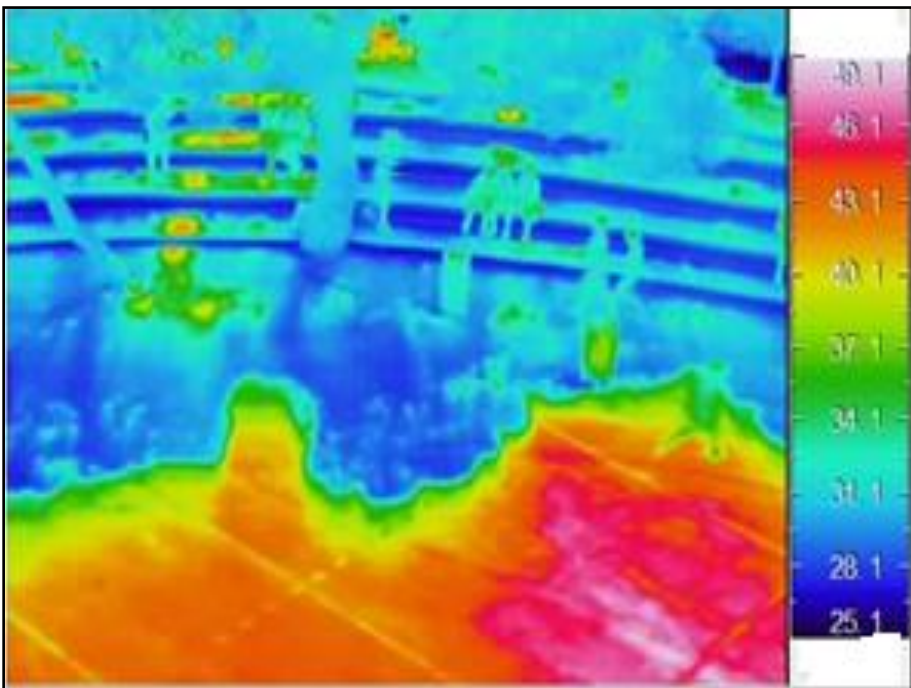
Εικόνα 7: Οπτική (α) και θερμική απεικόνιση (β) τμήματος του αγωνιστικού χώρου καλαθοσφαίρισης και των κερκίδων του Σχολείου 1 (Δημοτικό/Γυμνάσιο/Λύκειο) στις 01.06.2017 από 12:00 έως 14:00 LST.

Παρόμοια θερμική συμπεριφορά παρατηρήθηκε και στην περίπτωση της εικόνας 7. Πιο συγκεκριμένα, οι μη σκιαζόμενες θέσεις του γηπέδου παρουσίασαν τις μεγαλύτερες τιμές στη επιφανειακή θερμοκρασία αγγίζοντας τους $49,4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Η θερμοκρασία των επιφανειών των κερκίδων, και σε αυτή την περίπτωση, φαίνεται να είναι χαμηλότερη από αυτή του γηπέδου όπως και στην περίπτωση της προηγούμενης εικόνας. Στα σκιαζόμενα σημεία και ιδιαίτερα στις κάθετες πλευρές των κερκίδων η θερμοκρασία ελαττώνεται κατά $24,0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Επισημαίνεται ότι οι σκιαζόμενες θέσεις του αγωνιστικού χώρου που γειτνιάζουν με τις κερκίδες παρουσιάζουν μειωμένη θερμοκρασία στην επιφάνειά τους κατά $15,0$ έως $18,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ σε σχέση με τις αντίστοιχες πλήρως ηλιαζόμενες επιφάνειες του αγωνιστικού χώρου.

Επίσης, αξίζει να αναφερθεί η σημαντική μείωση της θερμοκρασίας της επιφάνειας γυμνού εδάφους σε σκιαζόμενες από την κόμη των δένδρων θέσεις (άνω κεντρικό μέρος της εικόνας) κατά $23,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ σε σχέση με τις πλήρως ηλιαζόμενες θέσεις του αγωνιστικού χώρου και κατά $3-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ σε σχέση με τις σκιαζόμενες θέσεις της προηγούμενης φωτογραφίας (εικόνα 6, $29,0 - 31,0\text{ }^{\circ}\text{C}$).



(α)



(β)

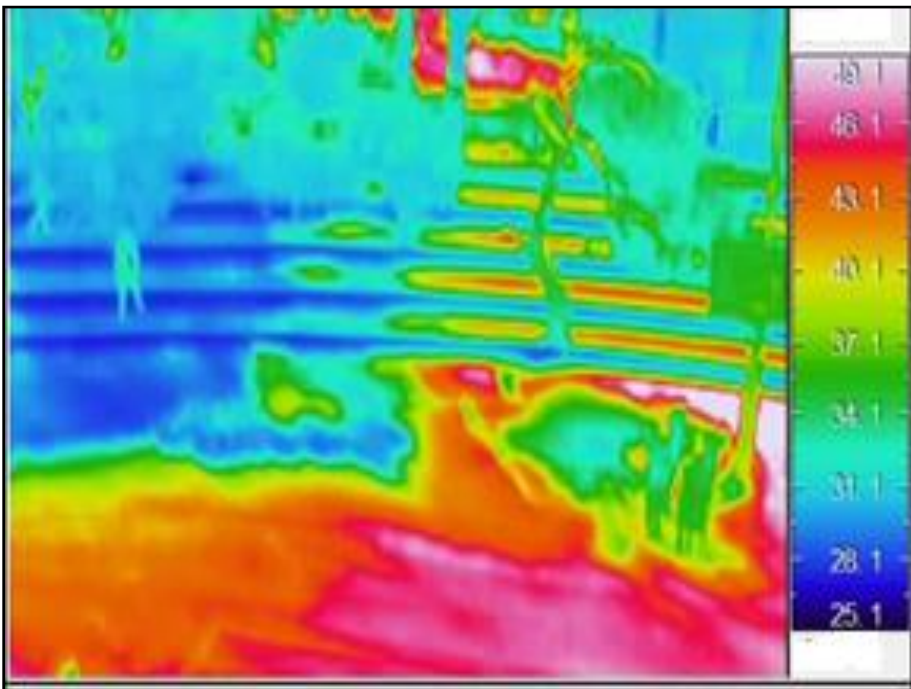
Εικόνα 8: Οπτική (α) και θερμική απεικόνιση (β) του αγωνιστικού χώρου καλαθοσφαίρισης και των κερκίδων του Σχολείου 1 (Δημοτικό/Γυμνάσιο/Λύκειο) στις 01.06.2017 από 12:00 έως 14:00 LST.

Στην εικόνα 8, φαίνεται καθαρά η θερμοκρασιακή διαφορά στην επιφάνεια των υλικών (άσφαλτος, τσιμέντο) που οφείλεται κυρίως στην σκιά των δέντρων. Πιο συγκεκριμένα, δυσμενείς θερμομετρικές συνθήκες διαμορφώνονται στην επιφάνεια του χώρου που εκτίθεται πλήρως στις ηλιακές ακτίνες (γήπεδο από άσφαλτο) με αποτέλεσμα η θερμοκρασία της επιφάνειας των υλικών του να φτάνει τους 40,0- 43,0 °C. Επίσης, εντοπίζεται στον ίδιο χώρο μία εξαιρετικά θερμή κηλίδα που παρουσιάζει επιφανειακή θερμοκρασία έως και 49°C η οποία θα μπορούσε να αποδοθεί ενδεχομένως στον προσανατολισμό της συγκεκριμένης θέσης. Η λευκή διαγράμμιση του γηπέδου παρουσιάζει και εδώ χαμηλότερη θερμοκρασία 3°C - 5,0 °C (39°C) σε σχέση με την θερμοκρασία επιφάνειας του γηπέδου.

Όμως τόσο η επιφάνεια της κόμης των δένδρων όσο και εκείνη και των κερκίδων στις σκιαζόμενες θέσεις παρουσιάζουν αξιοσημείωτα χαμηλότερες τιμές της επιφανειακής θερμοκρασίας κατά 18,0 έως 24,0 °C σε σχέση με την θερμότερη κηλίδα της επιφάνειας του αγωνιστικού χώρου.



(α)

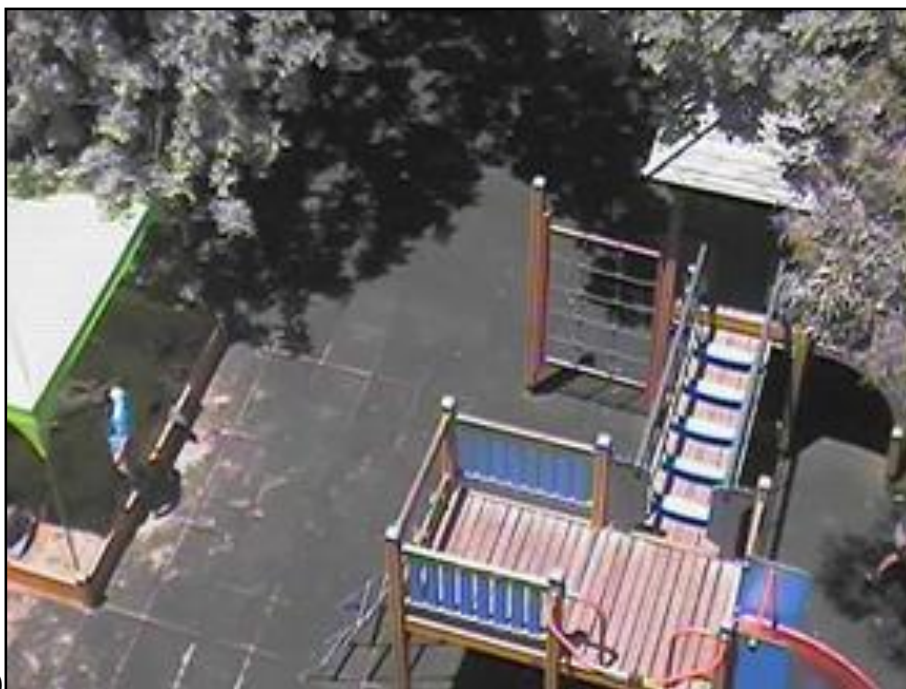


(β)

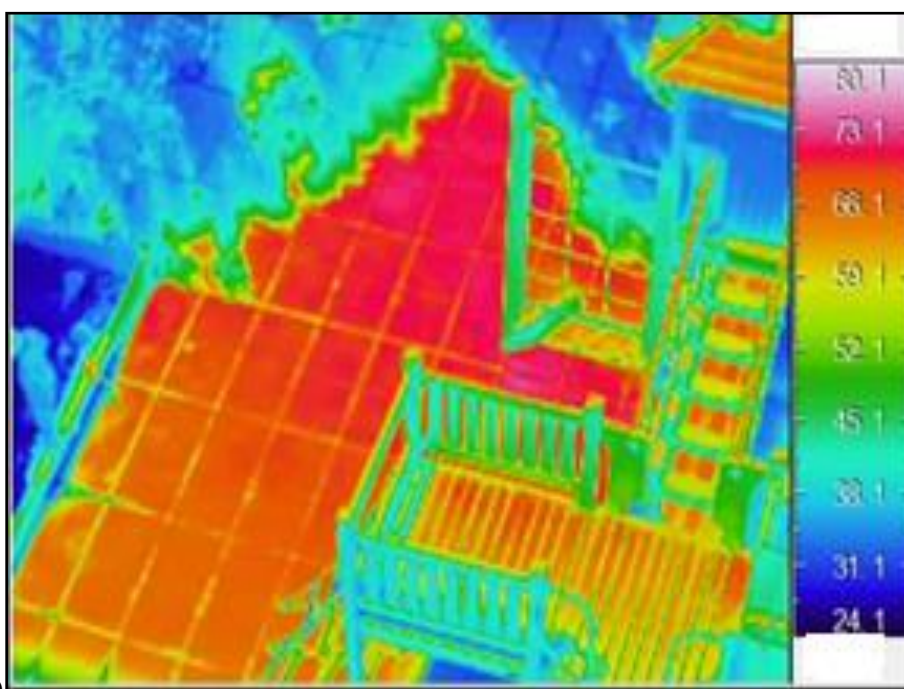
Εικόνα 9. Οπτική (α) και θερμική απεικόνιση (β) του αγωνιστικού χώρου καλαθοσφαίρισης και των κερκίδων του Σχολείου 1 (Δημοτικό/Γυμνάσιο/Λύκειο) στις 01.06.2017 από 12:00 έως 14:00 LST.

Η ίδια θερμική συμπεριφορά παρατηρείται και στην εικόνα 9. Οι πλήρως εκτεθειμένες στον ήλιο περιοχές του γηπέδου εμφανίζουν θερμοκρασίες από 40,1–43,1⁰C. Στην συγκεκριμένη φωτογραφία έγινε ανάλυση κυρίως της περιοχής πίσω από τις κερκίδες. Η περιοχή αυτή αποτελείται από γυμνό έδαφος (χώμα) και είναι ακάλυπτος χώρος. Ωστόσο, τόσο στην περιοχή αυτή όσο και εντός του γηπέδου (δεξιά κάτω πλευρά) εμφανίζονται εξαιρετικά θερμές κηλίδες με επιφανειακή θερμοκρασία έως και 49⁰C, που θα μπορούσαν πιθανώς να αποδοθούν στον προσανατολισμό των συγκεκριμένων θέσεων.

Οι περιοχές των κερκίδων που δεν είναι σκιαζόμενες εμφανίζουν μια μειωμένη επιφανειακή θερμοκρασία κατά 10 ⁰C από τις πλήρως εκτεθειμένες περιοχές του γηπέδου. Επίσης, οι περιοχές των κερκίδων και του γηπέδου (αριστερή επάνω περιοχή) που είναι πλήρως σκιασμένες από τα φυλλώματα των δέντρων εμφανίζουν τις χαμηλότερες επιφανειακές θερμοκρασίες που είναι κατά 18⁰C έως 24⁰C χαμηλότερες από τις θερμότερες κηλίδες της επιφάνειας του αγωνιστικού χώρου.



(α)



(β)

Εικόνα 10. Οπτική (α) και θερμική απεικόνιση (β) του χώρου παιχνιδιού του Σχολείου 1 (Νηπιαγωγείο) στις 01.06.2017 από 12:00 έως 14:00 LST.

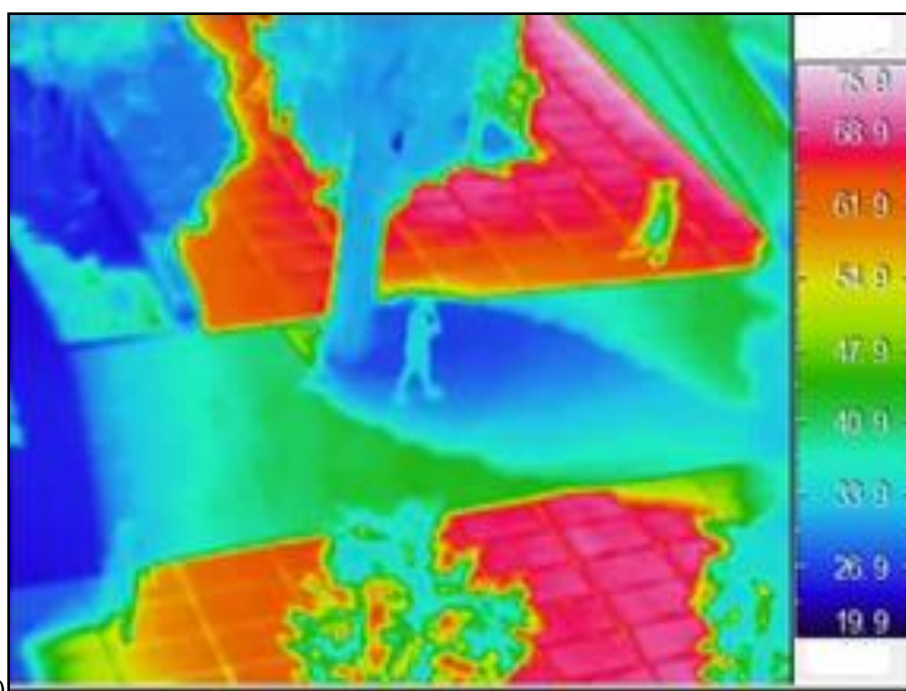
Στην εικόνα 10 απεικονίζεται ο χώρος παιχνιδιού στο προαύλιο του Νηπιαγωγείου του Σχολείου 1. Κατά την ώρα της λήψης (12:02 μ.μ.), οι πλήρως εκτεθειμένες περιοχές του μαύρου βιομηχανοποιημένου δαπέδου (ταρτάν) σημείωσαν τις υψηλότερες επιφανειακές θερμοκρασίες (άνω των 66⁰C), με την ύπαρξη μιας θερμικής κηλίδας (επάνω και κέντρο) που αγγίζει ακόμη και τους 80⁰C. Οι οριζόντιες περιοχές (δάπεδο) της ξύλινης κατασκευής παιχνιδιού που δεν σκιαζόταν εμφάνιζαν μια επιφανειακή θερμοκρασία μεταξύ 55-66⁰C, ενώ οι κάθετες περιοχές του μεταξύ 45-52⁰C.

Η επιφάνεια της κόμης των δένδρων καθώς και οι σκιαζόμενες περιοχές παρουσιάζουν αξιοσημείωτα χαμηλότερες τιμές της επιφανειακής θερμοκρασίας τους από 40,0 έως και 50,0 ⁰C σε σχέση με την θερμότερη κηλίδα του εκτεθειμένου στον ήλιο βιομηχανοποιημένου δαπέδου (ταρτάν). Ιδιαίτερα χαρακτηριστική είναι η επιφανειακή θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ της σκιασμένης από πλαστικό στέγαστρο αμμώδους επιφάνειας (κάτω δεξιά) από την θερμότερη κηλίδα, με μια διαφορά που αγγίζει ακόμη και τους 60 ⁰C.

Ο προσανατολισμός αποτελεί βασικό στοιχείο της λήψης αυτής καθώς φαίνεται να υπάρχει μία σταδιακή αύξηση της θερμοκρασίας του ταρτάν. Με προσανατολισμό δηλαδή ΒΔ, και με ώρα λήψης 12:02 μ.μ. η περιοχή δεν σκιάζεται από το κτήριο του σχολείου με αποτέλεσμα να παρατηρούνται και εκεί αυξημένες θερμοκρασίες.



(α)



(β)

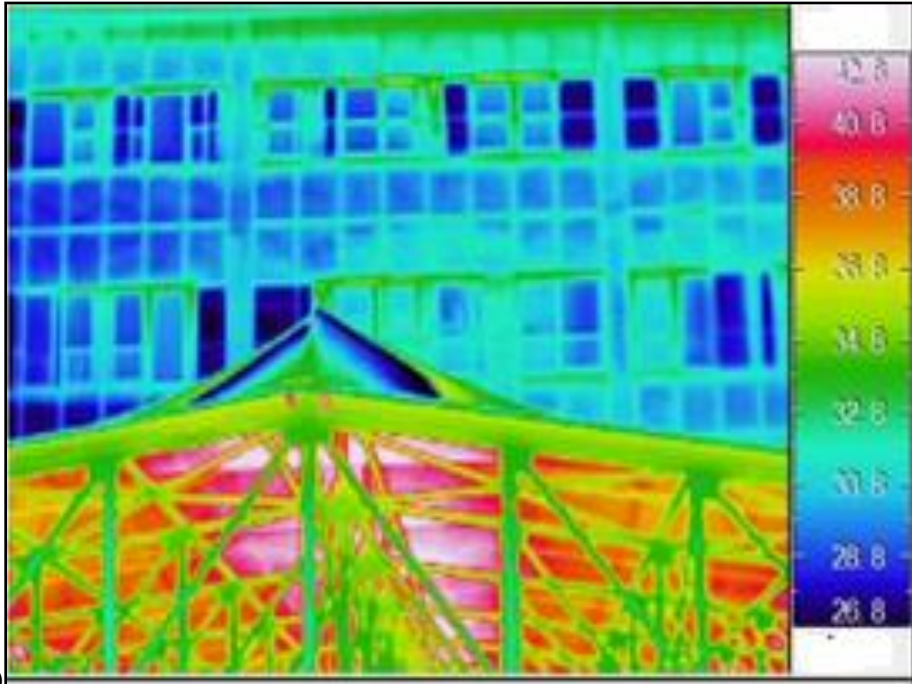
Εικόνα 11. Οπτική (α) και θερμική απεικόνιση (β) του αύλειου χώρου του Σχολείου 1 (Νηπιαγωγείο) στις 01.06.2017 από 12:00 έως 14:00 LST.

Η εικόνα 11 παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον λόγω των επιφανειακών θερμοκρασιακών διαφορών μεταξύ των υλικών και του χρώματος κατασκευής τους. Οι υψηλότερες επιφανειακές θερμοκρασίες καταγράφονται στις μη σκιασμένες επιφάνειες του μαύρου βιομηχανοποιημένου δαπέδου (ταρτάν) με μια διακύμανση από 65⁰C (μικρότερη θερμοκρασία) έως και 76⁰C. Αντίθετα, η επιφάνεια των λευκών πλακών τσιμέντου, στις περιοχές που είναι πλήρως εκτεθειμένες στον ήλιο, εμφανίζουν επιφανειακές θερμοκρασίες μεταξύ 40,9 – 47,9⁰C, με μια διαφορά ακόμη και 40⁰C από τις αντίστοιχες επιφάνειες του ταρτάν.

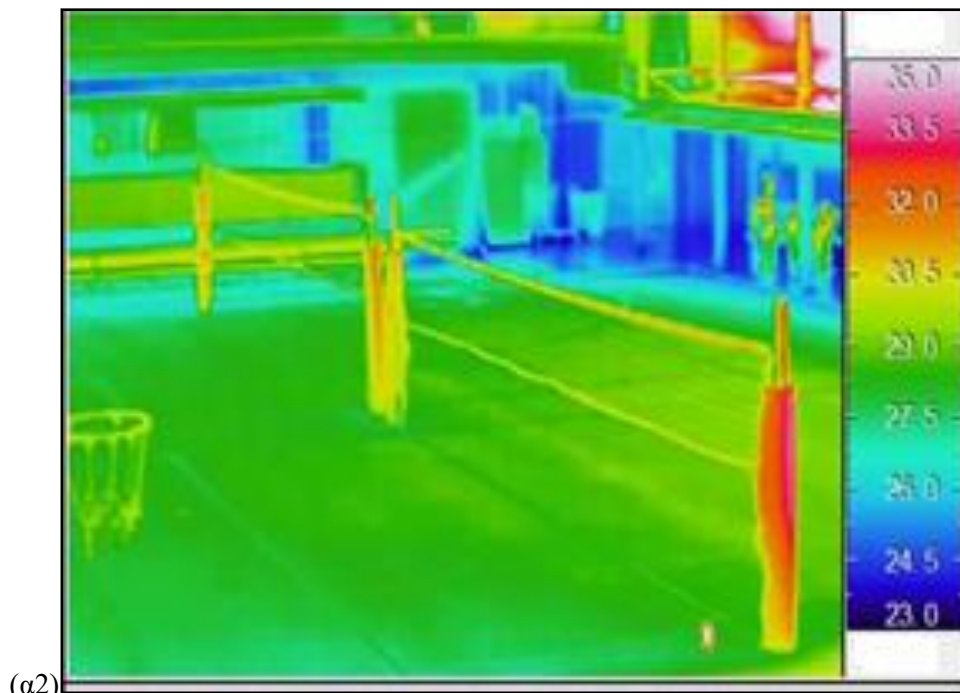
Οι επιφάνειες των δέντρων (κορμός και κόμη) εμφανίζουν επιφανειακές θερμοκρασίες περίπου 34⁰C, ενώ οι σκιαζόμενες επιφανειακές περιοχές του δαπέδου εμφανίζουν θερμοκρασίες από 18⁰C έως 33,9⁰C, με τις χαμηλότερες από αυτές στις σκιασμένες περιοχές των λευκών πλακών, οι οποίες εμφανίζουν διαφορά ακόμη και 50⁰C από το μη σκιασμένο ταρτάν.



($\alpha 1$)



($\beta 1$)



Εικόνα 12. Οπτική (α1) και θερμική απεικόνιση (β1) του στεγάστρου του χώρου άσκησης, και οπτική (α2) και θερμική απεικόνιση (β2) του χώρου άσκησης του Σχολείου 1(Δημοτικό/Γυμνάσιο/Λύκειο) στις 01.06.2017 από 12:00 έως 14:00 LST.

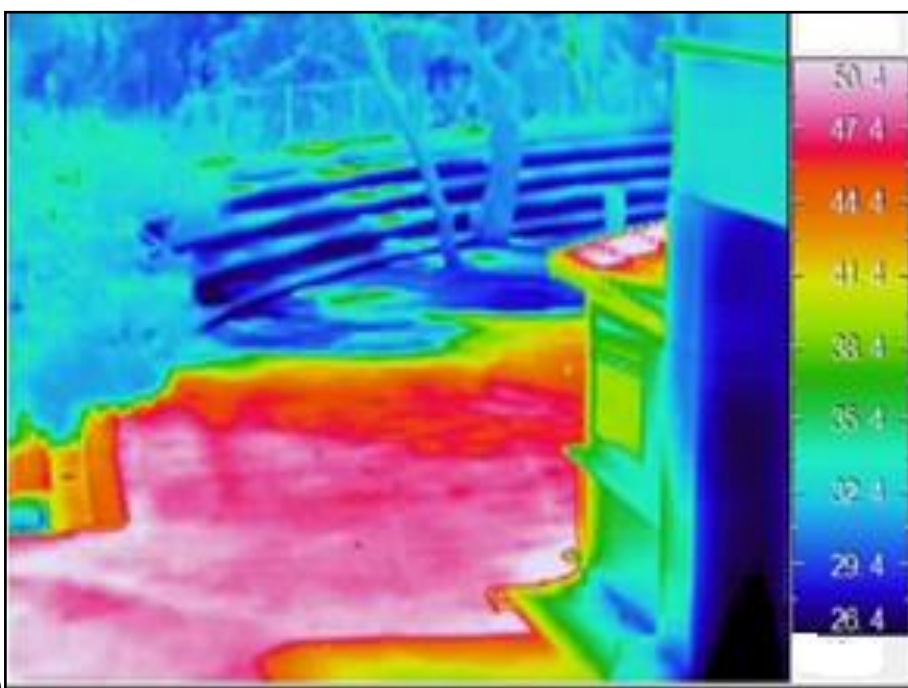
Στην εικόνα 12 γίνεται σύγκριση δύο διαφορετικών λήψεων. Στις φωτογραφίες α1 και β1 απεικονίζεται η κάτω επιφάνεια του στεγάστρου ενώ στις α2 και β2 ο χώρος άθλησης που βρίσκεται κάτω από το στέγαστρο.

Οι υψηλότερες θερμοκρασίες καταγράφηκαν στα δυο κεντρικά κλίτη της κορυφής του στεγάστρου, το υλικό του οποίου συνίσταται σε αδιάβροχο μουσαμά πολυαιθυλενίου, κυμαινόμενες από 40,8⁰C έως και 42⁰C. Οι υπόλοιπες περιοχές του στεγάστρου έχουν επιφανειακές θερμοκρασίες μεταξύ 36,6 – 38,8⁰C. Αντίθετα, οι μεταλλικοί δοκοί στήριξης του στεγάστρου εμφανίζουν χαμηλότερες θερμοκρασίες από τον μουσαμά αυτού, με τη μεγαλύτερη διαφορά να κυμαίνεται στους 10⁰C .

Στις επιφάνειες που βρίσκονται κάτω από το στέγαστρο, οι υψηλότερες θερμοκρασίες καταγράφονται στις μη σκιαζόμενες επιφάνειες των πλαϊνών παραθύρων και του ενός δοκού στήριξης του διχτυού, με κυμαινόμενες θερμοκρασίες από 32⁰C έως 35⁰C. Οι υπόλοιπες σκιαζόμενες από το στέγαστρο περιοχές εμφανίζουν θερμοκρασίες μεταξύ 27,5⁰C και 30⁰C, αρκετά υψηλότερες από τις αναμενόμενες για ένα υπό σκιά περιβάλλον. Όπως φαίνεται, η θερμοκρασία των γηπέδων από ταρτάν στην περίπτωση της τεχνητής σκίασης από το υλικό αυτό είναι αρκετά υψηλότερη σε σχέση με τα αποτελέσματα της φυσικής σκίασης. Οι χαμηλότερες θερμοκρασίες καταγράφονται στους πλαϊνούς τοίχους (επάνω δεξιά), με διαφορά ακόμη και 7 ⁰C από την υψηλότερη θερμοκρασία του υπόλοιπου σκασμένου χώρου.



(α)



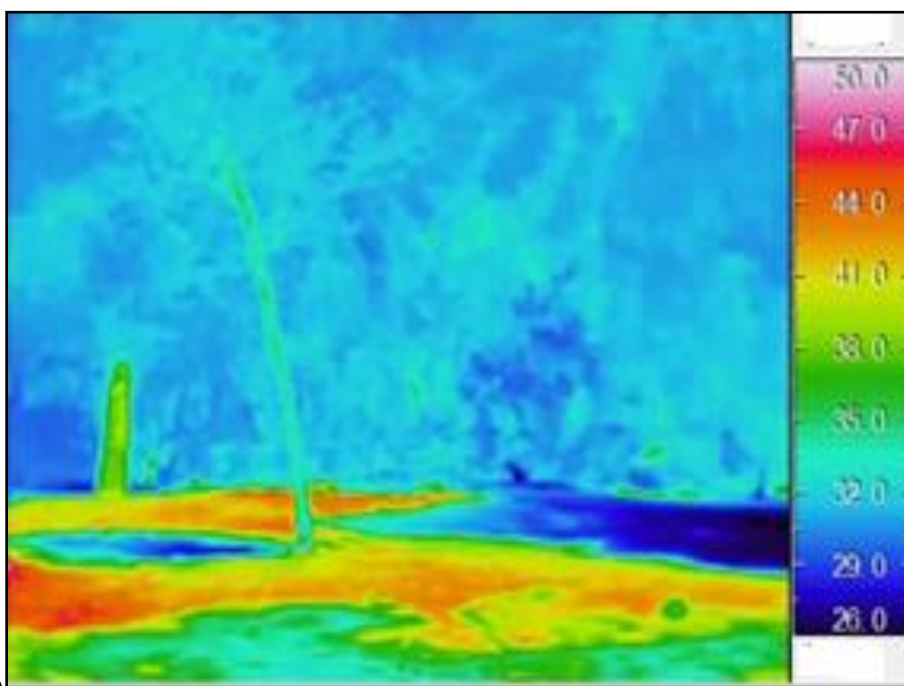
(β)

Εικόνα 13. Οπτική (α) και θερμική απεικόνιση (β) του αύλειου χώρου του Σχολείου 1 (Δημοτικό/Γυμνάσιο/Λύκειο) στις 01.06.2017 από 12:00 έως 14:00 LST.

Η εικόνα 13 είναι ενδεικτική της διαφορετικής επιφανειακής θερμοκρασίας του ίδιου υλικού τουτσιμεντένιου δαπέδου αναλόγως της έκθεσής του ή μη στον ήλιο. Οι περιοχές του δαπέδου αυτού που είναι μη σκιασμένες εμφανίζουν θερμοκρασίες άνω των 45⁰C, με μια εκτεταμένη θερμική κηλίδα στο κέντρο του δαπέδου και ακόμη μία μικρότερη στην εκτεθειμένη στον ήλιο κεραμοσκεπή, που αγγίζουν ακόμη και τους 50,4⁰C. Οι περιοχές τουτσιμεντένιου δαπέδου που σκιάζονται από τα δομικά στοιχεία του κτιρίου εμφανίζουν θερμοκρασίες μεταξύ 40⁰C και 44 ⁰C, ενώ οι σκιασμένες κάθετες επιφάνειες των δομικών στοιχείων του κτιρίου εμφανίζουν ακόμη και κατά 10⁰C χαμηλότερες θερμοκρασίες από τις προηγούμενες. Οι κόμεις των δέντρων εμφανίζουν μια ομοιόμορφη επιφανειακή θερμοκρασία περίπου 32⁰C. Οι χαμηλότερες θερμοκρασίες παρατηρούνται στις σκιασμένες από τα δέντρα περιοχές του δαπέδου και των κερκίδων καθώς και της κάθετης σκιασμένης επιφάνειας των δομικών στοιχείων (δεξιά πλευρά), με θερμοκρασίες μεταξύ 26-30⁰C, με μία διαφορά που αγγίζει ακόμη και τους 30⁰C από την θερμότερη μη σκιασμένη επιφάνεια.



(α)



(β)

Εικόνα 14. Οπτική (α) και θερμική απεικόνιση (β) του αúλειου χώρου του Σχολείου 1 (Δημοτικό/Γυμνάσιο/Λύκειο) στις 01.06.2017 από 12:00 έως 14:00 LST.

Στην εικόνα 14 η επιφάνεια του δαπέδου είναι καλυμμένη αποκλειστικά από χόμα, με τη μη σκιασμένη επιφάνεια αυτού να αναπτύσσει θερμοκρασίες 41-45⁰C, με τις υψηλότερες σε μια μικρή περιοχή (αριστερά κάτω) που είναι κοντά σε θαμνώδη βλάστηση. Σε περιοχές με αραιή σκίαση (κάτω πλευρά) καθώς και σε έναν κορμό δέντρου εκτεθειμένο στον ήλιο, η θερμοκρασία αναπτύσσει λίγο μεγαλύτερες τιμές (32-35⁰C).

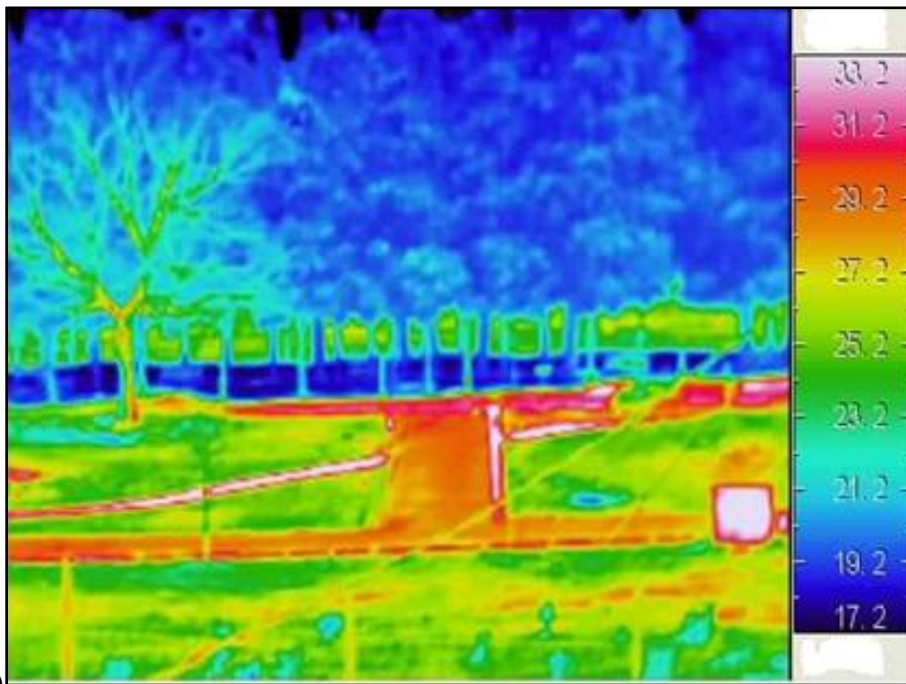
Εντός του φυλλώματος των δέντρων οι επιφανειακές θερμοκρασίες είναι περίπου 32⁰C. Οι χαμηλότερες θερμοκρασίες καταγράφονται στις χωμάτινες επιφάνειες του εδάφους που είναι πλήρως σκιασμένες, με θερμοκρασίες που δεν ξεπερνούν τους 27⁰C , εμφανίζοντας μια θερμοκρασιακή διαφορά ακόμη και 25 ⁰C της θερμότερης κηλίδας.

5.2.2 Συγκρότημα - Σχολείο 2 (Νηπιαγωγείο, 2 Δημοτικά, 2 Γυμνάσια, 2 Λύκεια)

Οι λήψεις με την θερμοκάμερα, στο συγκεκριμένο συγκρότημα σχολείων (εικόνες 15-14), έγιναν κατά τις μεσημβρινές ώρες του Απριλίου (18/04/2018) στο χρονικό διάστημα 12:00-14:00 LST (Local Standard Time, Τοπική ώρα).



(α)



(β)

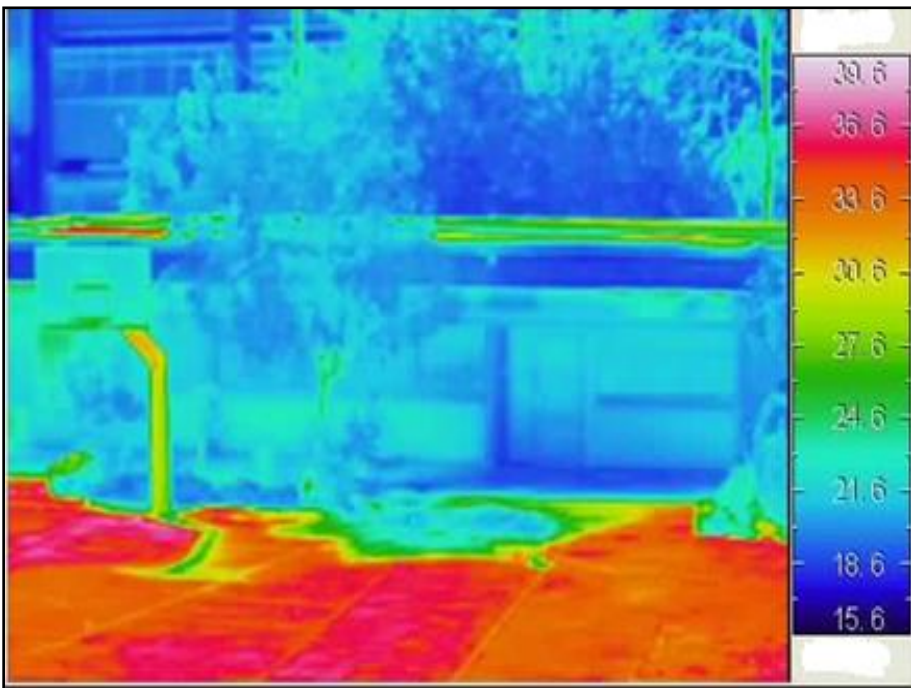
Εικόνα 15. Οπτική (α) και θερμική απεικόνιση (β) του σκοπευτηρίου πλησίον του Σχολείου 2 στις 18.04.2018 από 12:00 έως 14:00 LST.

Στην εικόνα 15 η μεγαλύτερη συγκέντρωση επιφανειακής θερμοκρασίας παρατηρείται στους εκτεθειμένους στον ήλιο διαδρόμους από κυβόλιθους (28°C - 30°C), σε ορισμένες περιοχές των οποίων παρατηρούνται και θερμές κηλίδες που αγγίζουν τους $33,2^{\circ}\text{C}$. Οι καλυμμένες με πράσινο περιοχές εμφανίζουν θερμοκρασίες μεταξύ 23°C και $29,2^{\circ}\text{C}$, με μια θερμοκρασιακή διαφορά έως και 13°C από τις επιστρωμένες με κυβόλιθους επιφάνειες.

Χαμηλότερες είναι οι επιφανειακές θερμοκρασίες που καταγράφονται στις επιφάνειες της κόμης και των φυλλωμάτων των δέντρων, με μια διακύμανση περίπου 19°C . Οι χαμηλότερες θερμοκρασίες εντοπίζονται στις σκιασμένες από τα φυλλώματα και τις κόμης των δέντρων περιοχές γυμνού εδάφους, με θερμοκρασίες μεταξύ 17°C και $19,2^{\circ}\text{C}$, εμφανίζοντας μια θερμοκρασιακή διαφορά μέχρι και 16°C από αυτές των θερμών κηλίδων.



(α)



(β)

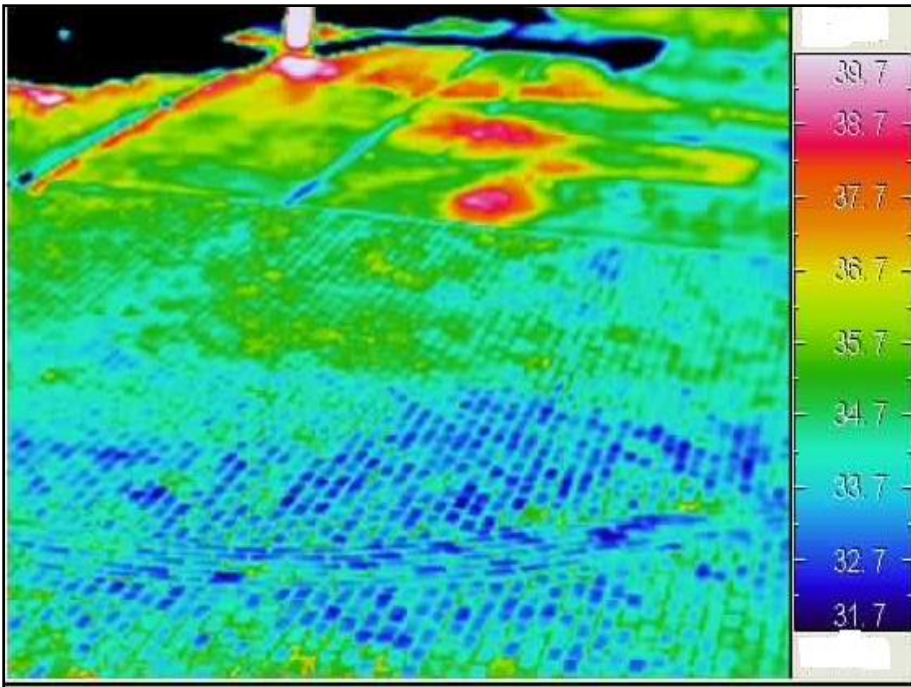
Εικόνα 16. Οπτική (α) και θερμική απεικόνιση (β) του αγωνιστικού χώρου καλαθοσφαίρισης του Σχολείου 2 (Λύκειο 1) στις 18.04.2018 από 12:00 έως 14:00 LST.

Η εικόνα 16 είναι χαρακτηριστικό παράδειγμα της θερμοκρασιακής διαφοράς που εμφανίζουν τα διάφορα δομικά υλικά μεταξύ τους (ταρτάν, πέτρα, κυβόλιθοι). Η υψηλότερη συγκέντρωση θερμοκρασίας παρατηρείται στις μη σκιαζόμενες επιφάνειες του γηπέδου που είναι καλυμμένες με ταρτάν, με ένα μεγάλο μέρος αυτών να εμφανίζει θερμικές κηλίδες που αγγίζουν τους 40°C. Υψηλές θερμοκρασίες παρατηρούνται και στις μη σκιασμένες επιφάνειες από πέτρα και κυβόλιθους (κάτω δεξιά) του δαπέδου, με τις θερμοκρασίες και κυμαίνονται από 33,6°C έως και 35°C.

Οι σκιασμένες επιφάνειες της ταράτσας του κτηρίου (γραφεία καθηγητών) από τα δέντρα, η μεταλλική κατασκευή της στήριξης του καλαθιού και ο ίσκιος αυτού στο ταρτάν εμφανίζουν θερμοκρασίες έως και 15°C χαμηλότερες από τις θερμότερες κηλίδες του δαπέδου. Επίσης, οι κάθετες επιφάνειες των δομικών υλικών των κτηρίων και τα φυλλώματα των δέντρων που εκτίθενται στην ηλιακή ακτινοβολία παρουσιάζουν ένα θερμοκρασιακό εύρος 20°C - 24,6°C. Ωστόσο, την χαμηλότερη θερμοκρασία επιφανείας παρουσιάζουν οι κάθετες και οριζόντιες γραμμές των σκιασμένων περιοχών των πέτρινων κτιρίων καθώς και του σκιασμένου φυλλώματος των δέντρων (15°C), σημειώνοντας μια θερμοκρασιακή διαφορά ακόμη και 26°C από τις θερμές κηλίδες του ταρτάν. Όπως υποδεικνύει η θερμική απεικόνιση, το υλικό του ταρτάν αναπτύσσει τις υψηλότερες θερμοκρασίες επιφανείας, ακολουθούμενο από τις επιφάνειες του κυβόλιθου και τις επιφάνειες από πέτρα που σημειώνουν σχεδόν τις ίδιες θερμοκρασίες (33-35 °C) .



(α)



(β)

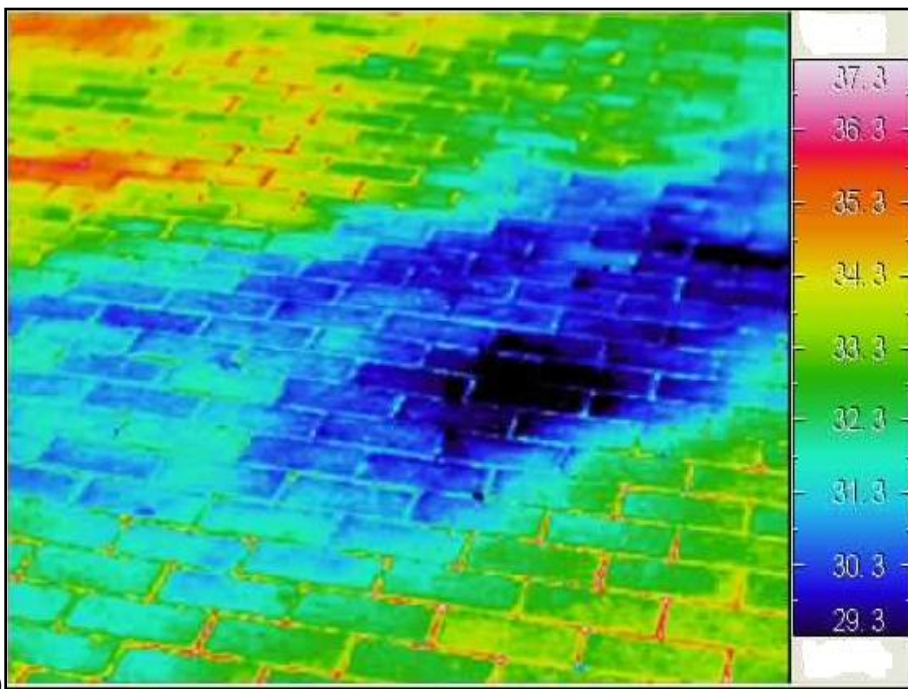
Εικόνα 17. Οπτική (α) και θερμική απεικόνιση (β) του δαπέδου του αγωνιστικού χώρου καλαθοσφαίρισης του Σχολείου 2 (Λύκειο 1) στις 18.04.2018 από 12:00 έως 14:00 LST.

Στη θερμική απεικόνιση της εικόνας 17 οι υψηλότερες θερμοκρασίες είναι συγκεντρωμένες στις μη σκιαζόμενες περιοχές του ταρτάν, κυμαινόμενες από 36,7°C έως και 40°C στις θερμότερες κηλίδες αυτών. Η μεγαλύτερη επιφάνεια του δαπέδου του ταρτάν και μέρους του δαπέδου των κυβόλιθων κυμαίνεται σε χαμηλότερες θερμοκρασίες μεταξύ 35°C και 37°C, με τη μέγιστη διαφορά αυτή των 4°C από την αντίστοιχη των θερμών κηλίδων.

Αντίθετα, η μεγαλύτερη επιφάνεια του μη σκιασμένου δαπέδου με κυβόλιθο και της σκιασμένης από την μεταλλική κατασκευή της καλαθοσφαίρισης επιφάνειας του ταρτάν εμφανίζει μια θερμοκρασιακή διαφορά έως και 10°C χαμηλότερη από αυτή των θερμών κηλίδων. Ιδιαίτερο χαρακτηριστικό είναι η ότι στις μη σκιασμένες διαχωριστικές λευκές γραμμές του ταρτάν και των γραμμών του δαπέδου κυβόλιθου η θερμοκρασία δεν ξεπερνά τους 34°C, γεγονός που θα μπορούσε να αποδοθεί στην ιδιότητα του λευκού χρώματος για αντανάκλαση της ηλιακής ακτινοβολίας.



(α)



(β)

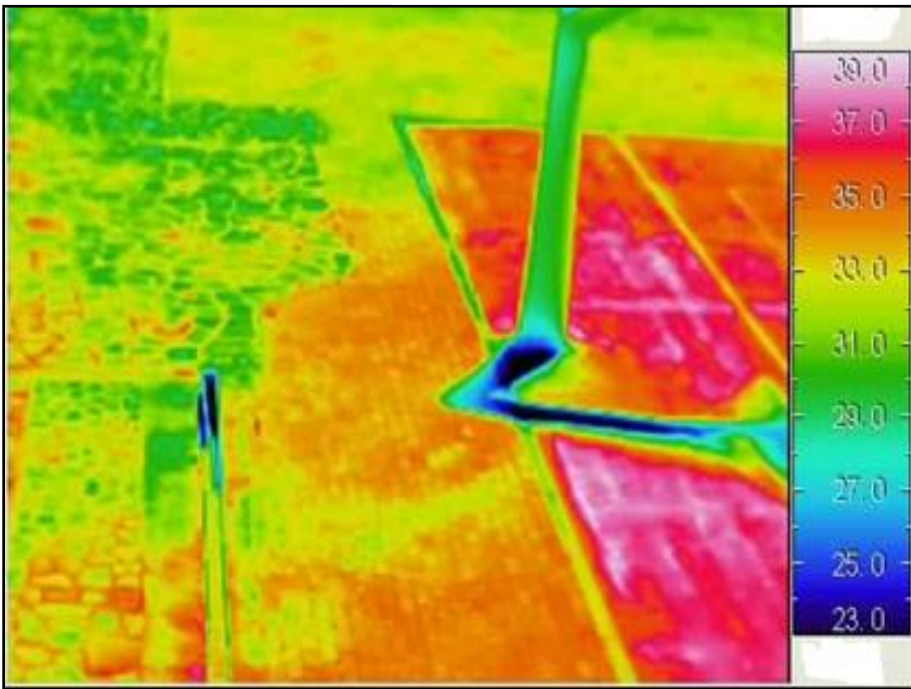
Εικόνα 18. Οπτική (α) και θερμική απεικόνιση (β) του δαπέδου του αύλειου χώρου του Σχολείου 2 (Λύκειο 1) στις 18.04.2018 από 12:00 έως 14:00 LST.

Στην εικόνα 18 το δάπεδο αποτελείται αποκλειστικά από επίστρωση κυβόλιθων. Παρά το γεγονός ότι όλη η επιφάνεια είναι μη σκιασμένη, παρατηρούνται έντονες θερμοκρασιακές διαφορές. Οι υψηλότερες θερμοκρασίες καταγράφονται σε δύο θερμές κηλίδες (επάνω αριστερά) με θερμοκρασίες γύρω στους 35°C. Επίσης, ένα μεγάλο εύρος της επιφάνειας κυμαίνεται σε θερμοκρασίες μεταξύ των 32°C και 34°C.

Ένα μεγάλο μέρος του δαπέδου αποτελείται από έναν εκτεταμένο διάδρομο χαμηλών επιφανειακών θερμοκρασιών (28°C - 32°C), που θα μπορούσε να αποδοθεί σε παλιά διαρροή νερού υπόγειων σωληνώσεων όπως μας ενημέρωσε η διεύθυνση του σχολείου. Το σημαντικότερο χαρακτηριστικό της θερμικής αυτής απεικόνισης είναι οι σχετικά μικρές θερμοκρασιακές διακυμάνσεις που παρατηρούνται στην υπόλοιπη επιφάνεια του συγκεκριμένου υλικού, οι οποίες δεν ξεπερνούν τους 6°C.



(α)



(β)

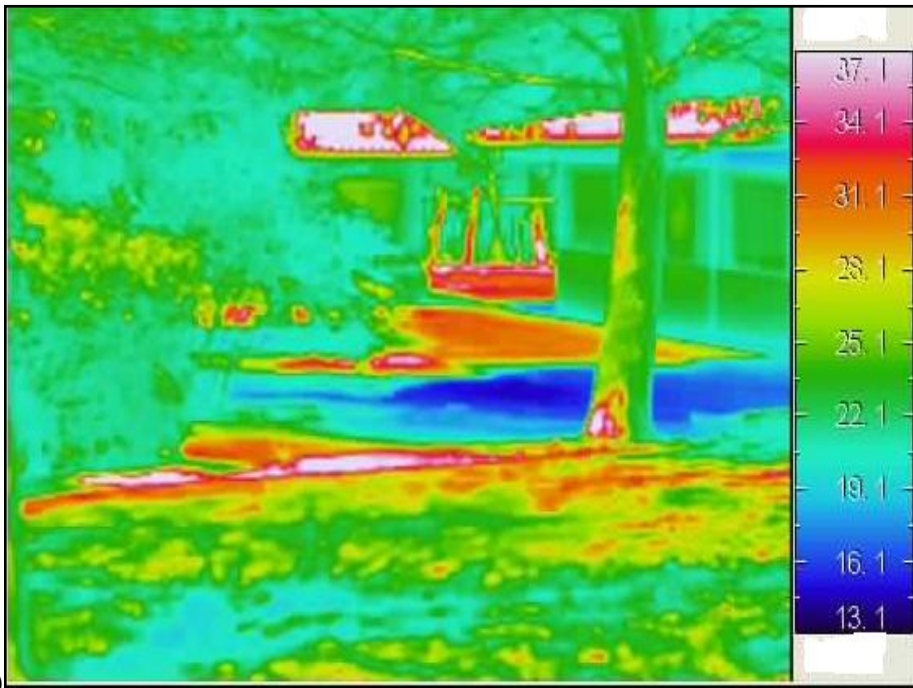
Εικόνα 19. Οπτική (α) και θερμική απεικόνιση (β) του δαπέδου του αγωνιστικού χώρου καλαθοσφαίρισης του Σχολείου 2 (Λύκειο 1) στις 18.04.2018 από 12:00 έως 14:00 LST.

Η εικόνα 19 αποτελεί επίσης ένα ενδεικτικό παράδειγμα των θερμοκρασιακών διαφορών μεταξύ των τριών διαφορετικών υλικών επίστρωσης (ταρτάν, κυβόλιθοι, πέτρα). Οι υψηλότερες επιφανειακές θερμοκρασίες καταγράφονται στη μη σκιασμένη επιφάνεια του ταρτάν (χαμηλότερη θερμοκρασία 34°C), το μεγαλύτερο μέρος της οποίας (δεξιά πλευρά) καλύπτεται από θερμές κηλίδες που αγγίζουν και τους 40°C. Η καλυπτόμενη από κυβόλιθους επιφάνεια (μεσαίος διάδρομος και πάνω δεξιά πλευρά) εμφανίζει ένα θερμοκρασιακό εύρος μεταξύ 33 °C - 35°C.

Αντίθετα, η καλυπτόμενη από πέτρα επιφάνεια (αριστερή πλευρά) εμφανίζει μια επιφανειακή θερμοκρασία γύρω στους 30°C, χαμηλότερη ακόμη και κατά 10°C από τις θερμές κηλίδες της επιφάνειας του ταρτάν. Οι χαμηλότερες θερμοκρασίες καταγράφονται στη σκιασμένη από την μεταλλική κατασκευή της καλαθοσφαίρισης επιφάνεια του ταρτάν θερμοκρασίες μεταξύ 23°C έως 27°C. Όπως και στην εικόνα 17, οι διαχωριστικές λευκές γραμμές της επιφάνειας του ταρτάν εμφανίζουν μια θερμοκρασιακή διαφορά ακόμη και 10°C από τις άλλες περιοχές του ταρτάν, επισημαίνοντας τη σημασία του λευκού χρώματος.



(α)



(β)

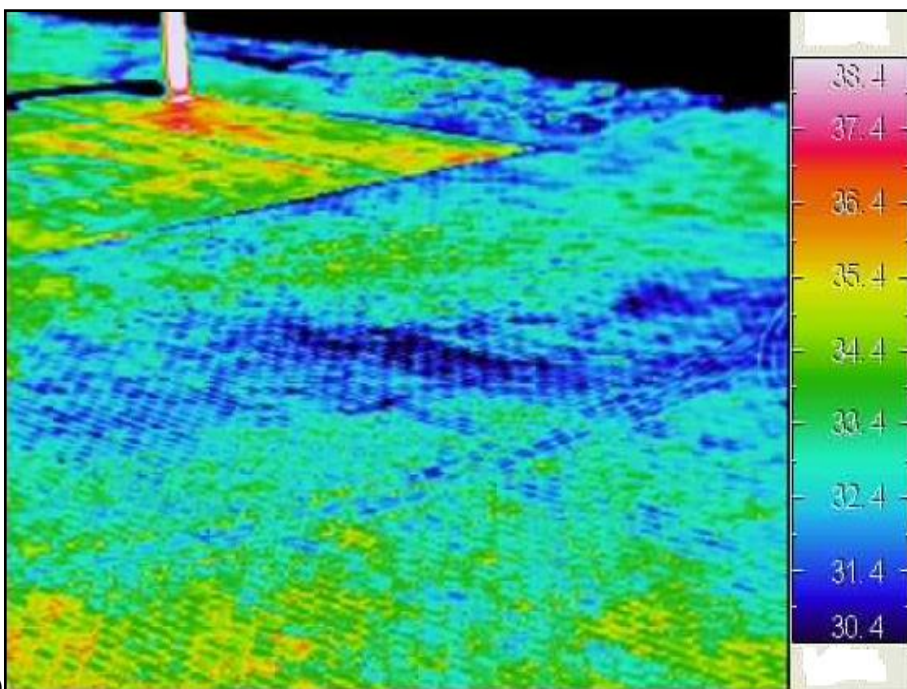
Εικόνα 20. Οπτική (α) και θερμική απεικόνιση (β) του αύλειου χώρου του Σχολείου 2 (Νηπιαγωγείο) στις 18.04.2018 από 12:00 έως 14:00 LST.

Στην εικόνα 20 παρατηρούμε ότι η επιφάνεια με τις υψηλότερες θερμοκρασίες συνίσταται στην μη σκιασμένη περιοχή του δαπέδου από τσιμεντόπλακες (κέντρο) και των εκτεθειμένων στον ήλιο σκεπών των κτιρίων, με διακύμανση μεταξύ 30°C και 40°C, ενώ οι καλυπτόμενες με χόμα και μη σκιασμένες περιοχές του δαπέδου εμφανίζουν θερμοκρασίες γύρω στους 28°C.

Οι κόμεις των δέντρων και τα φυλλώματα αυτών, οι σκιασμένες περιοχές του δαπέδου από τσιμεντόπλακες καθώς και οι σκιασμένες κάθετες επιφάνειες των κτιρίων εμφανίζουν θερμοκρασίες (20°C - 28°C) ακόμη και κατά 18°C χαμηλότερες από τις εκτεθειμένες στον ήλιο επιφάνειες. Ωστόσο, η χαμηλότερη θερμοκρασία καταγράφεται στην σκιασμένη από τα πυκνά φυλλώματα των δέντρων επιφάνεια του δαπέδου από τσιμεντόπλακες (στο μέσο και δεξιά) με μια διαφορά ακόμη και 24°C από τις θερμές επιφάνειες.



(α)



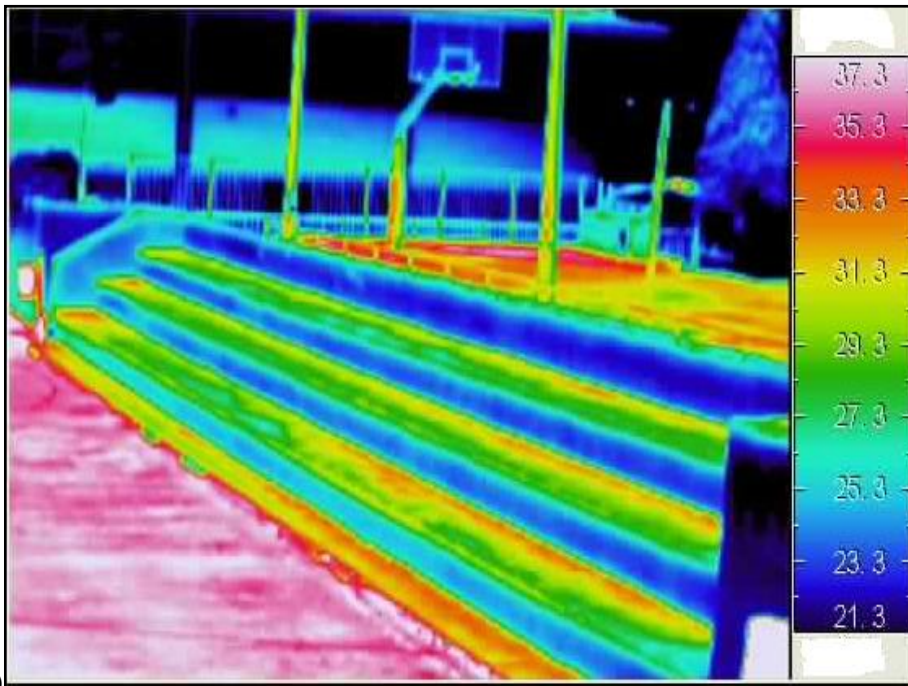
(β)

Εικόνα 21. Οπτική (α) και θερμική απεικόνιση (β) του δαπέδου του αγωνιστικού χώρου καλαθοσφαίρισης του Σχολείου 2 (Λύκειο 1) στις 18.04.2018 από 12:00 έως 14:00 LST.

Η επιφάνεια του δαπέδου του ταρτάν εμφανίζει τις υψηλότερες επιφανειακές θερμοκρασίες, κυμαινόμενες από 34°C έως 36°C, ακολουθούμενο από ένα μέρος του επιστρωμένου με κυβόλιθους δαπέδου με παρόμοιο θερμοκρασιακό εύρος. Ένα μεγάλο μέρος της επιφάνειας του κυβόλιθου, που αντιστοιχεί στις υπόλευκες διαγραμμώσεις του και στην διαρροή υπόγειων σωληνώσεων, χαρακτηρίζεται από χαμηλότερες θερμοκρασίες (30 - 32°C), με την υψηλότερη διαφορά στους 4°C από αυτές του ταρτάν. Ωστόσο, χαμηλότερες επιφανειακές θερμοκρασίες παρατηρούνται και στις καλυμμένες από πέτρα (επάνω αριστερά) περιοχές του δαπέδου (31°C).



(α)



(β)

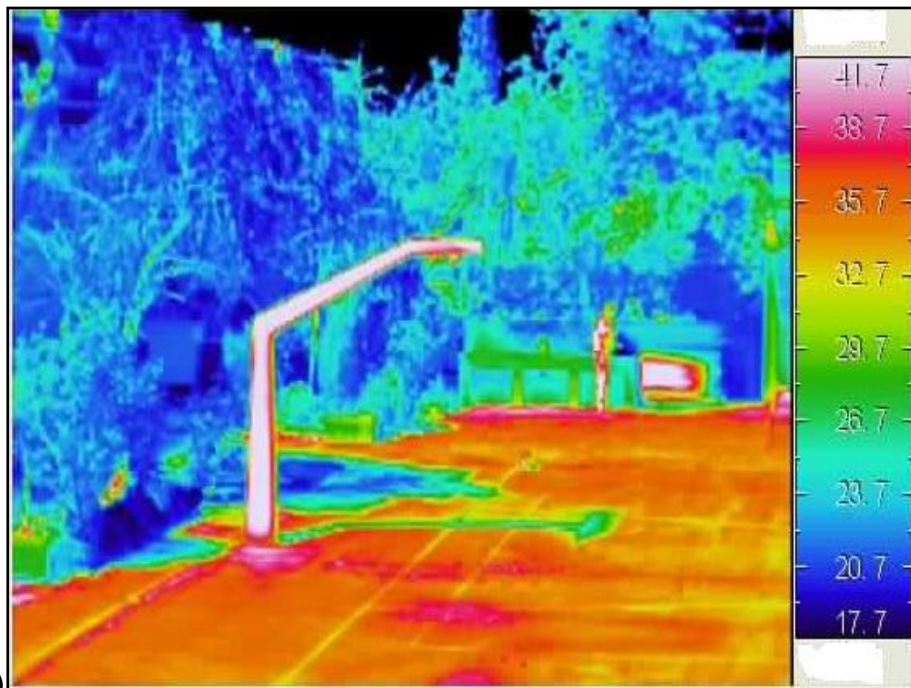
Εικόνα 22. Οπτική (α) και θερμική απεικόνιση (β) του δαπέδου των αγωνιστικών χώρων του Σχολείου 2 (Γυμνάσιο 1 & 2) στις 18.04.2018 από 12:00 έως 14:00 LST.

Στην εικόνα 22 καταγράφονται υψηλές θερμοκρασίες στις μη σκιασμένες επιφάνειες των γηπέδων που είναι από ταρτάν. Πιο συγκεκριμένα, την υψηλότερη συγκέντρωση θερμοκρασίας εμφανίζει η επιφάνεια στην αριστερή πλευρά, με θερμοκρασίες που ξεπερνούν τους 34°C , αγγίζοντας ακόμη και τους 37°C . Ελαφρώς χαμηλότερες είναι οι θερμοκρασίες του δαπέδου του γηπέδου καλαθοσφαίρισης, με διακύμανση μεταξύ 32°C και 35°C ενώ αποτελείται από το ίδιο υλικό.

Οι οριζόντιες επιφάνειες των κερκίδων από τσιμέντο και οι κάθετοι μεταλλικοί στύλοι φωτισμού εμφανίζουν μια επιφανειακή θερμοκρασία γύρω στους 30°C , χαμηλότερη ακόμη και κατά 10°C από την υψηλότερη της επιφάνειας του ταρτάν. Οι χαμηλότερες θερμοκρασίες καταγράφονται στις μη σκιασμένες κάθετες επιφάνειες των τσιμεντένιων κερκίδων, στην κόμη και τα φυλλώματα των δέντρων και στις σκιασμένες κάθετες επιφάνειες των κτιρίων (20°C - 24°C), με τη μέγιστη διαφορά να πλησιάζει τους 18°C από αυτές του ταρτάν.



(α)



(β)

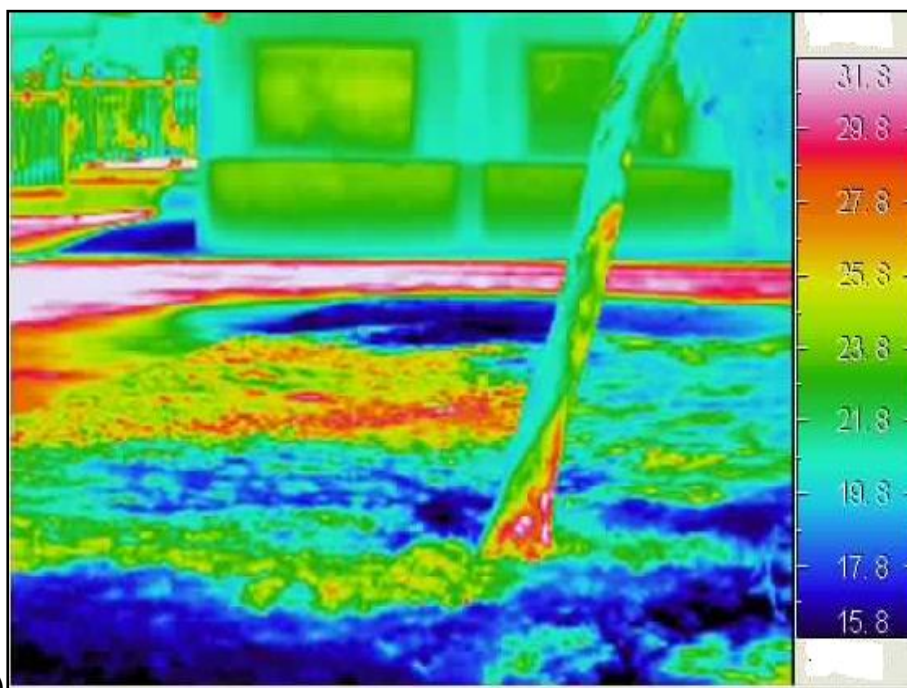
Εικόνα 23. Οπτική (α) και θερμική απεικόνιση (β) του δαπέδου του αγωνιστικού χώρου καλαθοσφαίρισης του Σχολείου 2 (Λύκειο 1) στις 18.04.2018 από 12:00 έως 14:00 LST.

Παρόμοια θερμοκρασιακή συμπεριφορά εμφανίζεται και στην περίπτωση της εικόνας 23. Οι υψηλότερες θερμοκρασίες καταγράφονται στη μη σκιασμένες επιφάνειες του δαπέδου του ταρτάν καθώς και της γύρω από το γήπεδο ζώνης με κυβόλιθους και πέτρα (34°C - 37°C), με την ύπαρξη θερμών κηλίδων που αγγίζουν τους 40°C . Οι μη σκιασμένες κάθετες επιφάνειες των κτιρίων και η σκιασμένη από την μεταλλική κατασκευή της καλαθοσφαίρισης επιφάνεια του ταρτάν κυμαίνονται σε θερμοκρασίες κοντά στους 28°C . Χαρακτηριστικό αποτελεί και εδώ η καταγραφή χαμηλότερων θερμοκρασιών έως και 3°C των λευκών διαγραμμίσεων του γηπέδου (32°C).

Οι χαμηλότερες θερμοκρασίες παρατηρούνται στις κόμες και στα φυλλώματα των δέντρων και στις σκιασμένες από αυτά περιοχές του δαπέδου, με ένα θερμοκρασιακό εύρος από 5°C έως και 23°C χαμηλότερων των υπολοίπων επιφανειών.



(α)



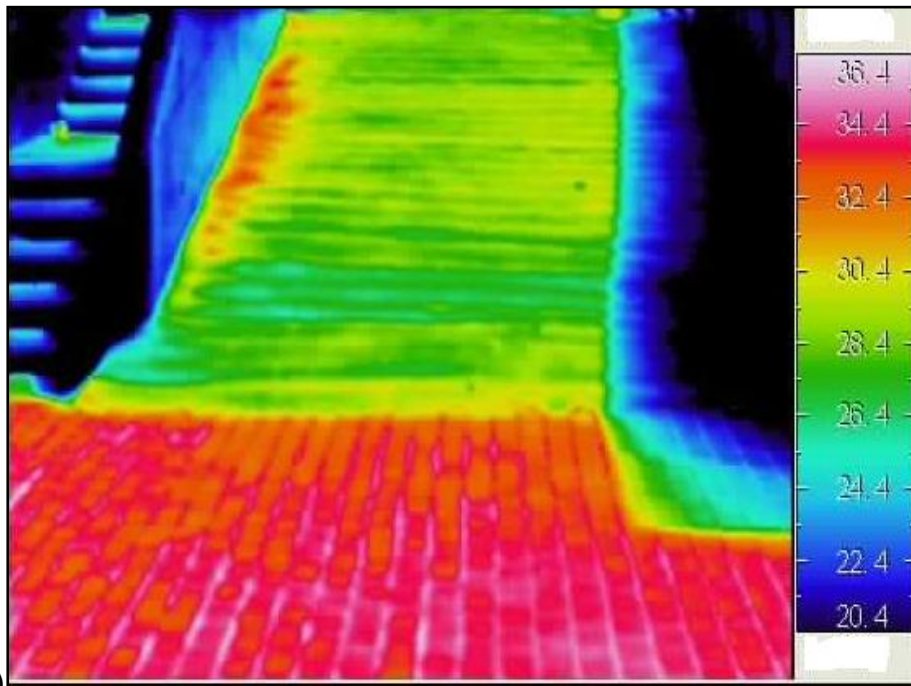
(β)

Εικόνα 24. Οπτική (α) και θερμική απεικόνιση (β) του αύλειου χώρου του Σχολείου 2 (Νηπιαγωγείο) στις 18.04.2018 από 12:00 έως 14:00 LST.

Οι υψηλότερες θερμοκρασίες του αέριου χώρου καταγράφονται στην μη σκιασμένη επιφάνεια του δαπέδου από τσιμεντόπλακες, κυμαινόμενες γύρω στους 30°C, ακολουθούμενες από θερμές κηλίδες στην μη σκιασμένη έκταση χώματος και στο χαμηλότερο σημείο της κόμης του δέντρου (26°C-28°C). Οι μη σκιασμένες επιφάνειες του πρασίνου καθώς και οι σκιασμένες κάθετες επιφάνειες του κτιρίου, της μεταλλικής περίφραξης και του φυλλώματος των δέντρων έχουν από 3°C έως και 12°C χαμηλότερη θερμοκρασία από αυτές του δαπέδου τσιμεντόπλακας. Οι χαμηλότερες θερμοκρασίες παρατηρούνται στις σκιασμένες επιφάνειες του πράσινου και του κτιρίου, με ένα εύρος διακύμανσης 15°C - 18°C, σημαντικά χαμηλότερων (έως και 16°C) από αυτές του δαπέδου τσιμεντόπλακας.



(α)



(β)

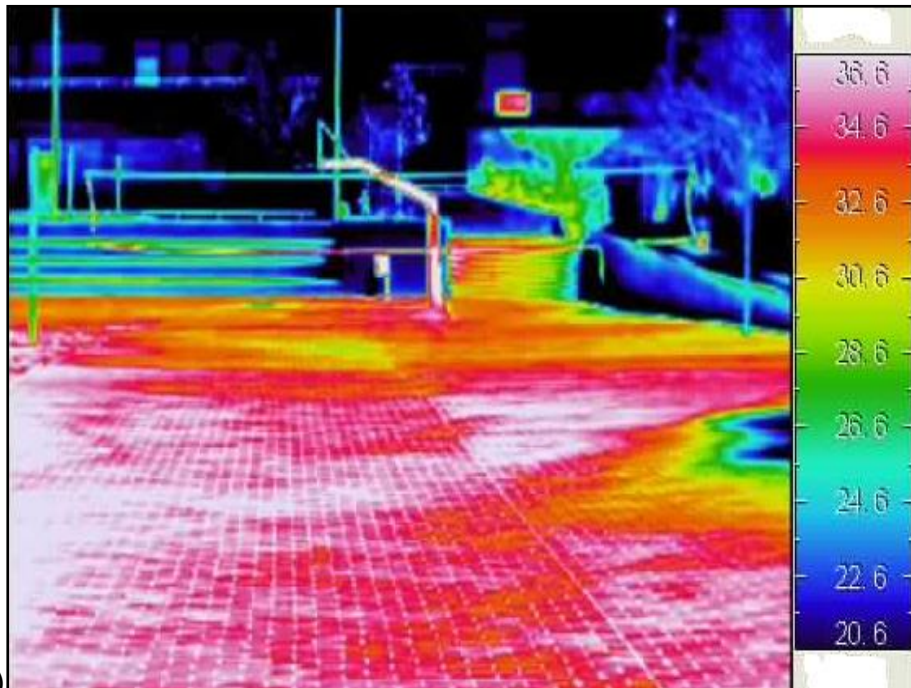
Εικόνα 25. Οπτική (α) και θερμική απεικόνιση (β) του αύλειου χώρου του Σχολείου 2 (Λύκειο 1) στις 18.04.2018 από 12:00 έως 14:00 LST.

Η εικόνα 25 συνιστά ακόμη ένα παράδειγμα της διαφορετικής θερμικής συμπεριφοράς των διαφόρων υλικών επίστρωσης (κυβόλιθοι, τσιμέντο). Η μη σκιασμένη επιφάνεια της επίστρωσης με κυβόλιθο (κάτω πλευρά) χαρακτηρίζεται από ιδιαίτερα υψηλές θερμοκρασίες κυμαινόμενες μεταξύ 33°C και 37°C. Η εκτεθειμένη στον ήλιο κατηφορική επιφάνεια τσιμέντου εμφανίζει μια θερμοκρασία γύρω στους 28°C (5°C με 9°C χαμηλότερη από αυτή του δαπέδου από κυβόλιθους).

Οι χαμηλότερες επιφανειακές θερμοκρασίες (20°C–23°C) εντοπίζονται τόσο στις τσιμεντένιες μη σκιασμένες κάθετες και οριζόντιες επιφάνειες των κερκίδων όσο και στις σκιασμένες κάθετες επιφάνειες του τοίχου, με διαφορές που αγγίζουν και τους 16°C από τις θερμοκρασίες του κυβόλιθου.



(α)



(β)

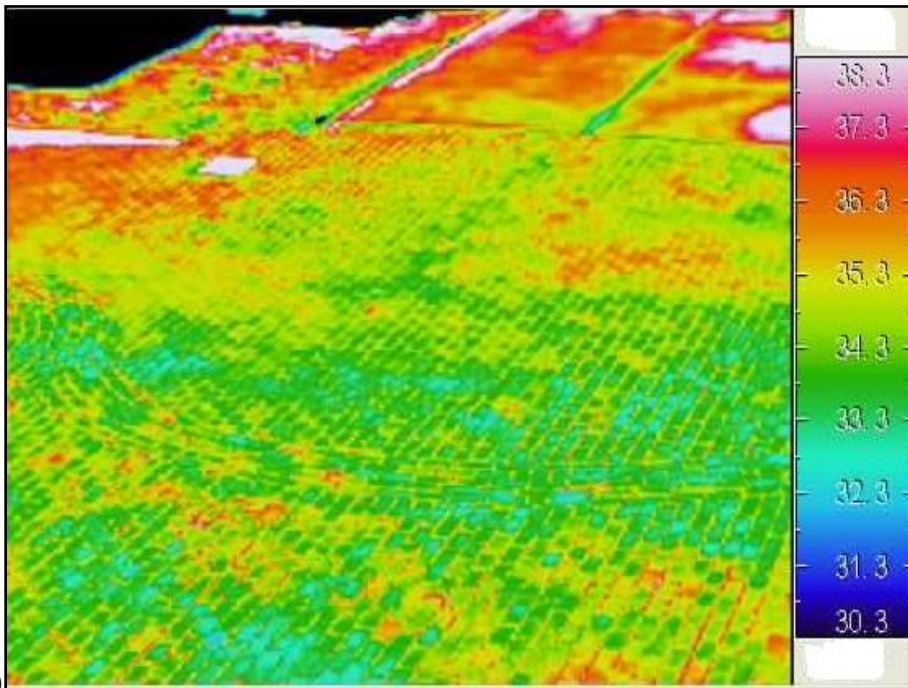
Εικόνα 26. Οπτική (α) και θερμική απεικόνιση (β) του αύλειου χώρου του Σχολείου 2 (Γυμνάσιο 1) στις 18.04.2018 από 12:00 έως 14:00 LST.

Το δάπεδο του συνόλου της επιφάνειας με κυβόλιθο είναι μη σκιασμένο σημειώνοντας ιδιαίτερα υψηλές θερμοκρασίες επιφανείας (άνω των 32°C), με το μεγαλύτερο μέρος του να κυριαρχείται από θερμές ζώνες της τάξης των 36°C . Οι κάθετες επιφάνειες των τσιμεντένιων κερκίδων και της κατηφορικής τσιμεντένιας ζώνης δίπλα, καθώς και μια κάθετη περιοχή του κτιρίου εμφανίζουν θερμοκρασίες μεταξύ 26,6°C και 30°C.

Αντίθετα, οι σκιασμένες επιφάνειες του δαπέδου, η κόμη και τα φυλλώματα των δέντρων, οι οριζόντιες επιφάνειες των κερκίδων και οι κάθετες επιφάνειες των κτιρίων κυμαίνονται σε ιδιαίτερα χαμηλές θερμοκρασίες (18°C-24°C). Οι θερμοκρασίες αυτές είναι σημαντικά χαμηλότερες από αυτές του μη σκιασμένου κυβόλιθου, με διαφορές που αγγίζουν ακόμη και τους 16°C -18°C.



(α)



(β)

Εικόνα 27. Οπτική (α) και θερμική απεικόνιση (β) του αύλειου χώρου του Σχολείου 2 (Λύκειο 1) στις 18.04.2018 από 12:00 έως 14:00 LST.

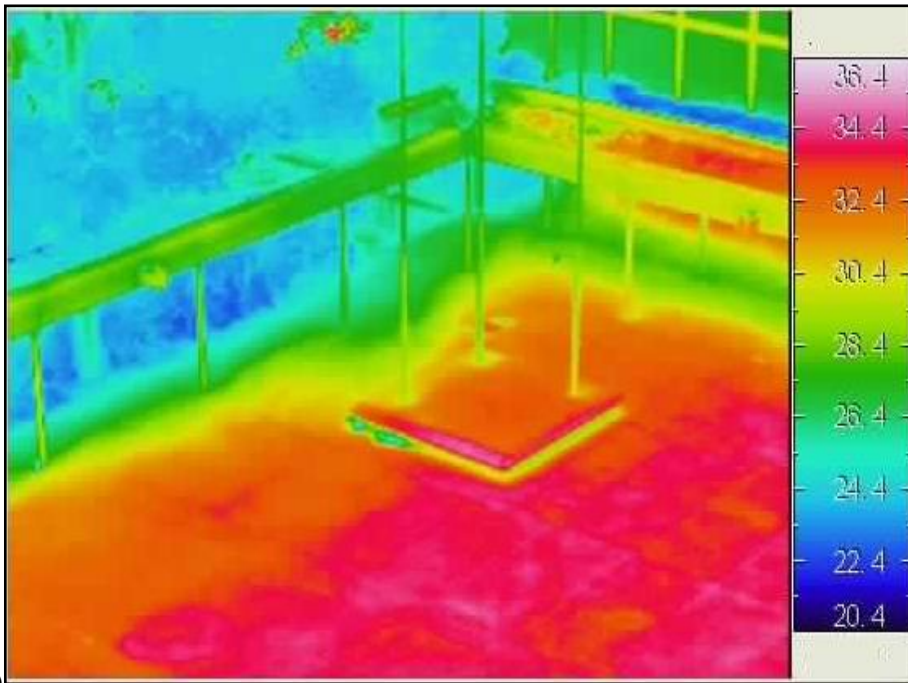
Η επιφάνεια του ταρτάν εμφανίζει και εδώ τις υψηλότερες θερμοκρασίες μεταξύ 35°C–37°C, με αρκετές θερμές κηλίδες που αγγίζουν τους 39°C. Παρόμοια θερμική συμπεριφορά επιδεικνύει και η μη σκιαζόμενη επιστρωμένη με πέτρα επιφάνεια (αριστερά επάνω) και ένα μικρό τμήμα της επιφάνειας του κυβόλιθου. Ωστόσο, το μεγαλύτερο μέρος της επιφάνειας του κυβόλιθου κυμαίνεται σε θερμοκρασίες μεταξύ 33°C και 35°C. Ιδιαίτερα χαρακτηριστική είναι και σε αυτή την απεικόνιση η θερμοκρασία στις περιοχές των λευκών διαγραμμίσεων του δαπέδου από ταρτάν και αυτές των κυβόλιθων, στις οποίες και σημειώνονται οι χαμηλότερες επιφανειακές θερμοκρασίες (33°C).

5.2.3 Συγκρότημα – Σχολείο 3 (Νηπιαγωγείο, Δημοτικό, Γυμνάσιο, Λύκειο)

5.2.3.1 Θερμική απεικόνιση συγκροτήματος υπό συνθήκες συννεφιάς στις 24.05.2017 από 12:00 έως 14:00 LST



(α)



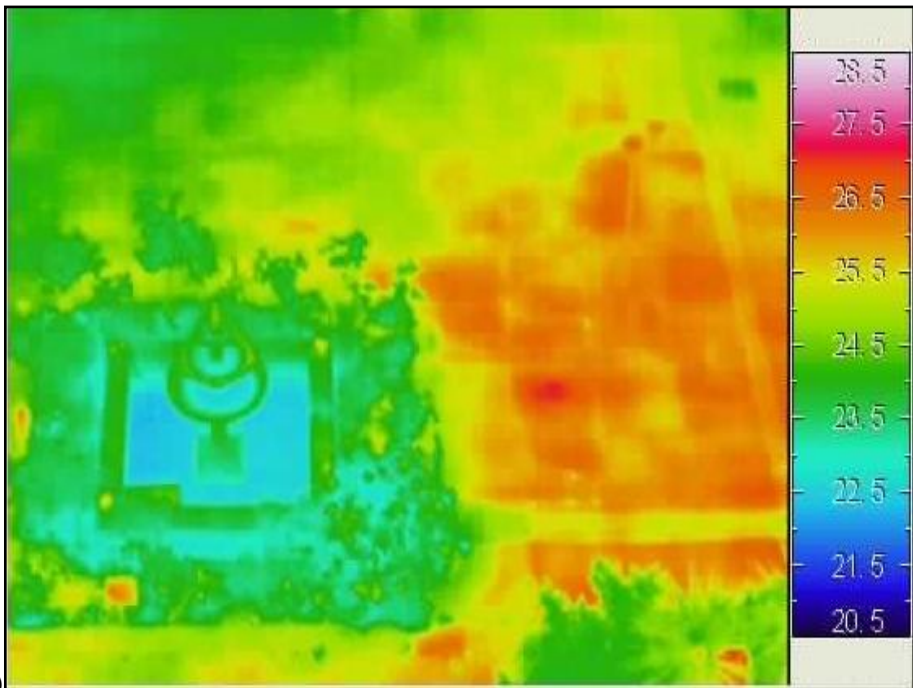
(β)

Εικόνα 28. Οπτική (α) και θερμική απεικόνιση (β) του προαύλιου χώρου του Σχολείου 3 (Γυμνάσιο/ Λύκειο) στις 24.05.2017 από 12:00 έως 14:00 LST.

Οι υψηλότερες επιφανειακές θερμοκρασίες εμφανίζονται στο καλυμμένο με τσιμεντόπλακες δάπεδο της σχολικής αυλής (32°C), αλλά με εκτεταμένη επιφάνεια αυτής να αγγίζει τους 34°C–36°C. Οι κάθετες επιφάνειες του κτιρίου, οι δοκοί στήριξης του στεγάστρου και της επιφάνειας κάτω από αυτό χαρακτηρίζονται από ένα θερμοκρασιακό εύρος 27°C - 31°C. Χαμηλότερες επιφανειακές θερμοκρασίες καταγράφονται στα φυλλώματα και τις κόμες των δέντρων (περίπου 24°C), ενώ η χαμηλότερη σημειώνεται στο παρτέρι παράλληλα της κάθετης επιφάνειας του κτιρίου (επάνω δεξιά) και στο πυκνοφυτεμένο κάτω μέρος των δέντρων (22°C -23°C), μια μία διαφορά ακόμη και 14°C από αυτή της θερμής επιφάνειας του δαπέδου.



(α)



(β)

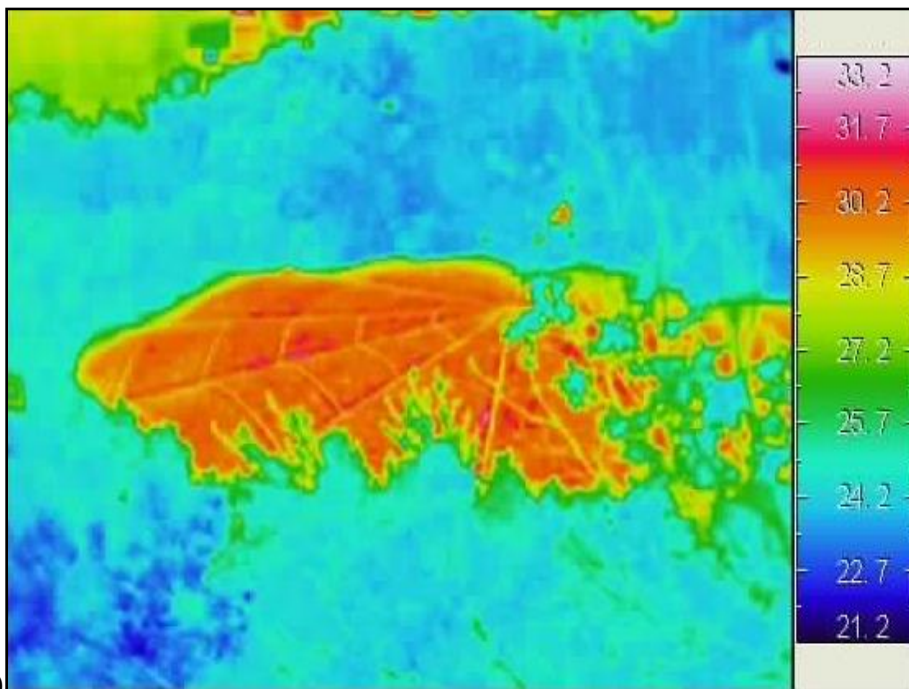
Εικόνα 29. Οπτική (α) και θερμική απεικόνιση (β) του προαύλιου χώρου του Σχολείου 3 (Γυμνάσιο/ Λύκειο) στις 24.05.2017 από 12:00 έως 14:00 LST.

Στην εικόνα 29, οι υψηλότερες επιφανειακές θερμοκρασίες καταγράφονται στη δεξιά πλευρά του επικαλυμμένου με πέτρινες πλάκες δαπέδου, κυμαινόμενες από 25,5°C έως 27°C. Οι υπόλοιπες περιοχές του δαπέδου σημειώνουν χαμηλότερες θερμοκρασίες, μεταξύ 23°C -25,5°C, με σταδιακή ελάττωση τους προς την κατεύθυνση της αριστερής πλευράς του δαπέδου, καθώς και στα φυλλώματα των αρτηριών.

Οι πιο χαμηλές επιφανειακές θερμοκρασίες καταγράφονται στην υδάτινη επιφάνεια του σιντριβανιού και των γύρω φυλλωμάτων αυτού (22,5°C), με μια θερμοκρασιακή διαφορά από 2,5°C έως 5°C από τις θερμότερες ζώνες. Ωστόσο, οι θερμοκρασιακές διαφορές δεν είναι ιδιαίτερα ευρείες στην εικόνα αυτή, γεγονός που θα μπορούσε να αποδοθεί στην επικάλυψη της περιοχής αυτής από ένα λευκό πλαστικό δίχτυ.



(α)



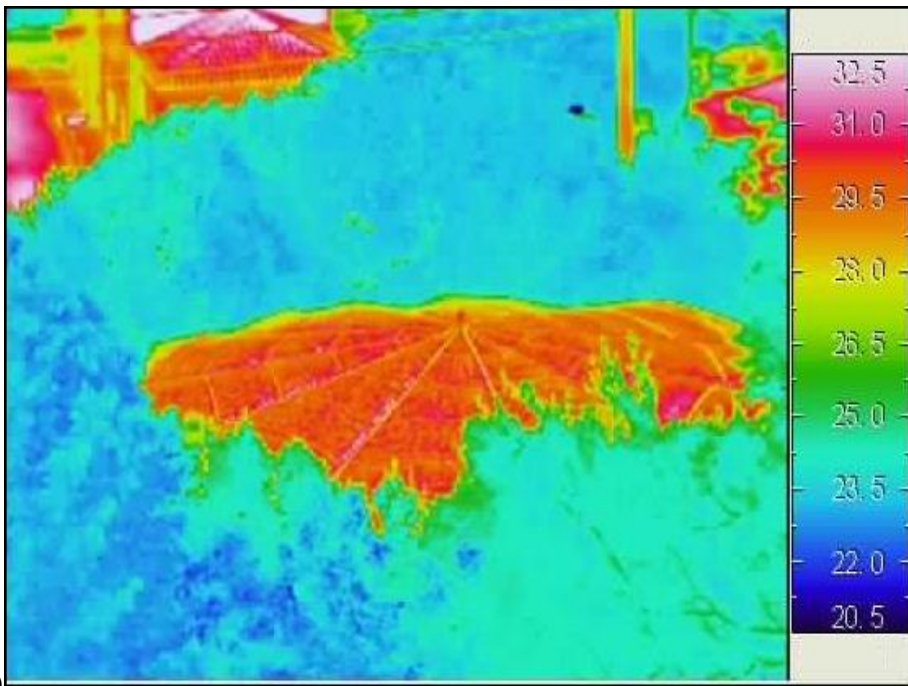
(β)

Εικόνα 30. Οπτική (α) και θερμική απεικόνιση (β) από ψηλά του Σχολείου 3 (Δημοτικό) στις 24.05.2017 από 12:00 έως 14:00 LST.

Στην θερμική απεικόνιση της εικόνας 30 οι υψηλότερες επιφανειακές θερμοκρασίες καταγράφονται στο στέγαστρο από λευκό μουσαμά πολυαιθυλενίου, κυμαινόμενες μεταξύ 28°C – 31°C, με μικρές θερμικές κηλίδες της τάξης των 32°C. Η κάθετη επιφάνεια του κτιρίου (επάνω αριστερά) εμφανίζει σαφώς χαμηλότερες θερμοκρασίες περίπου 26°C -28°C, όπως και τα τελειώματα των φυλλωμάτων γύρω από το στέγαστρο. Αντίθετα, οι περιοχές που καλύπτονται από τα φυλλώματα των δέντρων καταγράφουν θερμοκρασίες κοντά στους 24,2°C, με την κάτω δεξιά γωνία αυτών να εμφανίζει θερμοκρασιακή διαφορά από 8°C έως και 10°C από τις υψηλότερες θερμοκρασιακά περιοχές. Το γεγονός αυτό αποτελεί απόδειξη πως τα φυτά μέσω της εξατμισοδιαπνοής δεν απορροφούν θερμότητα σε αντίθεση με το στέγαστρο.



(α)



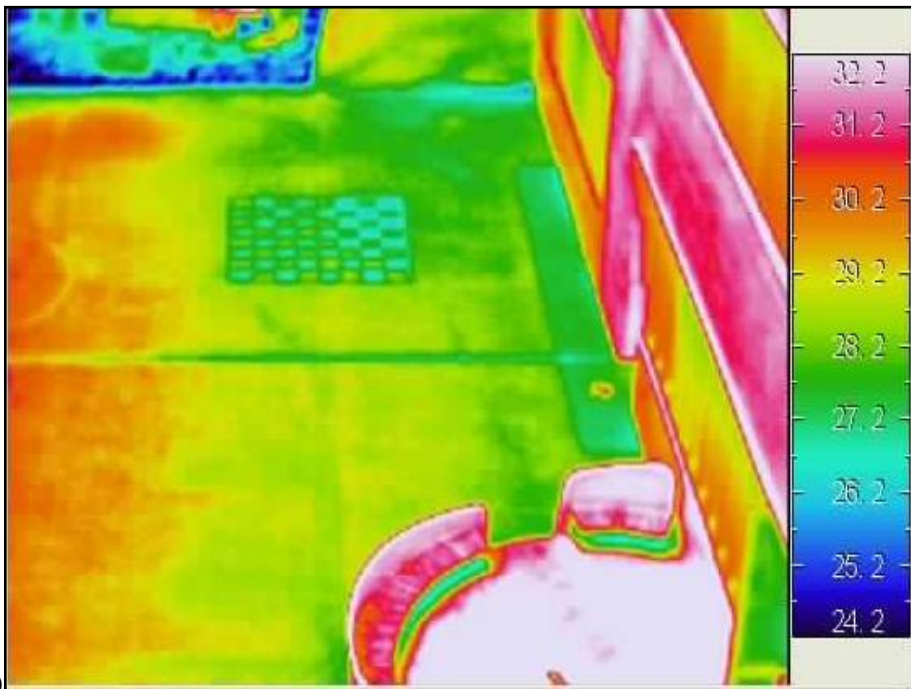
(β)

Εικόνα 31. Οπτική (α) και θερμική απεικόνιση (β) από ψηλά του Σχολείου 3 (Δημοτικό) στις 24.05.2017 από 12:00 έως 14:00 LST.

Παρόμοιες επιφανειακές θερμοκρασίες του λευκού στεγάστρου και των φυλλωμάτων με αυτές της εικόνας 30 καταγράφονται και στην εικόνα 31. Ωστόσο, οι υψηλότερες επιφανειακές θερμοκρασίες εδώ ανευρίσκονται στην κεραμοσκεπή του κτιρίου και στις ασφαλτοστρωμένες επιφάνειες, κυμαινόμενες γύρω στους 32°C. Όπως και στην προηγούμενη εικόνα, οι μεγαλύτερες θερμοκρασιακές διαφορές κυμαίνονται από 8°C έως και 10°C, και ανευρίσκονται μεταξύ των φυλλωμάτων των δέντρων, της κεραμοσκεπής και της ασφάλτου.



(α)



(β)

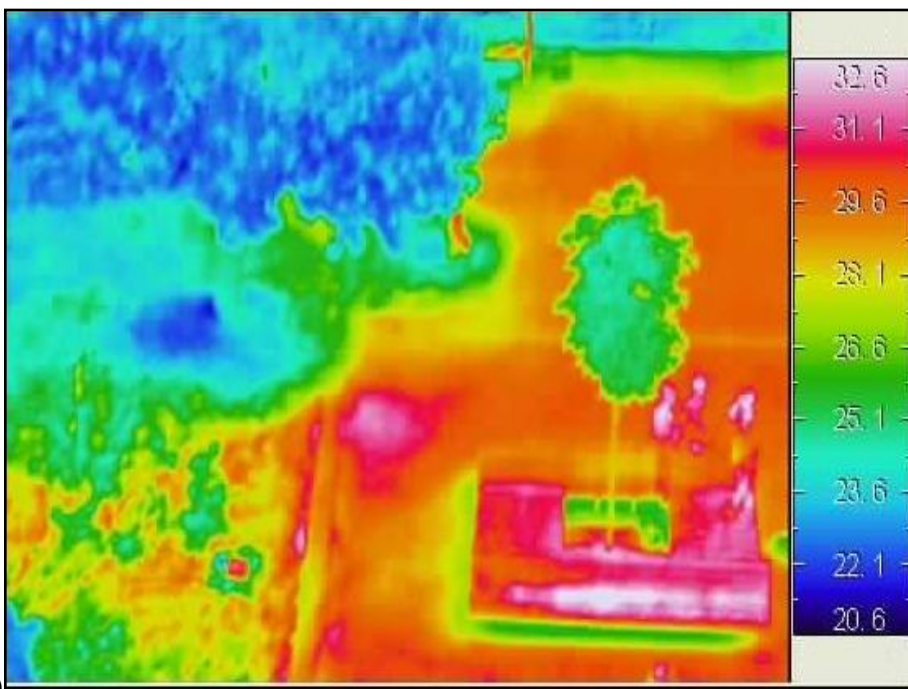
Εικόνα 32. Οπτική (α) και θερμική απεικόνιση (β) του προαύλιου χώρου του Σχολείου 3 (Δημοτικό) στις 24.05.2017 από 12:00 έως 14:00 LST.

Οι εξέχουσες ξύλινες κάθετες δομές του κτιρίου και το ημικυκλικό δώμα – καθιστικό χαρακτηρίζονται από ιδιαίτερα υψηλές επιφανειακές θερμοκρασίες, που ξεπερνούν και τους 32°C. Οι υπόλοιπες κάθετες δομές του κτιρίου και το μεγαλύτερο μέρος της επιφάνειας από ταρτάν σημειώνουν επίσης υψηλές θερμοκρασίες μεταξύ 28°C και 31°C.

Ιδιαίτερα χαρακτηριστικό είναι οι θερμοκρασίες (27°C) που καταγράφονται στις λευκές διαγραμμίσεις (σκάκι) του δαπέδου του ταρτάν και της περιοχής αυτού που γειτνιάζει με το κτίριο, όπου υπάρχει μια διαφορά ακόμη και 4°C από το λοιπό δάπεδο. Οι χαμηλότερες θερμοκρασίες εμφανίζονται στην περιοχή γυμνού εδάφους που σκιάζεται από δέντρα (24°C -26°C), όπου και σημειώνεται μια θερμοκρασιακή διαφορά περίπου 8°C σε σχέση με τις θερμές ζώνες.



(α)

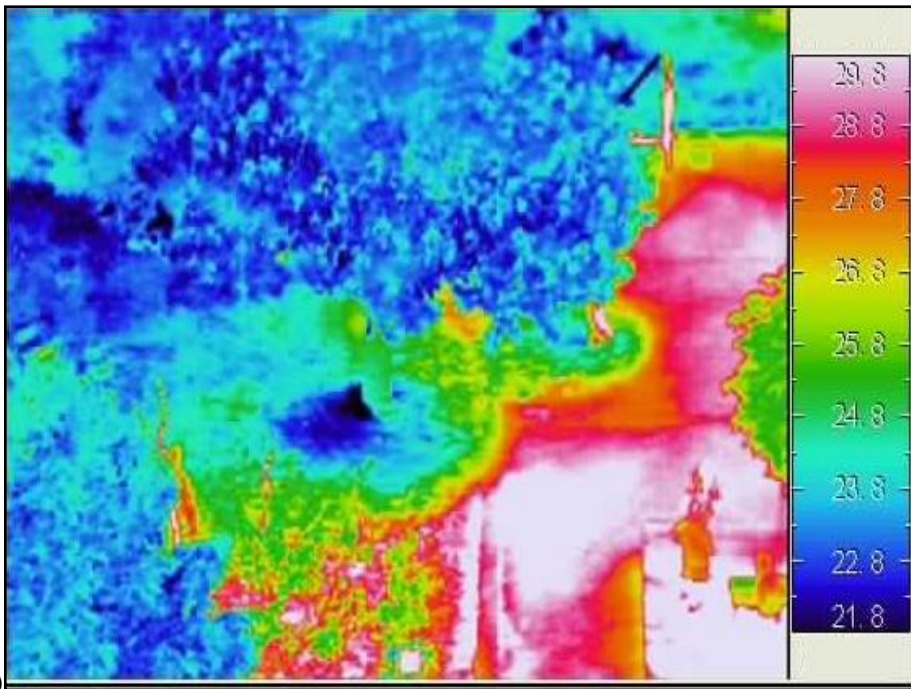


(β)

Εικόνα 33. Οπτική (α) και θερμική απεικόνιση (β) του προαύλιου χώρου του Σχολείου 3 (Δημοτικό) στις 24.05.2017 από 12:00 έως 14:00 LST.



(α)



(β)

Εικόνα 34. Οπτική (α) και θερμική απεικόνιση (β) του προαύλιου χώρου του Σχολείου 3 (Δημοτικό) στις 24.05.2017 από 12:00 έως 14:00 LST.

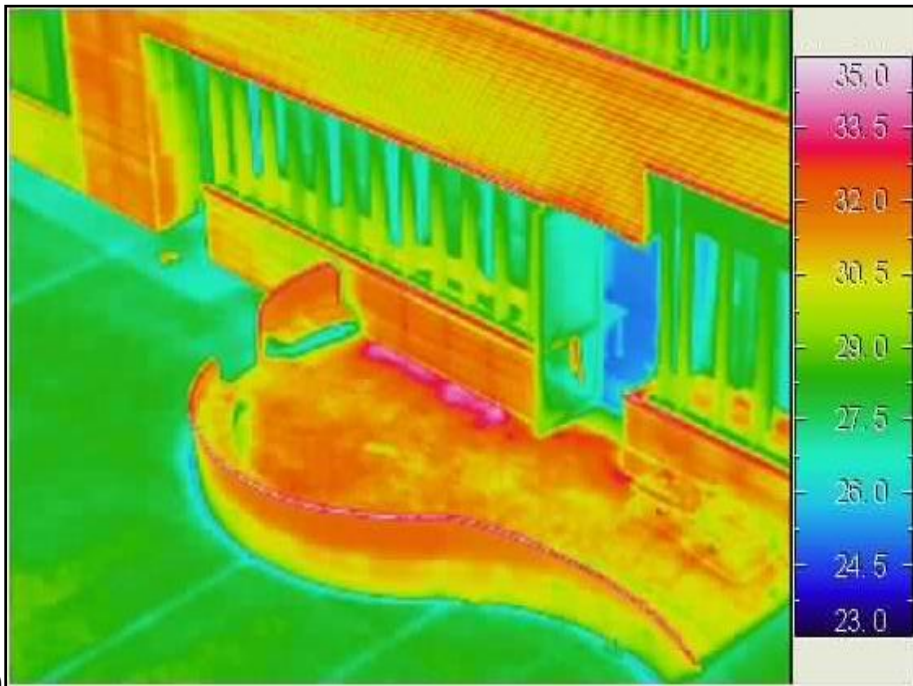
Όπως φάνηκε από την θερμική απεικόνιση του αύλειου χώρου (εικόνα 33) οι υψηλότερες επιφανειακές θερμοκρασίες εντοπίζονται στην επιφάνεια της ανυψωμένης τετράγωνης ξύλινης κατασκευής και σε μερικές διάσπαρτες θερμές κηλίδες του γηπέδου (ταρτάν), ξεπερνώντας τους 31°C. Υψηλές είναι και οι θερμοκρασίες της λοιπής επιφάνειας του γηπέδου και μέρους του χαλικοστρωμένου περιβόλου, κυμαινόμενες από 26°C έως 30°C.

Οι καλυπτόμενες από τα φυλλώματα των δέντρων επιφάνειες του δαπέδου και το δέντρο της ξύλινης κατασκευής καταγράφουν σαφώς χαμηλότερες επιφανειακές θερμοκρασίες από αυτές του υπόλοιπου δαπέδου (25°C -27°C). Οι χαμηλότερες θερμοκρασίες εντοπίζονται στα πυκνά φυλλώματα των δέντρων (επάνω δεξιά), με θερμοκρασίες έως και 10°C χαμηλότερες από αυτές της θερμής ζώνης.

Οι διαφορές αυτές γίνονται περισσότερο κατανοητές στην λήψη από διαφορετική γωνία του προαυλίου (εικόνα 34), όπου και αντικατοπτρίζονται οι έντονες θερμοκρασιακές διαφορές της προηγούμενης εικόνας. Έτσι, οι ιδιαίτερα υψηλές θερμοκρασίες της επιφάνειας του γηπέδου (ταρτάν) (30°C) είναι υψηλότερες κατά 7°C -9°C από αυτές που καταγράφονται στα πυκνά φυλλώματα των δέντρων.



(α)



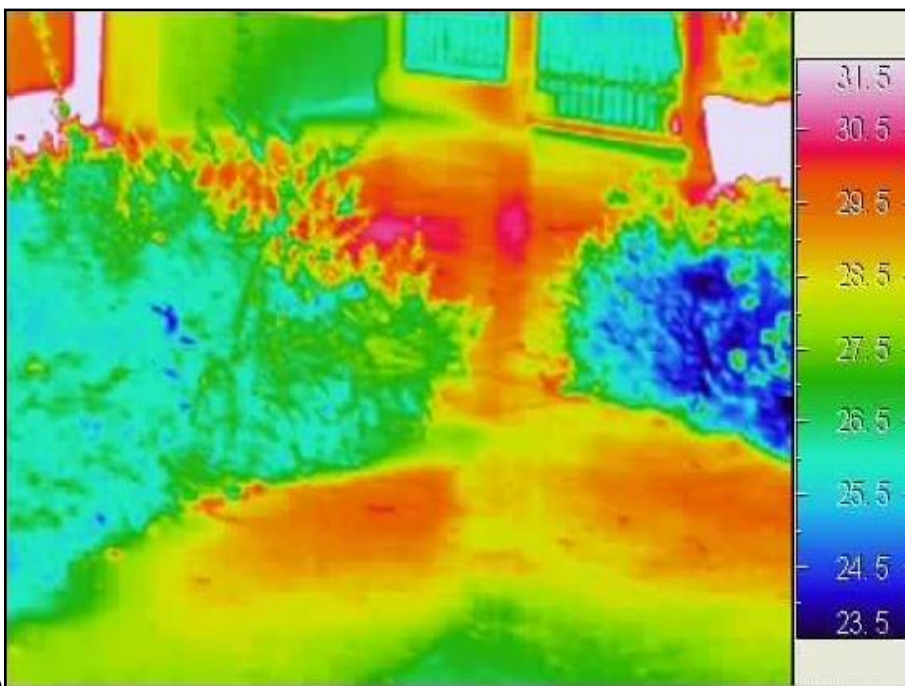
(β)

Εικόνα 35. Οπτική (α) και θερμική απεικόνιση (β) του προαύλιου χώρου του Σχολείου 3 (Δημοτικό) στις 24.05.2017 από 12:00 έως 14:00 LST.

Στην καταγραφή αυτή (εικόνα 35), οι υψηλότερες επιφανειακές θερμοκρασίες εντοπίζονται στις προεξέχουσες οριζόντιες επιφάνειες του κτιρίου και στο ημικυκλικό προαύλιο (30°C - 33°C), με τη συνύπαρξη μικρών θερμικών κηλίδων με θερμοκρασίες κοντά στους 35°C . Αντίθετα, οι κάθετοι μεταλλικοί δοκοί στήριξης του κτιρίου και το δάπεδο του γηπέδου (ταρτάν) χαρακτηρίζονται από θερμοκρασίες μεταξύ $27,5^{\circ}\text{C}$ και 30°C . Χαρακτηριστική είναι η θερμοκρασία που ανευρίσκεται στις λευκές διαγραμμίσεις του γηπέδου και στα σημεία επαφής των κάθετων δομών με το δάπεδο, που κυμαίνεται γύρω στους 25°C , με διαφορές από 3°C έως και 10°C από τις λοιπές επιφάνειες.



(α)



(β)

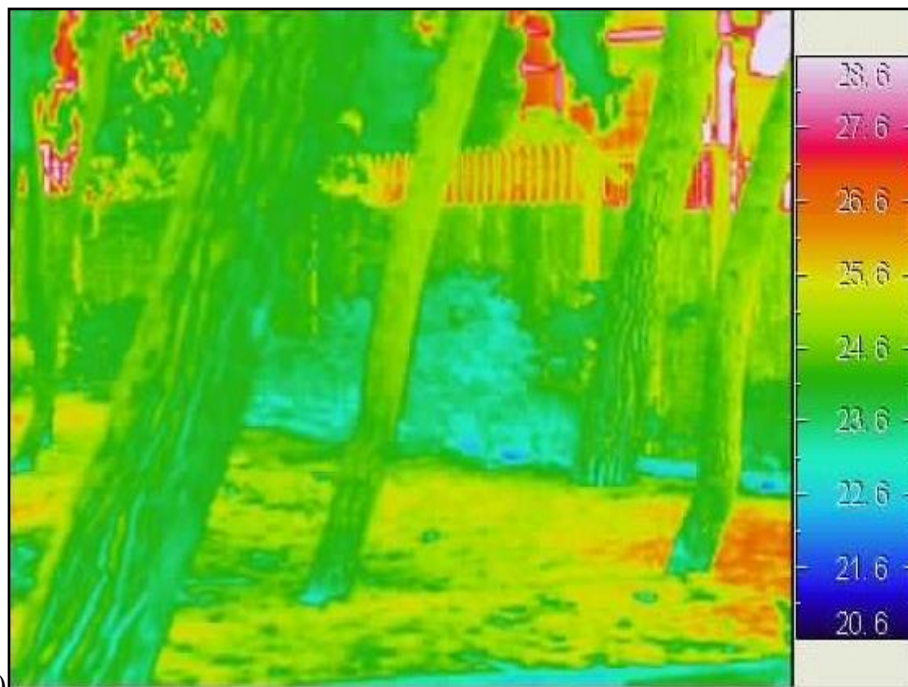
Εικόνα 36. Οπτική (α) και θερμική απεικόνιση (β) του προαύλιου χώρου του Σχολείου 3 (Νηπιαγωγείο) στις 24.05.2017 από 12:00 έως 14:00 LST.

Οι επιστρωμένες τσιμεντένιες πλάκες του δαπέδου χαρακτηρίζονται από επιφανειακές θερμοκρασίες μεταξύ 28°C και 30°C, με την ύπαρξη μικρών θερμικών κηλίδων τόσο στην επιφάνεια αυτού όσο και σε ορισμένες κάθετες δομές του κτιρίου

(επάνω αριστερά και η ζαρντινιέρα επάνω δεξιά) με θερμοκρασίες μεγαλύτερες των 31°C. Η λευκή κάθετη δομή του κτιρίου και οι περιφερειακές ζώνες του δαπέδου κινούνται σε χαμηλότερες θερμοκρασίες (27°C), με τα φυλλώματα της ποώδους βλάστησης να εμφανίζουν κατά 9°C πιο χαμηλές θερμοκρασίες από αυτές των θερμών κηλίδων.



(α)



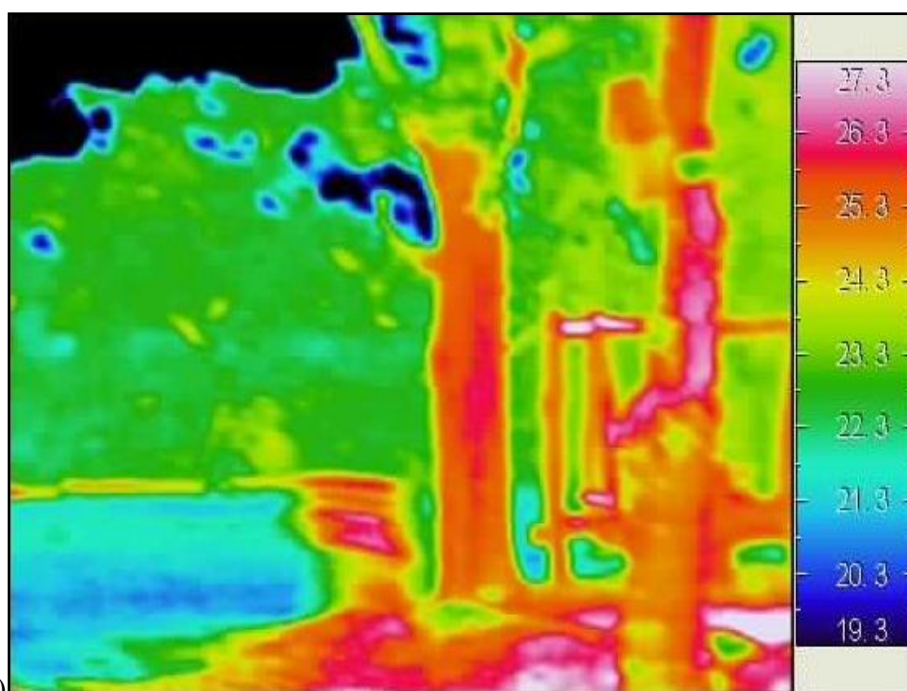
(β)

Εικόνα 37. Οπτική (α) και θερμική απεικόνιση (β) του προαύλιου χώρου του Σχολείου 3 (Νηπιαγωγείο) στις 24.05.2017 από 12:00 έως 14:00 LST.

Ο χώρος αυτός είναι στην μεγαλύτερη επιφάνειά του καλυμμένος με χώμα. Οι υψηλότερες επιφανειακές θερμοκρασίες σημειώνονται στις κάθετες δομές των κτιρίων, κυμαινόμενες γύρω στους 27°C-28°C. Το μεγαλύτερο μέρος της χωμάτινης επιφάνειας, όπως και οι κόμεις των δέντρων και οι κάθετες επιφάνειες της ξύλινης περίφραξης χαρακτηρίζονται από επιφανειακές θερμοκρασίες μεταξύ 23°C και 26°C.



(α)



(β)

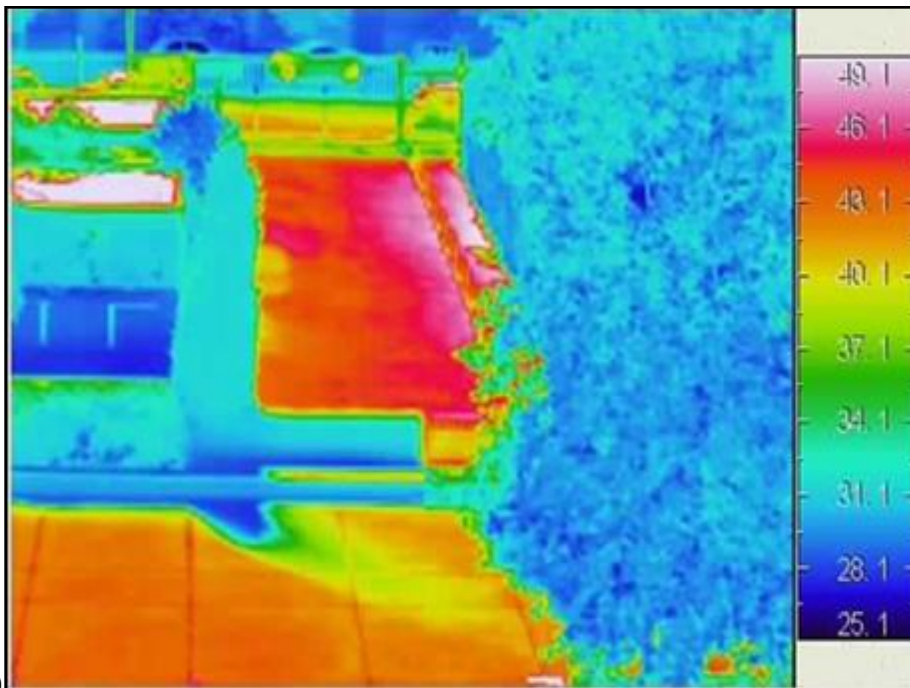
Εικόνα 38. Οπτική (α) και θερμική απεικόνιση (β) του προαύλιου χώρου του Σχολείου 3 (Νηπιαγωγείο) στις 24.05.2017 από 12:00 έως 14:00 LST.

Το μεγαλύτερο μέρος της χωμάτινης επιφάνειας, οι κορμοί των δέντρων και η ξύλινη κατασκευή χαρακτηρίζονται από θερμοκρασίες μεταξύ 26°C και 28°C. Τα φυλλώματα των δέντρων εμφανίζουν θερμοκρασίες περίπου 23°C. Οι χαμηλότερες επιφανειακές θερμοκρασίες εντοπίζονται στην καλυπτόμενη από χλοοτάπητα επιφάνεια (αριστερά), που δεν ξεπερνούν τους 25°C, σημειώνοντας μια διαφορά της τάξης των 5°C από τις θερμοκρασίες στις χωμάτινες επιφάνειες.

5.2.3.2 Θερμική απεικόνιση συγκροτήματος με αίθριο καιρό στις 14.06.2017 από 10:00 έως 12:00 LST.



(α)



(β)

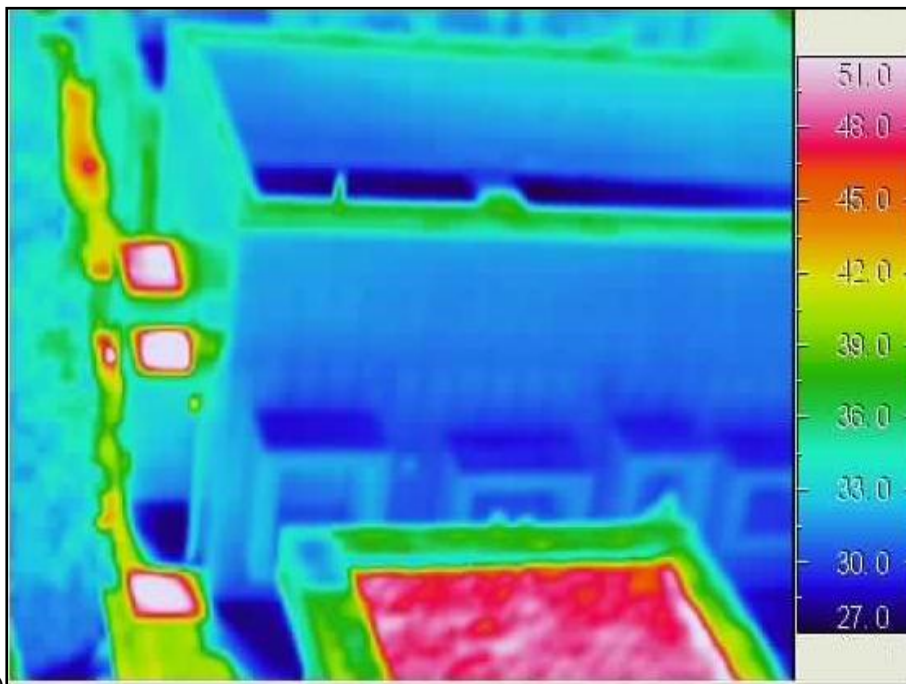
Εικόνα 39. Οπτική (α) και θερμική απεικόνιση (β) του προαύλιου χώρου του Σχολείου 3 (Γυμνάσιο/ Λύκειο) στις 14.06.2017 από 10:00 έως 12:00 LST.

Οι υψηλότερες επιφανειακές θερμοκρασίες καταγράφονται στις εκτεθειμένες στον ήλιο οριζόντιες τσιμεντένιες επιφάνειες της οροφής του παρκινγκ, αγγίζοντας τους 49°C-50°C. Ο μη σκιασμένος ασφαλτοστρωμένος κεντρικός διάδρομος του αύλειου χώρου συγκεντρώνει επίσης ιδιαίτερα υψηλές θερμοκρασίες, εμφανίζοντας έντονες θερμικές κηλίδες μεταξύ 46°C και 49°C. Υψηλές είναι και οι θερμοκρασίες που καταγράφονται στις τσιμεντόπλακες του δαπέδου (κάτω αριστερά) που κινούνται γύρω στους 43°C.

Αντίθετα, οι σκιασμένες επιφάνειες των κτιρίων, τα φυλλώματα των δέντρων και των λοιπών φυτών εμφανίζουν θερμοκρασίες μεταξύ 26°C-31°C, μικρότερες ακόμη και έως 24°C από τις έντονες θερμικές κηλίδες. Οι θερμοκρασιακές αυτές διαφορές θα μπορούσαν πιθανώς να αποδοθούν στον προσανατολισμό του αύλειου χώρου.



(α)



(β)

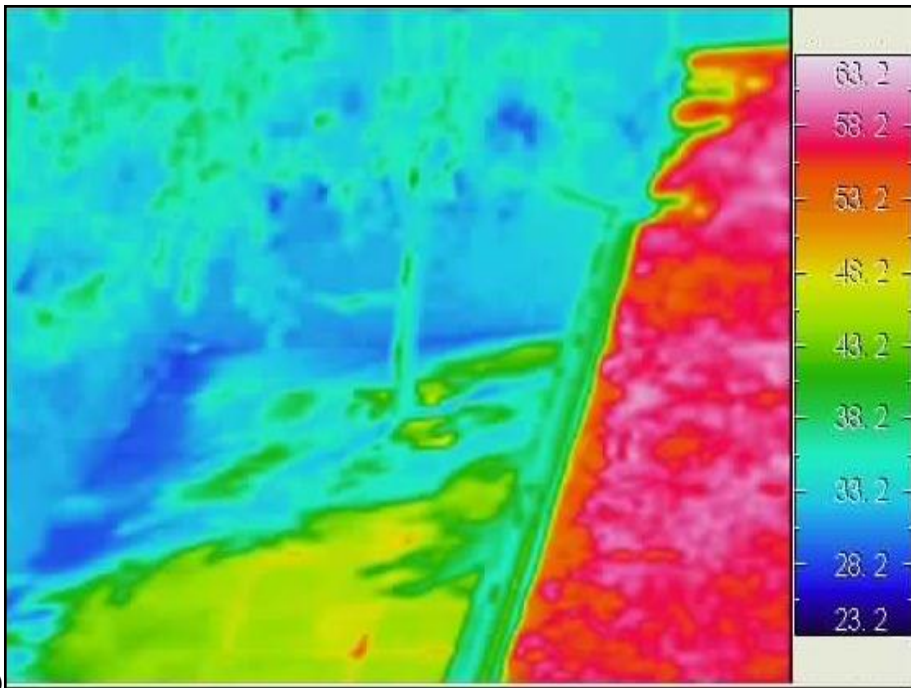
Εικόνα 40. Οπτική (α) και θερμική απεικόνιση (β) του προαύλιου χώρου του Σχολείου 3 (Γυμνάσιο/ Λύκειο) στις 14.06.2017 από 10:00 έως 12:00 LST.

Η υψηλότερη συγκέντρωση επιφανειακής θερμοκρασίας εντοπίζεται στην μη σκιασμένη χαλικοστρωμένη επιφάνεια της οροφής του πρώτου κτιρίου και στις οριζόντιες επιφάνειες των εξεχουσών δομών του μεσαίου κτιρίου, μεταξύ 48°C-51°C. Επίσης, ο μη σκιασμένος επιστρωμένος με τσιμεντόπλακες διάδρομος που βρίσκεται κατά μήκος της δεντροστοιχίας κυμαίνεται σε ιδιαίτερα υψηλές θερμοκρασίες (39°C-42°C), με διάσπαρτες μικρές θερμικές κηλίδες κοντά στους 48°C.

Οι λευκές οριζόντιες επιστρώσεις από τσιμέντο του περιγράμματος των κτιρίων κινούνται σε θερμοκρασίες κοντά στους 38°C. Αντίθετα, οι σκιασμένες επιφάνειες και οι κάθετες επιφάνειες των κτιρίων, όπως και η δεντροστοιχία (27°C-32°C) εμφανίζουν μεγάλες θερμοκρασιακές διαφορές, από 12°C έως και 24°C από τις λοιπές επιφάνειες.



(α)



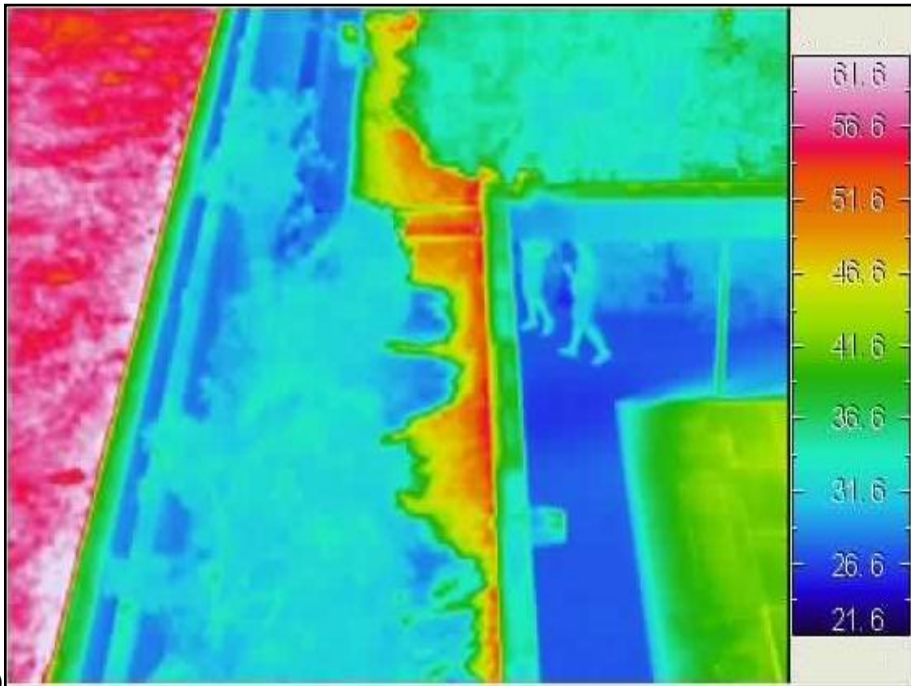
(β)

Εικόνα 41. Οπτική (α) και θερμική απεικόνιση (β) τμήματος του προαύλιου χώρου του Σχολείου 3 (Γυμνάσιο/ Λύκειο) στις 14.06.2017 από 10:00 έως 12:00 LST.

Οι πιο υψηλές επιφανειακές θερμοκρασίες, στην εικόνα 41, συγκεντρώνονται στην μη σκιασμένη οριζόντια επιφάνεια της οροφής του κτιρίου, με ένα θερμοκρασιακό εύρος μεταξύ 57°C-63°C. Η εκτεθειμένη στον ήλιο περιοχή του δαπέδου με τσιμεντόπλακες εμφανίζει σαφώς χαμηλότερες θερμοκρασίες, ακόμη και κατά 20°C χαμηλότερες από την οροφή του κτηρίου. Ιδιαίτερα μεγάλη είναι η θερμοκρασιακή διαφορά των σκιασμένων και δεντροφυτεμένων περιοχών (28°C-33°C), σημειώνοντας διαφορές από 20°C έως και 34°C από τις θερμές ζώνες.



(α)



(β)

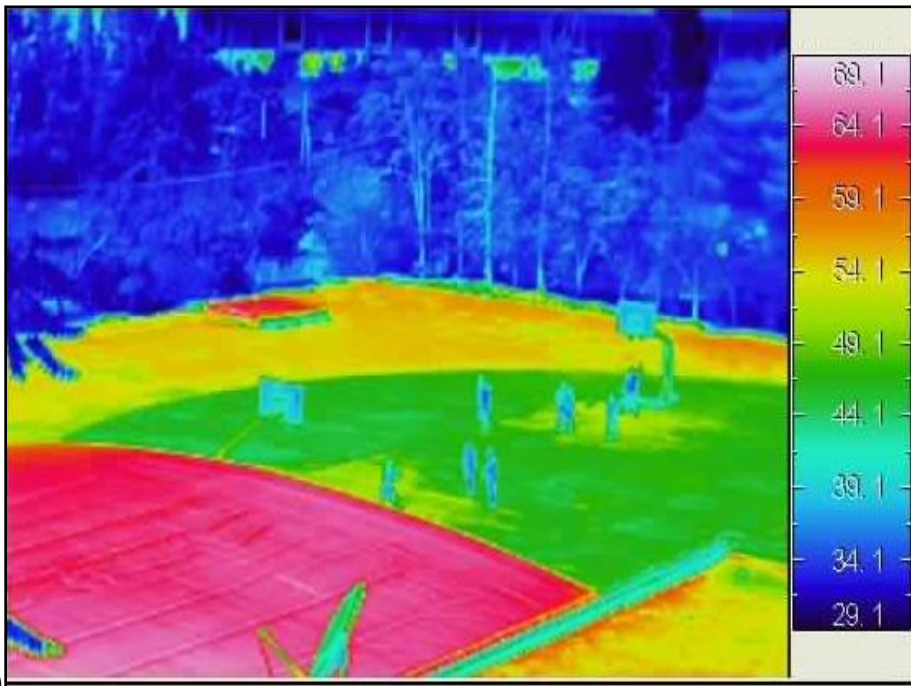
Εικόνα 42. Οπτική (α) και θερμική απεικόνιση (β) των κτιριακών δομών του Σχολείου 3 (Γυμνάσιο/ Λύκειο) στις 14.06.2017 από 10:00 έως 12:00 LST.

Στην εικόνα 42 είναι εμφανής η διαφορετική θερμοκρασιακή συμπεριφορά των διαφόρων υλικών επίστρωσης. Όπως φαίνεται, η ψηλότερη θερμοκρασία χαρακτηρίζει την επίστρωση της οροφής, αγγίζοντας τους 56°C-61°C. Ένα επίπεδο πιο κάτω, στις μη σκιασμένες περιοχές του χαλικόστρωτου δαπέδου (στέγαστρο - κέντρο), οι θερμοκρασίες κυμαίνονται μεταξύ 46°C-51°C, έως και 10°C χαμηλότερες από αυτές της μονωμένης οροφής.

Χαμηλότερες είναι οι θερμοκρασίες του μη σκιασμένου δαπέδου τσιμεντόπλακας του αύλειου χώρου, κυμαινόμενες στους 37°C-40°C. Οι πιο χαμηλές θερμοκρασίες σημειώνονται στα φυλλάματα των δέντρων και στις σκιασμένες περιοχές, με το εύρος τους να εμφανίζεται χαμηλότερο ακόμη και κατά 35°C από τις θερμοκρασίες στις θερμότερες περιοχές.



(α)



(β)

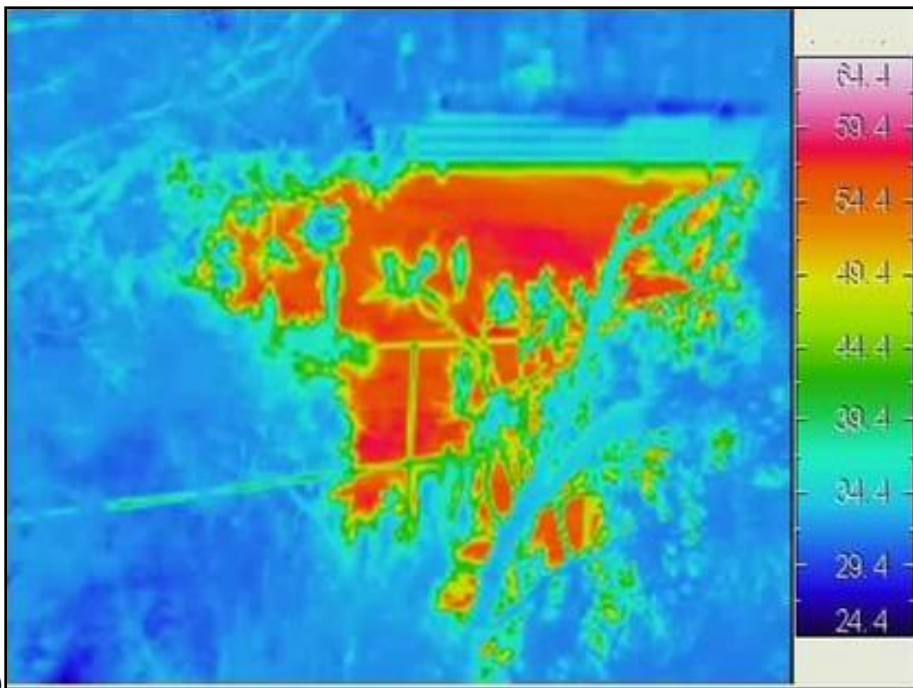
Εικόνα 43. Οπτική (α) και θερμική απεικόνιση (β) των αθλητικών χώρων του Σχολείου 3 (Γυμνάσιο/ Λύκειο) στις 14.06.2017 από 10:00 έως 12:00 LST.

Η θερμική αυτή απεικόνιση του χώρου αθλητικών δραστηριοτήτων συνιστά ένα παράδειγμα της διαφορετικής θερμοκρασιακής συμπεριφοράς των υλικών επίστρωσης και δόμησης των χώρων αυτών. Όπως φαίνεται, την υψηλότερη θερμοκρασία εμφανίζει η μεταλλική οροφή του κολυμβητηρίου (κάτω αριστερά), κυμαινόμενη ομοιόμορφα στους 64°C. Το καλυμμένο με τάπητα δάπεδο του αγωνιστικού στίβου (ταρτάν) χαρακτηρίζεται με θερμοκρασίες μεταξύ 52°C-56°C.

Χαμηλότερες είναι οι θερμοκρασίες του κεντρικού χώρου των γηπέδων μεταξύ 44°C-48°C ο οποίος αποτελείται επίσης από τάπητα. Το γεγονός αυτό μπορεί να οφείλεται στην διαφορά χρώματος καθώς τα ανοιχτόχρωμα δάπεδα απορροφούν λιγότερη θερμότητα. Σε σχέση με τις δένδροφυτεμένες περιοχές του περιγύρου, οι θερμοκρασίες των οποίων δεν ξεπερνούν τους 34°C, αυτές οι έντονα υψηλές θερμοκρασίες των διαφόρων υλικών επίστρωσης τονίζουν ακόμη περισσότερο τη σημασία της σωστής επιλογής αυτών.



(α)



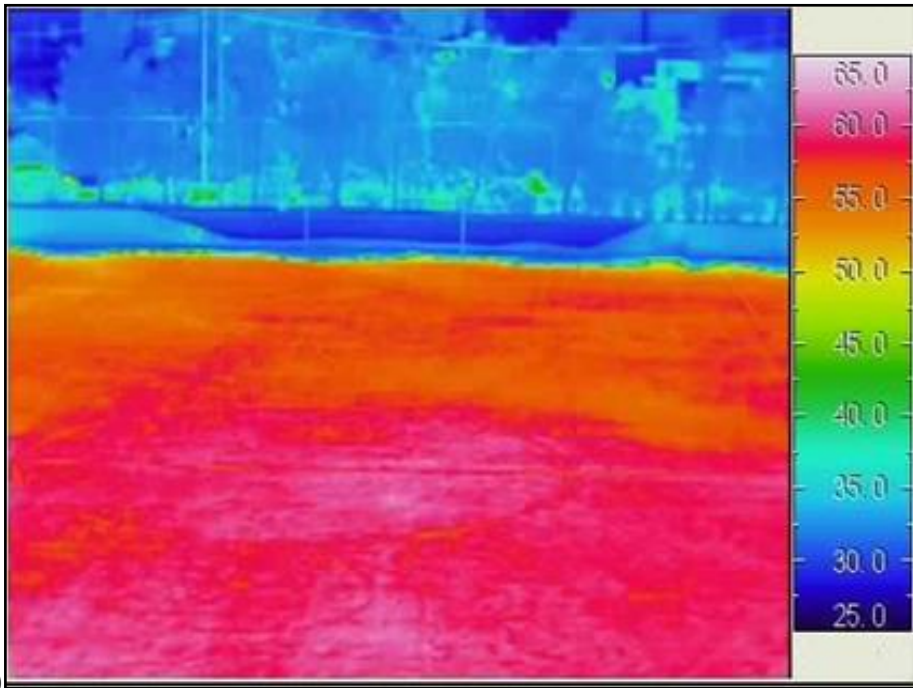
(β)

Εικόνα 44. Οπτική (α) και θερμική απεικόνιση (β) του γηπέδου ποδοσφαίρου του Σχολείου 3 (Δημοτικό) στις 14.06.2017 από 10:00 έως 12:00 LST.

Αντίστοιχα με την προηγούμενη εικόνα, η εικόνα 44 τονίζει περαιτέρω τη σημασία της θερμοκρασιακής συμπεριφοράς των υλικών επίστρωσης των αθλητικών χώρων των σχολείων. Ο πλαστικός τάπητας της επίστρωσης του γηπέδου συγκεντρώνει ιδιαίτερα υψηλές θερμοκρασίες, που αγγίζουν τους 54°C-59°C, υψηλότερες ακόμη και κατά 30°C από αυτές των φυλλωμάτων των δέντρων και της τσιμεντένιας κερκίδας του γηπέδου.



(α1)

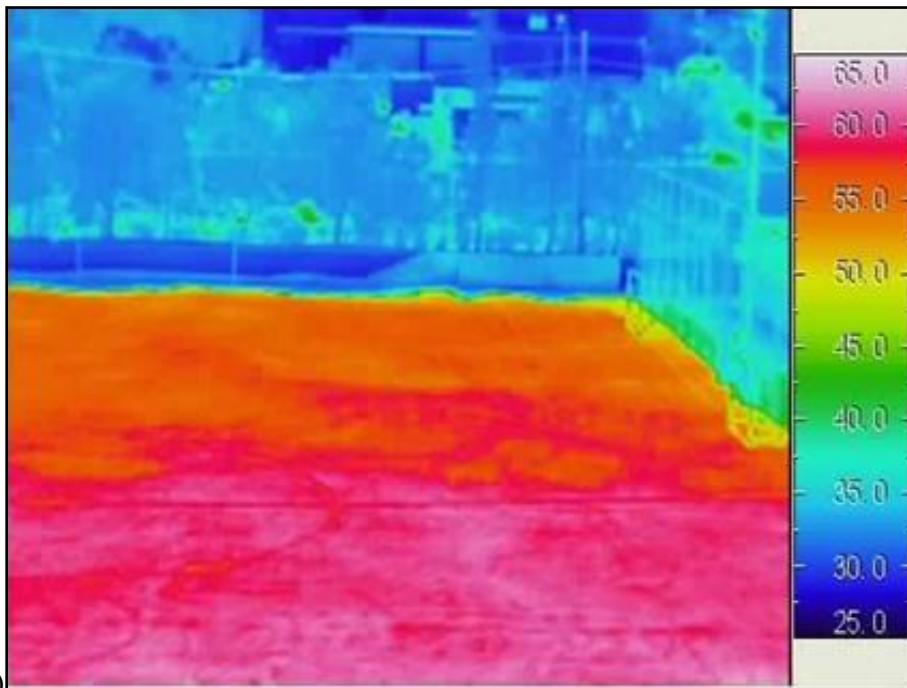


(β1)

Εικόνα 45α. Οπτική (α1) και θερμική απεικόνιση (β1) του γηπέδου ποδοσφαίρου του Σχολείου 3 (Δημοτικό) –Οπτική Α στις 14.06.2017 από 10:00 έως 12:00 LST .



(α2)



(β2)

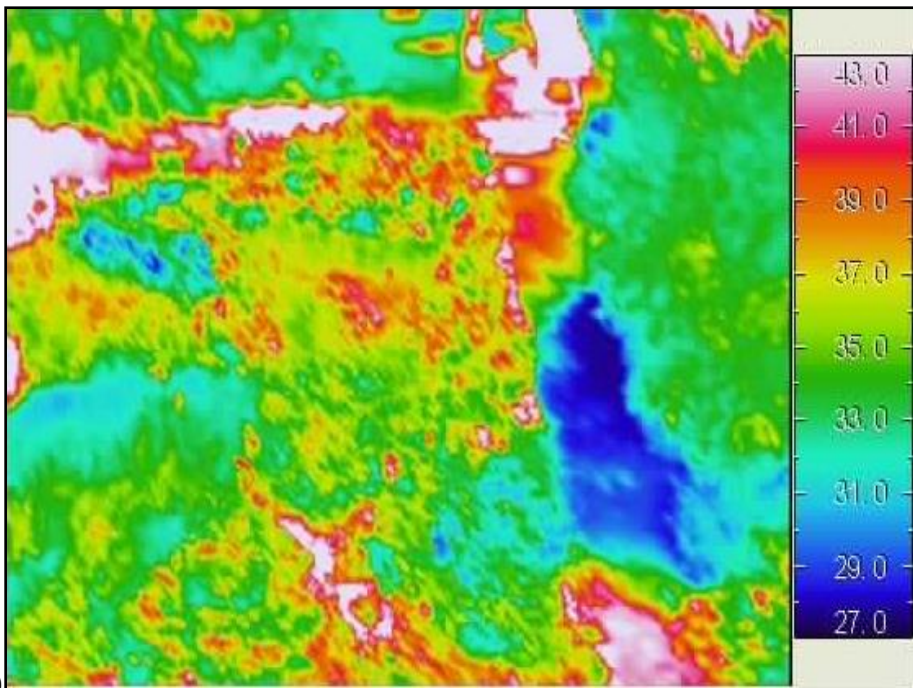
Εικόνα 45β. Οπτική (α1) και θερμική απεικόνιση (β1) του γηπέδου ποδοσφαίρου του Σχολείου 3 (Δημοτικό) –Οπτική Β στις 14.06.2017 από 10:00 έως 12:00 LST .

Ομοίως, οι εικόνες 45α και 45β, που συνιστούν διαφορετικές γωνίες θερμικής απεικόνισης του αγωνιστικού χώρου του γηπέδου ποδοσφαίρου, τονίζει τις ιδιαίτερα υψηλές θερμοκρασίες (55°C-65°C) που συγκεντρώνουν οι επιφάνειες που είναι καλυμμένες με πλαστικό τάπητα, σε σχέση με τις υπόλοιπες επιφάνειες του γύρω χώρου, υποδεικνύοντας για ακόμη μια φορά την ακαταλληλότητα του συγκεκριμένου υλικού.

Η μεταλλική περίφραξη που δεν βρίσκεται υπο την σκιά των δέντρων εμφανίζει θερμοκρασίες 35°C - 40°C ενώ στις σκιαζόμενες θέσεις από το φύλλωμα των δέντρων υπάρχει θερμοκρασιακή διαφορά έως και 5°C χαμηλότερη (εικόνα 46).



(α)



(β)

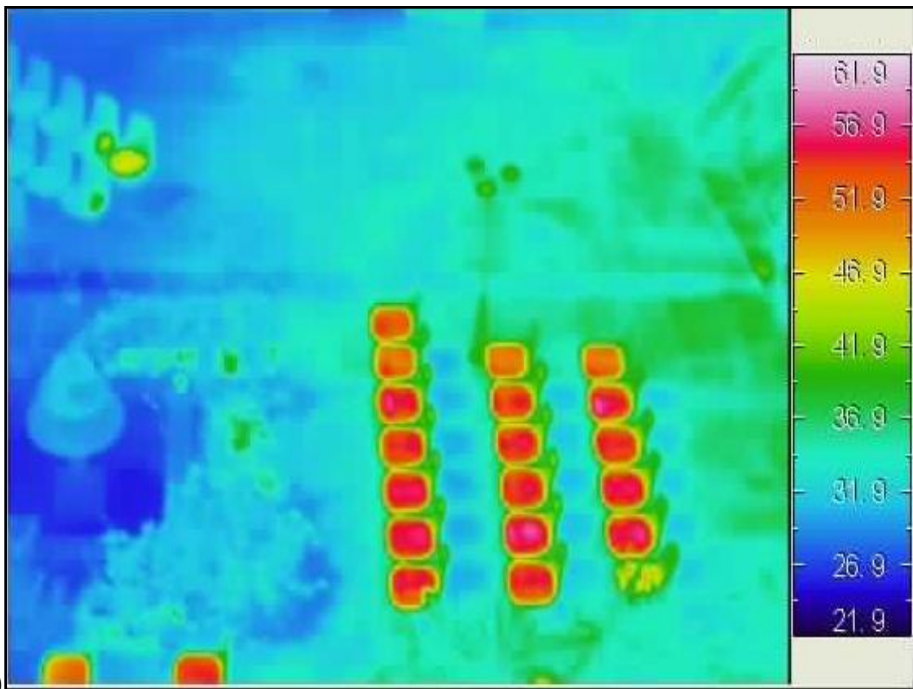
Εικόνα 46. Οπτική (α) και θερμική απεικόνιση (β) του ασυλλίου του Σχολείου 3 (Γυμνάσιο/Λύκειο) στις 14.06.2017 από 10:00 έως 12:00 LST.

Στην θερμική απεικόνιση μέρους του κήπου (εικόνα 46) του σχολικού συγκροτήματος, οι υψηλότερες θερμοκρασίες εντοπίζονται στους μη σκιασμένους τεχνητούς διαδρόμους από κυβόλιθους, στην κόμη του μη σκιασμένου δέντρου και στις αραιοφυτεμένες περιοχές της χαμηλής βλάστησης, κυμαινόμενες από 40°C έως και 42°C. Οι μη σκιασμένες περιοχές της χαμηλής βλάστησης και των φυλλωμάτων των δέντρων κινούνται σε χαμηλότερες θερμοκρασίες, με ένα εύρος 31 °C- 35°C.

Οι χαμηλότερες θερμοκρασίες εντοπίζεται στην σκιασμένη από το δέντρο δεξιά επιφάνεια του εδάφους (27°C-31°C), χαμηλότερες έως και 15°C από τις θερμότερες μη σκιασμένες αντίστοιχες επιφάνειες.



(α)



(β)

Εικόνα 47. Οπτική (α) και θερμική απεικόνιση (β) του προαύλιου χώρου του Σχολείου 3 (Γυμνάσιο/ Λύκειο) στις 14.06.2017 από 10:00 έως 12:00 LST.

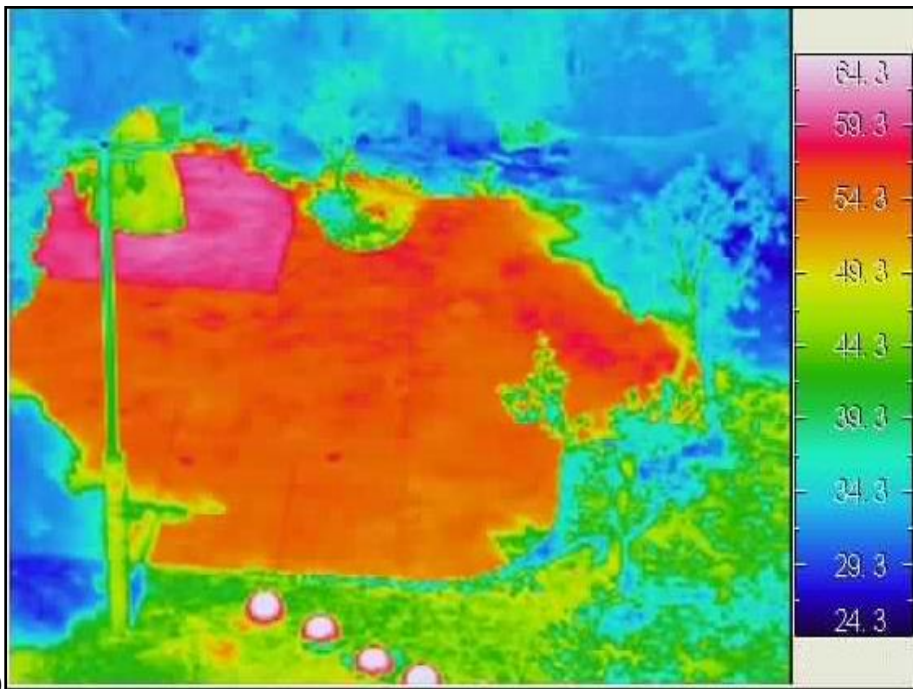
Όπως φαίνεται από την θερμική απεικόνιση, τις υψηλότερες θερμοκρασίες (52°C-56°C) εμφανίζουν οι μαύρες επιφάνειες των τριών σειρών των καθισμάτων στο κέντρο του προαυλίου, με τα μεταλλικά τους περιγράμματα να εμφανίζουν 10°C-12°C χαμηλότερες θερμοκρασίες. Η μη σκιασμένη επιφάνεια του πλακόστρωτου δαπέδου αριστερά κινείται σε ένα θερμοκρασιακό εύρος περίπου των 35°C, που είναι κατά 7°C-9°C χαμηλότερη των καθισμάτων.

Όπως προαναφέρθηκε στην εικόνα 29, η σκιασμένη πλευρά του πλακόστρωτου δαπέδου όπως και η εκτεθειμένη στον ήλιο περιοχή γύρω από το σιντριβάνι εμφανίζουν κατά πολύ χαμηλότερες θερμοκρασίες, μεταξύ των 25°C-30°C. Όπως φαίνεται, η επικάλυψη του χώρου με το λευκό πλαστικό δίκτυ πιθανώς να προσδίδει χαμηλότερη θερμοκρασιακή συμπεριφορά στα υλικά δόμησης του χώρου.

Χαμηλότερη θερμοκρασιακή συμπεριφορά στα υλικά της εικόνας 49 καταγράφεται στην επιφάνεια του στρωμένου με τσιμεντόπλακες δαπέδου (55°C), έχοντας και μία περιγεγραμμένη περιοχή αυτού (επάνω αριστερά) με θερμοκρασιακή συμπεριφορά στα υλικά 59°C-64°C. Η μη σκιασμένη από χώμα επιφάνεια και ο μεταλλικός στύλος φωτισμού εμφανίζουν θερμοκρασίες μεταξύ 39°C και 45°C. Στις σκιασμένες περιοχές καθώς και στα φυλλώματα εμφανίζονται θερμοκρασίες 24°C - 35°C με θερμοκρασιακή διαφορά έως και 25°C-30°C από τις θερμές κηλίδες.



(α)

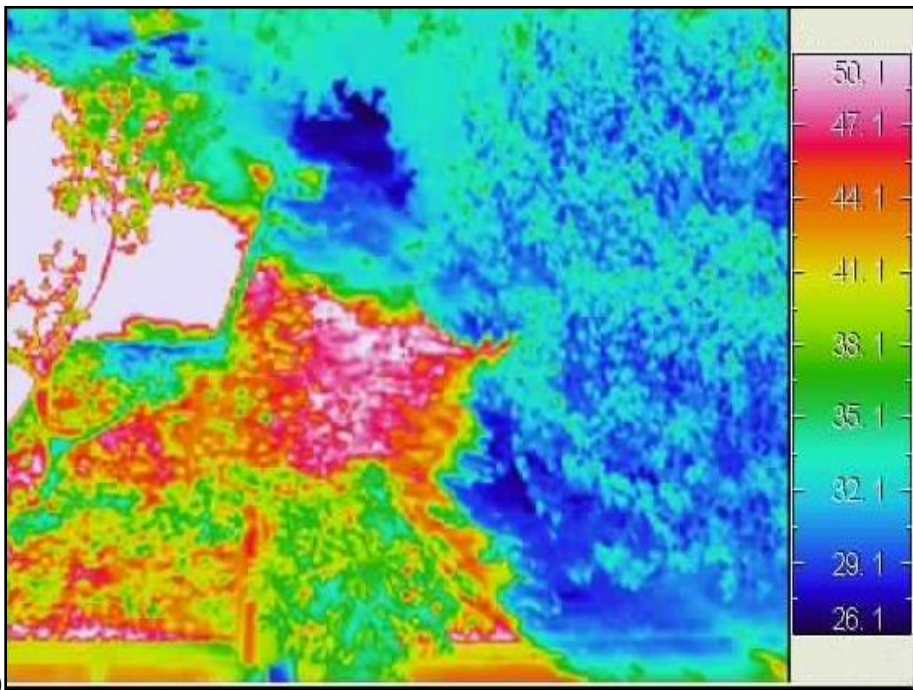


(β)

Εικόνα 48. Οπτική (α) και θερμική απεικόνιση (β) του προαύλιου χώρου του Σχολείου 3 (Δημοτικό) στις 14.06.2017 από 10:00 έως 12:00 LST.



(α)



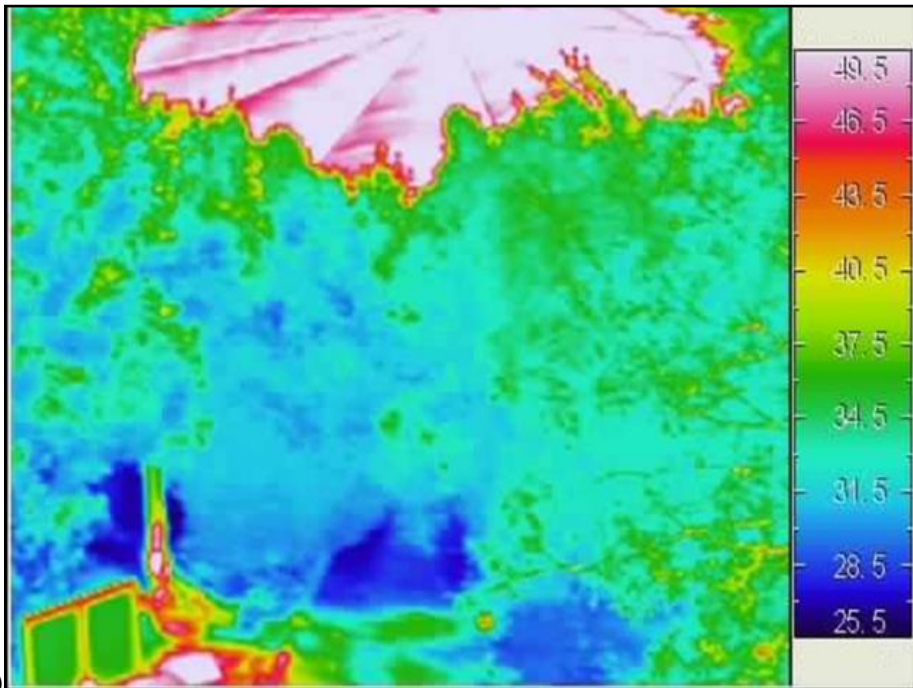
(β)

Εικόνα 49. Οπτική (α) και θερμική απεικόνιση (β) του προαύλιου χώρου του Σχολείου 3 (Δημοτικό) στις 14.06.2017 από 10:00 έως 12:00 LST.

Η έντονη θερμοκρασιακή διαφορά των διαφορετικών υλικών της εικόνας 48 φαίνεται και στην εικόνα 49, από την θερμική απεικόνιση μιας άλλης γωνίας του προαύλιου χώρου. Οι υψηλότερες επιφανειακές θερμοκρασίες χαρακτηρίζουν την καλυπτόμενη από τσιμεντόπλακες επιφάνεια του δαπέδου, αγγίζοντας τους 51°C. Ωστόσο, εδώ έντονες θερμικές κηλίδες εντοπίζονται και στην μη σκιασμένη και καλυμμένη με πράσινο επιφάνεια του εδάφους, με θερμοκρασίες από 42°C έως 50°C. Σε μια μικρότερη επιφάνεια του πράσινου εδάφους, οι θερμοκρασίες κινούνται γύρω στους 38°C. Οι θερμοκρασίες των φυλλωμάτων και των σκιασμένων από αυτά περιοχών εμφανίζει θερμοκρασίες χαμηλότερες των 33°C, έχοντας ακόμη και 22°C διαφορά από τις θερμοκρασίες των θερμών κηλίδων.



(α)



(β)

Εικόνα 50. Οπτική (α) και θερμική απεικόνιση (β) του προαύλιου χώρου του Σχολείου 3 (Δημοτικό) στις 14.06.2017 από 10:00 έως 12:00 LST.

Ομοίως με τις εικόνες 30 και 31, η εικόνα 50 δείχνει την επίδραση της χρήσης διαφορετικών υλικών στη θερμοκρασία των επιφανειών αυτών. Έτσι, οι θερμοκρασίες που συγκεντρώνει το συγκεκριμένο υλικό του κυκλικού στεγάστρου αγγίζουν τους 48°C-50°C, σημειώνοντας από 10°C έως και 22°C θερμοκρασιακή διαφορά από τις θερμοκρασίες στα φυλλώματα και στις σκιασμένες από αυτά επιφάνειες (25°C - 28°C).

Κεφάλαιο 6

Αποτελέσματα μετρήσεων

Σχολείο 1 - Νηπιαγωγείο

Στον Χώρο 1, που συνιστά μια ανοιχτή περιοχή του νηπιαγωγείου με ταρτάν μαύρου χρώματος, καταγράφηκε ένα ποσοστό 93,7% του συνόλου των νηπίων. Αν μετατρέψουμε το ποσοστό αυτό σε αριθμό νηπίων, όπως φαίνεται και στον πίνακα 1, ο αριθμός αυτός είναι 30 και αντιστοιχεί περίπου σε 6-7 νήπια που χρησιμοποιούν τον χώρο 1 καθημερινά (4 ημέρες παρατήρησης). Αξίζει να σημειωθεί πως ο χώρος 1 αποτελεί τον μοναδικό ανοιχτό χώρο στον οποίο μπορούν να λάβουν χώρα διάφορες κοινές δραστηριότητες πχ κυνηγητό. Η ύπαρξη της επιφάνειας λευκών πλακών τσιμέντου εμφανίζει θερμοκρασιακή διαφορά ακόμη και 34⁰C από τις αντίστοιχες επιφάνειες του ταρτάν που βρίσκεται δίπλα.

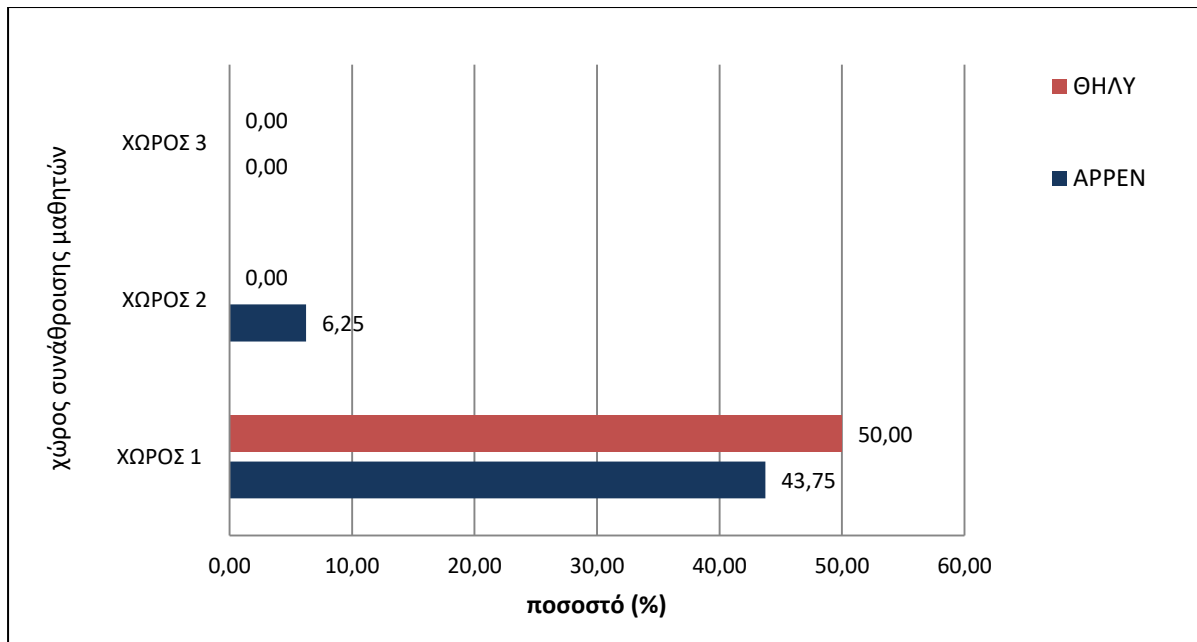
Στον χώρο 2, στο σκιασμένο από πλαστικό στέγαστρο παρτέρι άμμου παρατηρήθηκε ποσοστό νηπίων 6,25%, παρότι καταγράφηκαν χαμηλές επιφανειακές θερμοκρασίες. Το μέγεθος του παρτεριού αυτού βέβαια ενδεχομένως δεν θα μπορούσε να φιλοξενήσει πάνω από 5 παιδιά καθώς η έκτασή του δεν ξεπερνούσε να 3 m². Πιθανώς η συνύπαρξη του με των υψηλών επιφανειακών θερμοκρασιών μαύρο ταρτάν (70⁰C - 73⁰C), να επηρέασε τη δραστηριότητα των παιδιών, συμβάλλοντας στην δημιουργία ενός δυσμενούς περιβάλλοντος.

Στον χώρο 3, δεν υπήρξε καμία δραστηριότητα των νηπίων και τις 4 ημέρες παρατήρησης. Το δάπεδο της ξύλινης κατασκευής που εκτίθεται στον ήλιο συγκέντρωνε θερμοκρασίες 55⁰C - 66⁰C συμβάλλοντας και αυτό στην δημιουργία ενός αποτρεπτικού αισθήματος για την συγκεκριμένη περιοχή.

Η δραστηριότητα των κοριτσιών φαίνεται μεγαλύτερη κατά επτά περίπου μονάδες στον χώρο 1 σε σχέση με των αγοριών (κορίτσια 50%, αγόρια 42,75%) ενώ στον χώρο 2 καταγράφηκαν μόνο αγόρια.

Πίνακας 1: Σχολείο 1 – Νηπιαγωγείο. Μαθητές που καταγράφηκαν στους αύλειους σχολικούς χώρους (αγόρια – κορίτσια, σύνολο)

ΣΧΟΛΕΙΟ 1	ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ	ΧΩΡΟΙ ΣΥΝΑΘΡΟΙΣΗΣ ΜΑΘΗΤΩΝ		
		ΧΩΡΟΣ 1	ΧΩΡΟΣ 2	ΧΩΡΟΣ 3
ΦΥΛΟ		Ανοιχτή περιοχή με ταρταν και ένα μεγάλο δέντρο	Σκιαζόμενο παρτέρι άμμου	Ξύλινη κατασκευή παιχνιδιών
ΑΡΡΕΝ	Sum	14	2	0
	Mean	4	1	0
	Standard Error of Mean	1	1	0
	Standard Deviation	3	1	0
	Column Sum %	46,7	100	
	Table Sum %	43,75	6,25	0,00
ΘΗΛΥ	Sum	16	0	0
	Mean	4	0	0
	Standard Error of Mean	1	0	0
	Standard Deviation	3	0	0
	Column Sum %	53,3	0	
	Table Sum %	50,00	0,00	0,00
ΣΥΝΟΛΟ	Sum	30	2	0
	Mean	4		0
	Standard Error of Mean	1		0
	Standard Deviation	3	1	0
	Column Sum %	100	100	
	Table Sum %	93,75	6,25	0,00

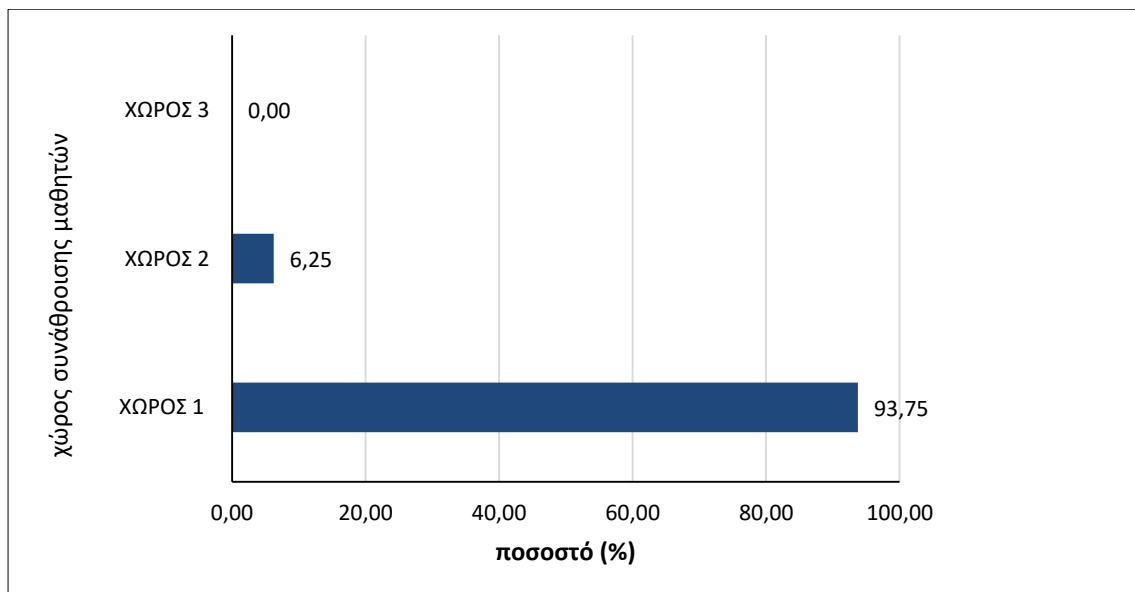


Διάγραμμα 1: Σχολείο 1 – Νηπιαγωγείο. Μαθητές που καταγράφηκαν στους αύλειους σχολικούς χώρους (αγόρια – κορίτσια)

ΧΩΡΟΣ 1 - Ανοιχτή περιοχή με ταρταν και ένα μεγάλο δέντρο

ΧΩΡΟΣ 2 - Σκιαζόμενο παρτέρι άμμου

ΧΩΡΟΣ 3 – Ξύλινη κατασκευή παιχνιδιών

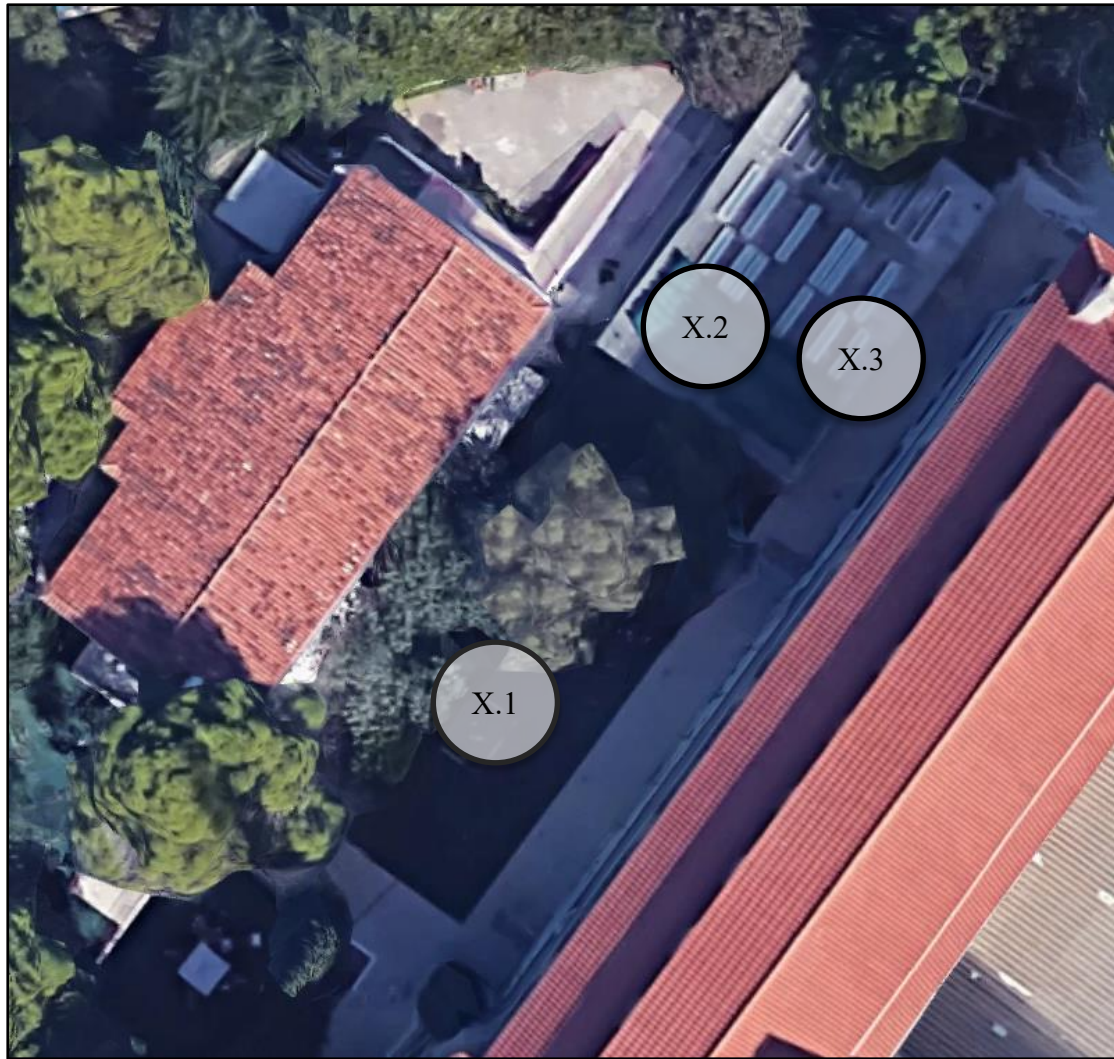


Διάγραμμα 2: Σχολείο 1 – Νηπιαγωγείο. Μαθητές που καταγράφηκαν στους αύλειους σχολικούς χώρους (σύνολο)

ΧΩΡΟΣ 1 - Ανοιχτή περιοχή με ταρταν και ένα μεγάλο δέντρο

ΧΩΡΟΣ 2 - Σκιαζόμενο παρτέρι άμμου

ΧΩΡΟΣ 3 - Ξύλινη κατασκευή παιχνιδιών



Εικόνα 51: Σχολικός αύλειος χώρος σχολείου 1 – Νηπιαγωγείο.

ΧΩΡΟΣ 1 - Ανοιχτή περιοχή με ταρταν και ένα μεγάλο δέντρο

ΧΩΡΟΣ 2 - Σκιαζόμενο παρτέρι άμμου

ΧΩΡΟΣ 3 - Κατασκευή παιχνιδιού

Σχολείο 1 - Δημοτικό/Γυμνάσιο/Λύκειο

Στον χώρο 1 και 5, η πλακόστρωτη επίστρωση εμφάνισε σχετικά υψηλές επιφανειακές θερμοκρασίες (άνω των 32°C) και παρουσίασε μια πολύ χαμηλή δραστηριότητα μαθητών (2,48%) παρότι έχουν αρκετά μεγάλη επιφάνεια. Στους χώρους αυτούς δεν υπήρχαν καθιστικά, στέγαστρα ή εξοπλισμοί δραστηριοτήτων τα οποία θα μπορούσαν να αποφέρουν ενδεχομένως μεγαλύτερη κινητικότητα των μαθητών.

Στον χώρο 2 (γήπεδο μπάσκετ) καταγράφηκε ένα ποσοστό 26,95% των μαθητών, που εκτίθεται σε υψηλές επιφανειακές θερμοκρασίες του ταρτάν-πίσσα (47°C-50°C). Ποσοστό αρκετά υψηλό συγκριτικά με τον συνολικό αριθμό των μαθητών καθώς ο ανοιχτός αυτός χώρος καταλαμβάνει το μεγαλύτερο μέρος της σχολικής αυλής και το μοναδικό γήπεδο μπάσκετ.

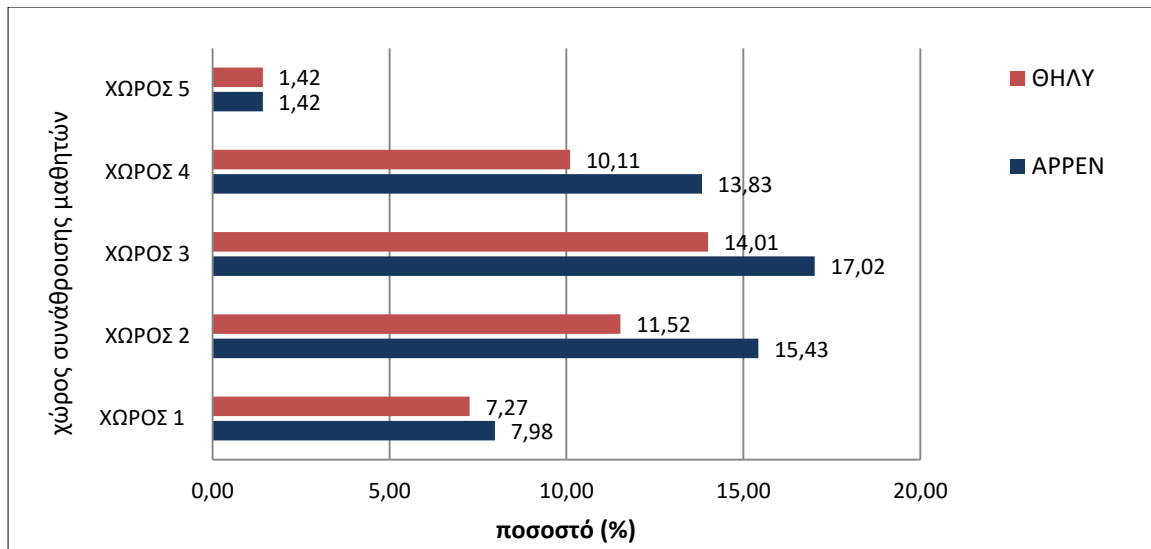
Ο χώρος 3 των κερκίδων από τσιμέντο συγκεντρώνει περίπου το 31,03% των μαθητών, με το υλικό του τσιμέντου να καταγράφει αρκετά χαμηλές επιφανειακές θερμοκρασίες σε σκιαζόμενα σημεία από την κόμη των δέντρων. Η συγκέντρωση μάλιστα των μαθητών στα σκιαζόμενα αυτά σημεία των κερκίδων ήταν έντονα αισθητή όπως μπορεί να φανεί στην θερμική απεικόνιση της εικόνας 8.

Ο σκιασμένος με το στέγαστρο χώρος (χώρος 4) εμφανίζει επιφανειακές θερμοκρασίες έως και 30°C, με συγκέντρωση μαθητών (23,94%). Οι θερμοκρασίες αυτές είναι αρκετά υψηλότερες από τις αναμενόμενες για ένα υπό σκιά περιβάλλον. Ωστόσο η επιφανειακή θερμοκρασία των υλικών στο σκιαζόμενο χώρο είναι σαφώς χαμηλότερη έως και 20°C από τον μη στεγασμένο περιβάλλοντα χώρο (45 -50°C) και για τον λόγο αυτό το ποσοστό αυτό των μαθητών είναι αρκετά υψηλό συγκριτικά με τον συνολικό αριθμό των μαθητών.

Η δραστηριότητα αγοριών και κοριτσιών φαίνεται σχεδόν η ίδια σε όλους του χώρους με μέγιστη διαφορά περίπου τέσσερις μονάδες στον χώρο 2 (αγόρια 15,43%, κορίτσια 11,52%).

Πίνακας 2: Σχολείο 1 – Δημοτικό/Γυμνάσιο/Λύκειο. Μαθητές που καταγράφηκαν στους αύλειους σχολικούς χώρους (αγόρια – κορίτσια, σύνολο).

ΣΧΟΛΕΙΟ 1	ΔΗΜΟΤΙΚΟ/ΓΥΜΝΑΣΙΟ/ΛΥΚΕΙΟ	ΧΩΡΟΙ ΣΥΝΑΘΡΟΙΣΗΣ ΜΑΘΗΤΩΝ				
		ΧΩΡΟΣ 1	ΧΩΡΟΣ 2	ΧΩΡΟΣ 3	ΧΩΡΟΣ 4	ΧΩΡΟΣ 5
ΦΥΛΟ		Πλακόστρωτη περιοχή στην είσοδο του σχολείου	Γήπεδο Μπάσκετ από ταρτάν - πίσσα	Κερκίδες από τσιμέντο στο γήπεδο - Μπάσκετ	Σκιαζόμενη περιοχή (κάτω από στέγαστρο) με γηπεδα του Βόλεϊ	Πλακόστρωτη μη σκιαζόμενη περιοχή κοντά στα γήπεδα του Βόλεϊ
ΑΡΡΕΝ	Sum	45	87	96	78	8
	Mean	11	22	24	20	2
	Standard Error of Mean	2	2	1	3	1
	Standard Deviation	4	4	3	5	2
	Column Sum %	52,3	57,2	54,9	57,8	50,0
	Table Sum %	7,98	15,43	17,02	13,83	1,42
ΘΗΛΥ	Sum	41	65	79	57	8
	Mean	10	16	20	14	2
	Standard Error of Mean	3	3	2	2	1
	Standard Deviation	7	7	4	4	2
	Column Sum %	47,7	42,8	45,1	42,2	50,0
	Table Sum %	7,27	11,52	14,01	10,11	1,42
ΣΥΝΟΛΟ	Sum	86	152	175	135	16
	Mean	11	19	22	17	2
	Standard Error of Mean	2	2	1	2	1
	Standard Deviation	5	6	4	5	2
	Column Sum %	100	100	100	100	100
	Table Sum %	15,25	26,95	31,03	23,94	2,84



Διάγραμμα 3: Σχολείο 1 – Δημοτικό/Γυμνάσιο/Λύκειο. Μαθητές που καταγράφηκαν στους αύλειους σχολικούς χώρους (αγόρια – κορίτσια)

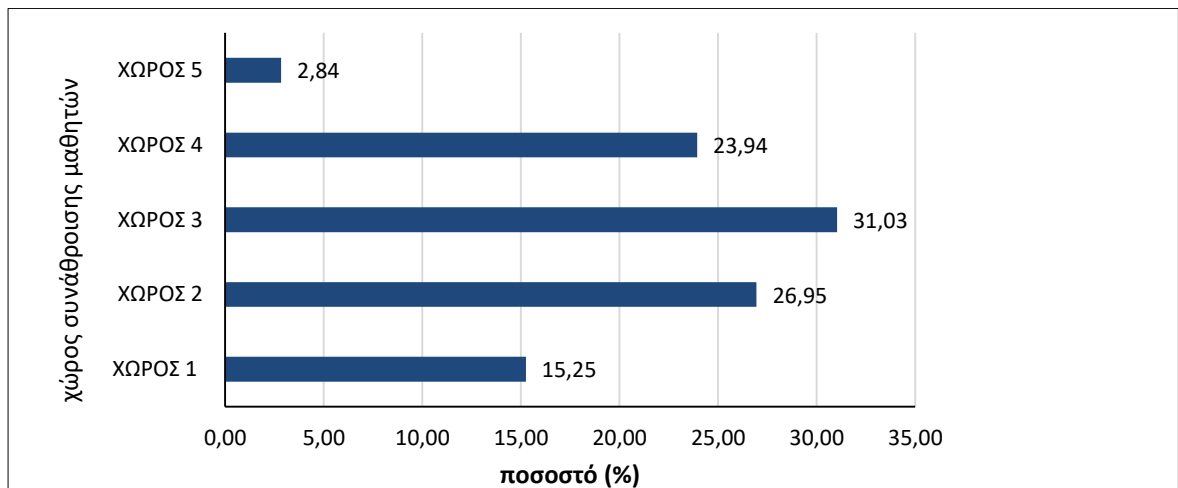
ΧΩΡΟΣ 1 -Πλακόστρωτη περιοχή στην είσοδο του σχολείου

ΧΩΡΟΣ 2 - Γήπεδο Μπάσκετ από ταρτάν - πίσσα

ΧΩΡΟΣ 3 - Κερκίδες από τσιμέντο στο γήπεδο - Μπάσκετ

ΧΩΡΟΣ 4 - Σκιαζόμενη περιοχή (κάτω από στέγαστρο) με γηπεδα του Βόλεϊ

ΧΩΡΟΣ 5 - Πλακόστρωτη μη σκιαζόμενη περιοχή κοντά στα γήπεδα του Βόλεϊ



Διάγραμμα 4: Σχολείο 1 – Δημοτικό/Γυμνάσιο/Λύκειο. Μαθητές που καταγράφηκαν στους αύλειους σχολικούς χώρους (σύνολο)

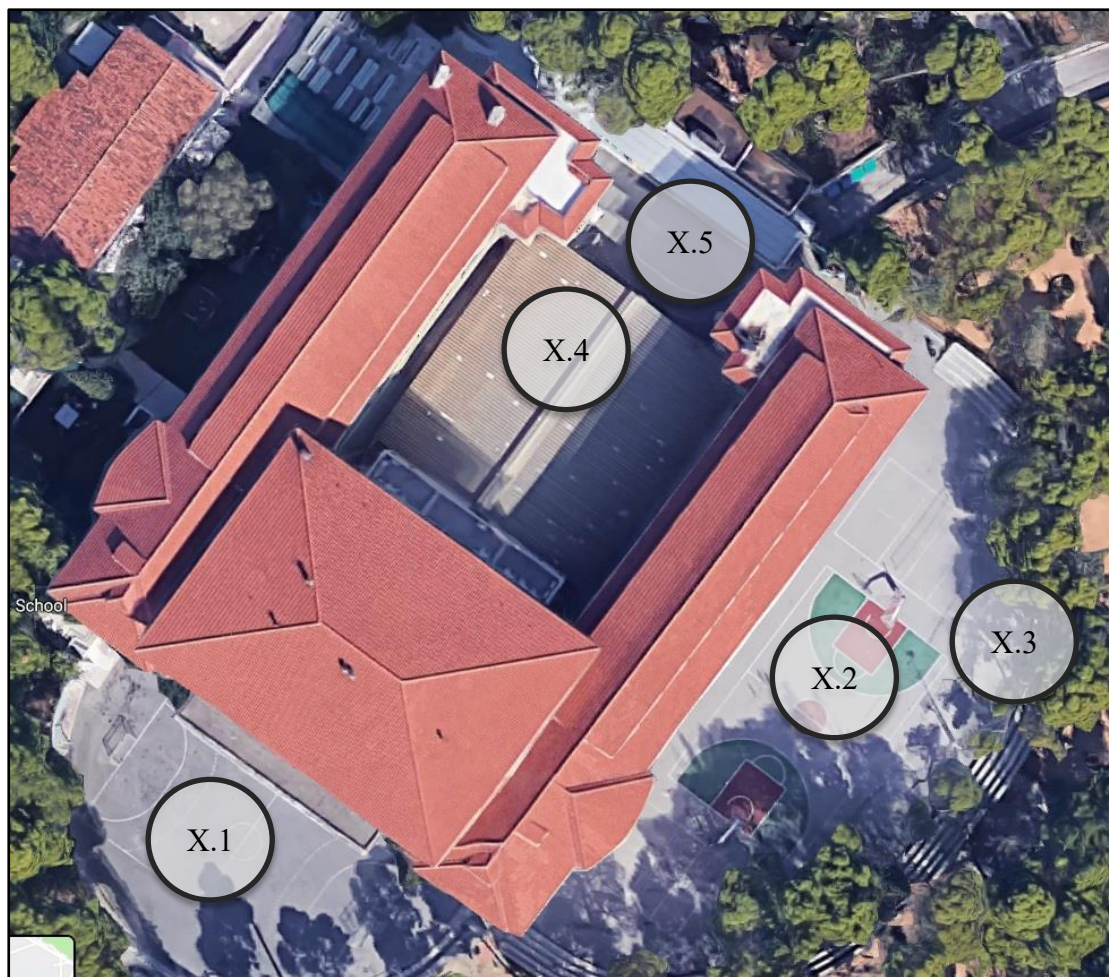
ΧΩΡΟΣ 1 -Πλακόστρωτη περιοχή στην είσοδο του σχολείου

ΧΩΡΟΣ 2 - Γήπεδο Μπάσκετ από ταρτάν - πίσσα

ΧΩΡΟΣ 3 - Κερκίδες από τσιμέντο στο γήπεδο - Μπάσκετ

ΧΩΡΟΣ 4 - Σκιαζόμενη περιοχή (κάτω από στέγαστρο) με γηπεδα του Βόλεϊ

ΧΩΡΟΣ 5 - Πλακόστρωτη μη σκιαζόμενη περιοχή κοντά στα γήπεδα του Βόλεϊ



Εικόνα 52: Σχολικός αύλειος χώρος σχολείου 1 – Δημοτικό/Γυμνάσιο/Λύκειο

ΧΩΡΟΣ 1 -Πλακόστρωτη περιοχή στην είσοδο του σχολείου

ΧΩΡΟΣ 2 - Γήπεδο Μπάσκετ από ταρτάν - πίσσα

ΧΩΡΟΣ 3 - Κερκίδες από τσιμέντο στο γήπεδο - Μπάσκετ

ΧΩΡΟΣ 4 - Σκιαζόμενη περιοχή (κάτω από στέγαστρο) με γηπεδα του Βόλεϊ

ΧΩΡΟΣ 5 - Πλακόστρωτη μη σκιαζόμενη περιοχή κοντά στα γήπεδα του Βόλεϊ

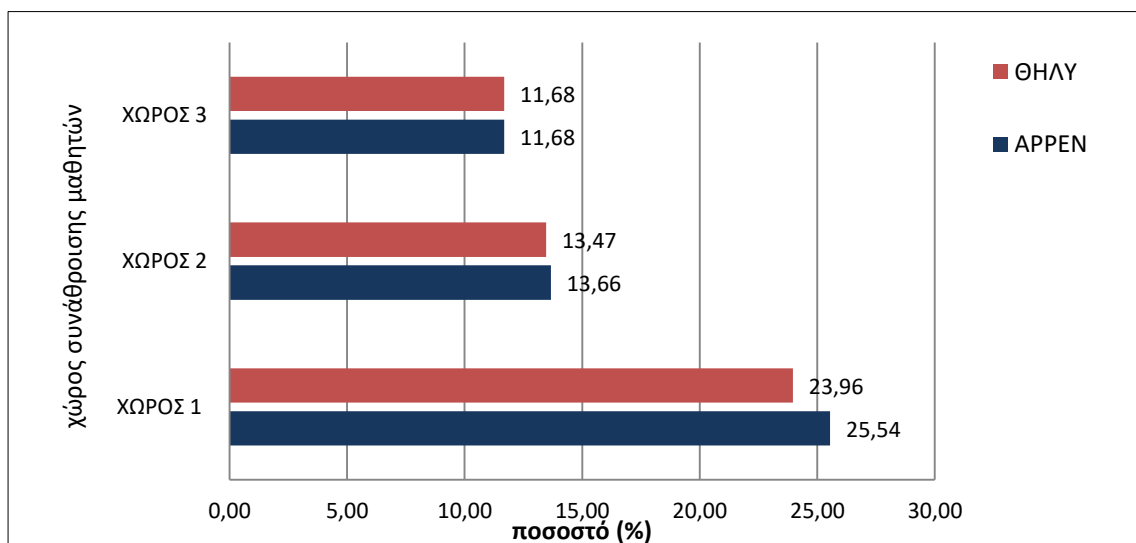
Σχολείο 2 – Νηπιαγωγείο

Η σκιαζόμενη από δέντρα περιοχή (χώρος 1) χαρακτηρίζεται από επιφανειακές θερμοκρασίες έως 25⁰C. Το υψηλό ποσοστό (49,5%) δραστηριότητας των μαθητών υποδεικνύει ότι η σκίαση των δέντρων συμβάλλει στην δημιουργία ενός ευνοϊκού μικροκλίματος. Αντιθέτως, η πλακόστρωτη περιοχή (χώρος 2) εμφανίζει θερμοκρασίες έως και 40⁰C. Το μέγεθος επίσης και ο σχεδιασμός του χώρου αυτού δικαιολογούν την μικρότερη δραστηριότητα των νηπίων (27,13%). Το ποσοστό όμως αυτό, όπως φαίνεται και στον πίνακα 3, αντιστοιχεί σε 137 νήπια που καταγράφηκαν συνολικά και τις πέντε ημέρες παρατήρησης. Αρκετά μεγάλος αριθμός συγκριτικά με τον συνολικό αριθμό των νηπίων. Το γεγονός αυτό ενδεχομένως να οφείλεται στην μικρή έκταση της σχολικής αυλής για τον αριθμό των νηπίων που δραστηριοποιούνται σε αυτόν. Αντίστοιχα, στους μικρούς χώρους γυμνού εδάφους που δημιουργούνταν από τα κενά της κόμης των δέντρων και δεν σκιάζονταν (χώρος 3), παρατηρήθηκαν θερμοκρασίες έως και 28⁰C, ενώ η συμμετοχή των νηπίων ήταν χαμηλότερη (23,37%) συγκριτικά με τους χώρους 1 και 2.

Η δραστηριότητα αγοριών και κοριτσιών φαίνεται σχεδόν η ίδια σε όλους του χώρους με μέγιστη διαφορά περίπου δύο μονάδες στον χώρο 1 (αγόρια 25,54%, κορίτσια 23,96%).

Πίνακας 3: Σχολείο 2 –Νηπιαγωγείο. Μαθητές που καταγράφηκαν στους αύλειους σχολικούς χώρους (αγόρια – κορίτσια, σύνολο)

ΣΧΟΛΕΙΟ 2	ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ	ΧΩΡΟΙ ΣΥΝΑΘΡΟΙΣΗΣ ΜΑΘΗΤΩΝ		
		ΧΩΡΟΣ 1	ΧΩΡΟΣ 2	ΧΩΡΟΣ 3
ΦΥΛΟ		Σκιαζόμενη περιοχή από δέντρα	Πλακόστρωτη περιοχή μπροστά από το κτήριο	Ανοιχτή περιοχή από χώμα - έδαφος
ΑΡΡΕΝ	Sum	129	69	59
	Mean	26	14	12
	Standard Error of Mean	2	1	2
	Standard Deviation	4	1	4
	Column Sum %	51,6	50,4	50,0
	Table Sum %	25,54	13,66	11,68
ΘΗΛΥ	Sum	121	68	59
	Mean	24	14	12
	Standard Error of Mean	1	2	1
	Standard Deviation	2	4	3
	Column Sum %	48,4	49,6	50,0
	Table Sum %	23,96	13,47	11,68
ΣΥΝΟΛΟ	Sum	250	137	118
	Mean	25	14	12
	Standard Error of Mean	1	1	1
	Standard Deviation	3	3	3
	Column Sum %	100	100	100
	Table Sum %	49,50	27,13	23,37

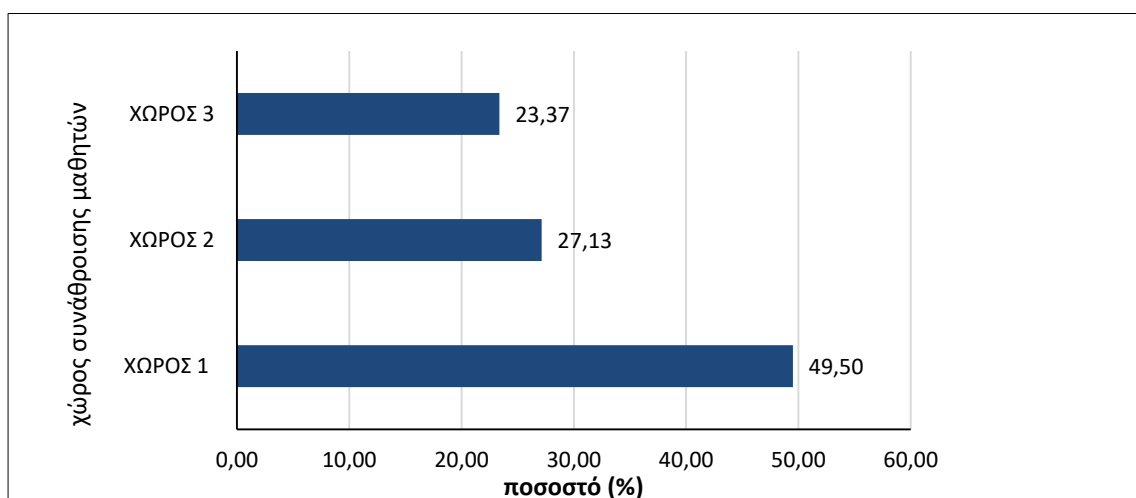


Διάγραμμα 5: Σχολείο 2 – Νηπιαγωγείο. Μαθητές που καταγράφηκαν στους αύλειους σχολικούς χώρους (αγόρια – κορίτσια)

ΧΩΡΟΣ 1 - Σκιαζόμενη περιοχή από δέντρα

ΧΩΡΟΣ 2 - Πλακόστρωτη περιοχή μπροστά από το κτήριο

ΧΩΡΟΣ 3 - Ανοιχτή περιοχή από χώμα - έδαφος



Διάγραμμα 6: Σχολείο 2 – Νηπιαγωγείο. Μαθητές που καταγράφηκαν στους αύλειους σχολικούς χώρους (σύνολο)

ΧΩΡΟΣ 1 - Σκιαζόμενη περιοχή από δέντρα

ΧΩΡΟΣ 2 - Πλακόστρωτη περιοχή μπροστά από το κτήριο

ΧΩΡΟΣ 3 - Ανοιχτή περιοχή από χώμα – έδαφος



Εικόνα 53: Σχολικός αύλειος χώρος σχολείου 2 – Νηπιαγωγείο

ΧΩΡΟΣ 1 - Σκιαζόμενη περιοχή από δέντρα

ΧΩΡΟΣ 2 - Πλακόστρωτη περιοχή μπροστά από το κτήριο

ΧΩΡΟΣ 3 - Ανοιχτή περιοχή από χώμα – έδαφος

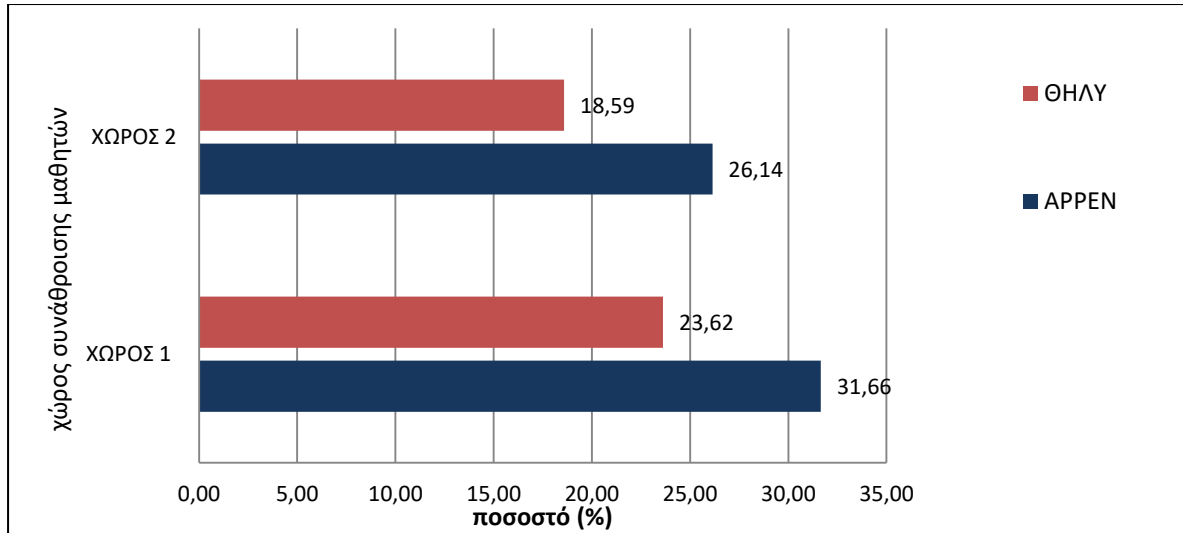
Σχολείο 2 – Δημοτικό 1

Στο χώρο 1 παρατηρήθηκε μεγάλο ποσοστό μαθητών (55,28%) συγκριτικά με τον συνολικό αριθμό των μαθητών παρότι ο χώρος αυτός συγκέντρωνε υψηλές επιφανειακές θερμοκρασίες. Ομοίως και στον χώρο 2 με ποσοστό (44,72%). Τα ποσοστά αυτά των μαθητών, όπως φαίνεται και στον πίνακα 4, αντιστοιχούν σε μεγάλο αριθμό μαθητών συνολικά και τις πέντε ημέρες παρατήρησης ενώ οι επιφανειακές θερμοκρασίες είναι υψηλές. Η μικρή σε μέγεθος σχολική αυλή και ο σχεδιασμός της με την έλλειψη εξοπλισμών παιχνιδιού, στεγάστρων, φυτεύσεων και καθιστικών, συμβάλλουν πιθανόν στην έντονη δραστηριότητα των μαθητών παρά τις μη ευνοϊκές συνθήκες περιβάλλοντος.

Η δραστηριότητα των αγοριών και στους δύο χώρους είναι μεγαλύτερη περίπου κατά 8 μονάδες σε σχέση με των κοριτσιών.

Πίνακας 4: Σχολείο 2 –Δημοτικό 1. Μαθητές που καταγράφηκαν στους άλειτουργους σχολικούς χώρους (αγόρια – κορίτσια, σύνολο)

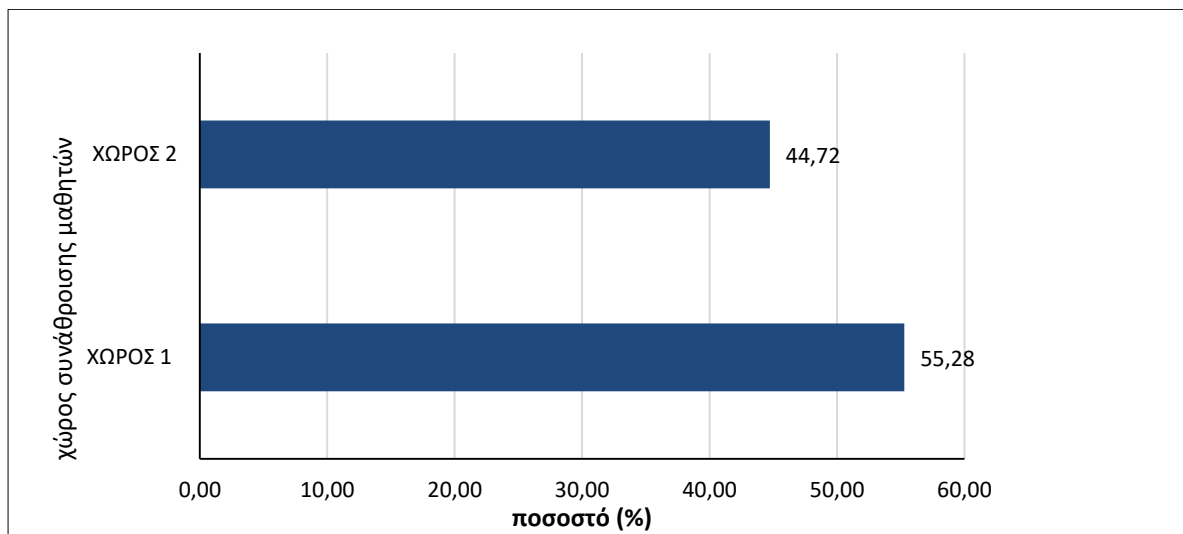
ΣΧΟΛΕΙΟ 2	ΔΗΜΟΤΙΚΟ 1	ΧΩΡΟΙ ΣΥΝΑΘΡΟΙΣΗΣ ΜΑΘΗΤΩΝ	
		ΧΩΡΟΣ 1	ΧΩΡΟΣ 2
ΦΥΛΟ		Πλακόστρωτη μη σκιαζόμενη περιοχή μπροστά από το κτήριο	Γήπεδο Basket
ΑΡΡΕΝ	Sum	327	270
	Mean	65	54
	Standard Error of Mean	2	4
	Standard Deviation	4	8
	Column Sum %	57,3	58,4
	Table Sum %	31,66	26,14
ΘΗΛΥ	Sum	244	192
	Mean	49	38
	Standard Error of Mean	2	3
	Standard Deviation	4	7
	Column Sum %	42,7	41,6
	Table Sum %	23,62	18,59
ΣΥΝΟΛΟ	Sum	571	462
	Mean	57	46
	Standard Error of Mean	3	3
	Standard Deviation	9	11
	Column Sum %	100	100
	Table Sum %	55,28	44,72



Διάγραμμα 7: Σχολείο 2 –Δημοτικό 1 . Μαθητές που καταγράφηκαν στους άλγειους σχολικούς χώρους (αγόρια –κορίτσια)

ΧΩΡΟΣ 1 - Πλακόστρωτη μη σκιαζόμενη περιοχή μπροστά από το κτήριο

ΧΩΡΟΣ 2 - Γήπεδο Basket



Διάγραμμα 8: Σχολείο 2 –Δημοτικό 1 . Μαθητές που καταγράφηκαν στους άλγειους σχολικούς χώρους (σύνολο)

ΧΩΡΟΣ 1 - Πλακόστρωτη μη σκιαζόμενη περιοχή μπροστά από το κτήριο

ΧΩΡΟΣ 2 - Γήπεδο Basket



Εικόνα 54: Σχολικός αύλειος χώρος σχολείου 2 – Δημοτικό 1

ΧΩΡΟΣ 1 - Πλακόστρωτη μη σκιαζόμενη περιοχή μπροστά από το κτήριο

ΧΩΡΟΣ 2 - Γήπεδο Basket

Σχολείο 2 – Δημοτικό 2

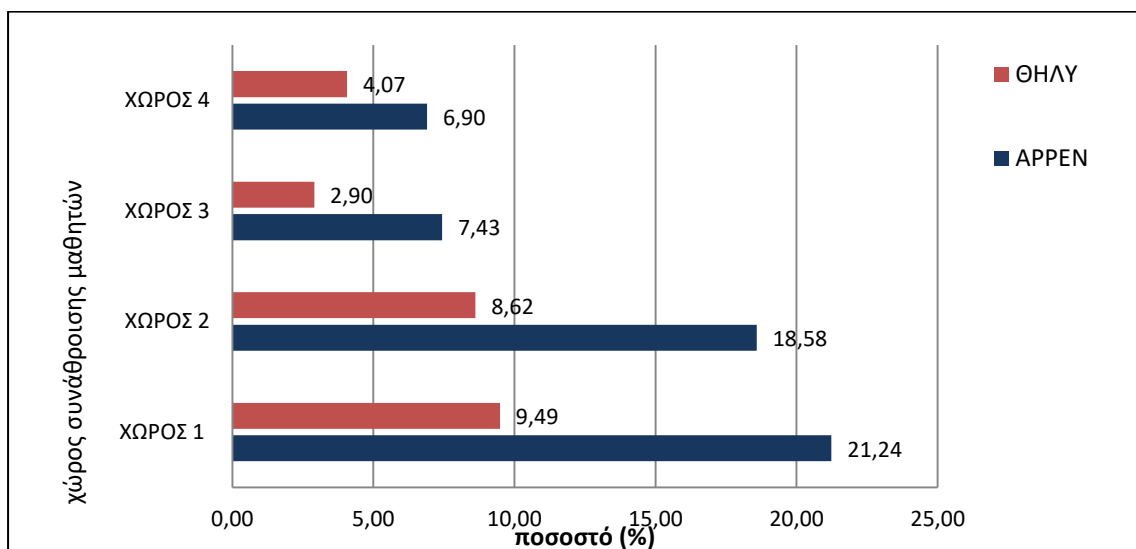
Το μεγαλύτερο ποσοστό μαθητών παρατηρήθηκε στον χώρο 1 (30,73%). Μια ασφαλτοστρωμένη περιοχή χωρίς σκίαση. Ακολουθεί με ποσοστό 27,20% ο χώρος κατά μήκος του κτηρίου (χώρος 2) όπως φαίνεται και στην φωτογραφία 5 του παραρτήματος, ο οποίος σκιάζεται από το χτιστό στέγαστρο του κτηρίου. Ο αριθμός των μαθητών που καταγράφηκε στην συγκεκριμένη περιοχή είναι αρκετά μεγάλος συγκριτικά με τον συνολικό αριθμό των μαθητών (194 μαθητές). Η περιορισμένη έκτασή του και μη ύπαρξη καθιστικού ή παιχνιδιού, καθιστά σημαντικό το ποσοστό που συγκεντρώνεται στον χώρο 2 ενδεχομένως γιατί το στέγαστρο αυτό συμβάλει στην δημιουργία ευνοϊκότερου περιβάλλοντος.

Το καθιστικό που σκιάζεται από την κόμη ενός δέντρου (χώρος 3) (φωτογραφία 5 – παράρτημα) συγκέντρωσε μικρό ποσοστό συγκέντρωσης μαθητών (2,90%). Το μικρό μέγεθός του δεν ευνοεί την συγκέντρωση περισσότερων μαθητών ενώ πλησίον της περιφραξής από υψηλή θαμνοστοιχία, το ποσοστό ανέρχεται στο 4,07%. Αρκετά σημαντικό ποσοστό σε σχέση με το συνολικό αριθμό των μαθητών, της έκτασης του χώρου αυτού και της λειτουργικότητάς του.

Η δραστηριότητα αγοριών και κοριτσιών παρουσιάζει σημαντικές διαφορές με μεγαλύτερη διαφορά στον χώρο 1 όπου ο αριθμός των αγοριών υπερτερεί κατά 11 περίπου μονάδες από τον αριθμό των κοριτσιών. Το γεγονός αυτό μπορεί να οφείλεται στην πιθανή πλειονότητα των αγοριών στο συνολικό αριθμό των μαθητών του σχολείου αυτού.

Πίνακας 5: Σχολείο 2 – Δημοτικό 2. Μαθητές που καταγράφηκαν στους αύλειους σχολικούς χώρους (αγόρια – κορίτσια, σύνολο)

ΣΧΟΛΕΙΟ 2	ΔΗΜΟΤΙΚΟ 2	ΧΩΡΟΙ ΣΥΝΑΘΡΟΙΣΗΣ ΜΑΘΗΤΩΝ			
		ΧΩΡΟΣ 1	ΧΩΡΟΣ 2	ΧΩΡΟΣ 3	ΧΩΡΟΣ 4
ΦΥΛΟ		Ασφαλτοστρωμένη Μη σκιαζόμενη περιοχή	Σκιαζόμενη περιοχή από τσιμεντόπλακες πλησίον του κτηρίου	Παρτέρι - καθιστικό	Φυσική περίφραξη από θάμνους
ΑΡΡΕΝ	Sum	120	105	42	39
	Mean	30	26	11	10
	Standard Error of Mean	2	5	2	2
	Standard Deviation	4	9	3	5
	Column Sum %	55,0	54,1	58,3	48,1
	Table Sum %	21,24	18,58	7,43	6,90
ΘΗΛΥ	Sum	98	89	30	42
	Mean	25	22	8	11
	Standard Error of Mean	6	5	1	2
	Standard Deviation	11	10	1	4
	Column Sum %	45,0	45,9	41,7	51,9
	Table Sum %	9,49	8,62	2,90	4,07
ΣΥΝΟΛΟ	Sum	218	194	72	81
	Mean	27	24	9	10
	Standard Error of Mean	3	3	1	2
	Standard Deviation	8	9	3	4
	Column Sum %	100	100	100	100
	Table Sum %	30,73	27,20	10,34	10,97



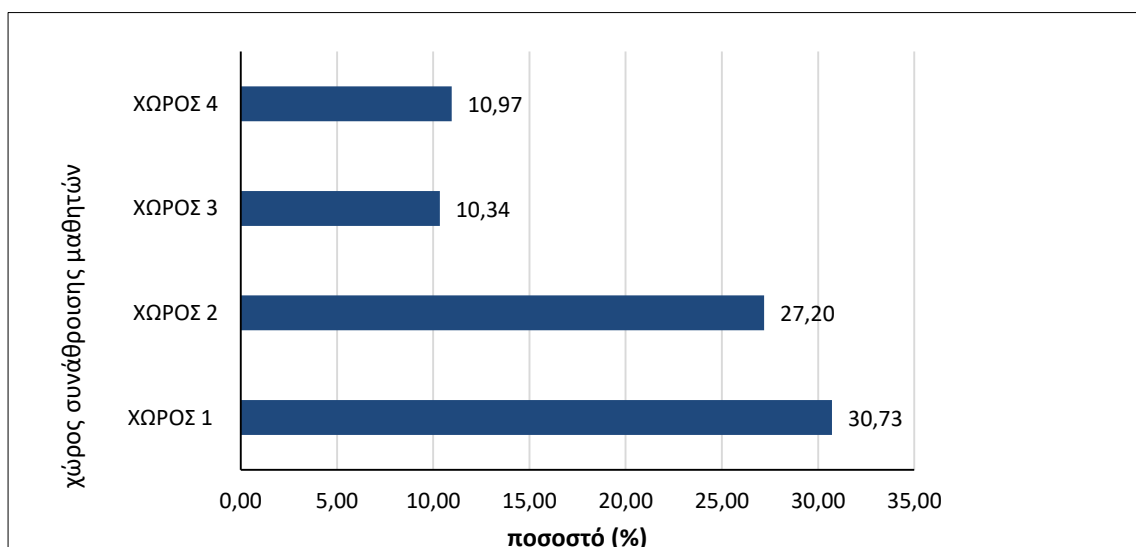
Διάγραμμα 9: Σχολείο 2 – Δημοτικό 2 . Μαθητές που καταγράφηκαν στους άυλους σχολικούς χώρους (αγόρια - κορίτσια)

ΧΩΡΟΣ 1 – Ασφαλτοστρωμένη μη σκιαζόμενη περιοχή

ΧΩΡΟΣ 2 - Σκιαζόμενη περιοχή από τσιμεντόπλακες πλησίον του κτηρίου

ΧΩΡΟΣ 3 - Παρτέρι - καθιστικό

ΧΩΡΟΣ 4 - Φυσική περίφραξη από θάμνους



Διάγραμμα 10: Σχολείο 2 – Δημοτικό 2 . Μαθητές που καταγράφηκαν στους άυλους σχολικούς χώρους (σύνολο)

ΧΩΡΟΣ 1 - Ασφαλτοστρωμένη μη σκιαζόμενη περιοχή

ΧΩΡΟΣ 2 - Σκιαζόμενη περιοχή από τσιμεντόπλακες πλησίον του κτηρίου

ΧΩΡΟΣ 3 - Παρτέρι - καθιστικό

ΧΩΡΟΣ 4 - Φυσική περίφραξη από θάμνους



Εικόνα 55: Σχολικός αύλειος χώρος σχολείου 2 – Δημοτικό 2

ΧΩΡΟΣ 1 - Πλακόστρωτη μη σκιαζόμενη περιοχή

ΧΩΡΟΣ 2 - Σκιαζόμενη περιοχή πλησίον του κτηρίου

ΧΩΡΟΣ 3 - Παρτέρι - καθιστικό

ΧΩΡΟΣ 4 - Φυσική περίφραξη από θάμνους

Σχολείο 2 - Γυμνάσιο 1 και 2 (κοινός αύλειος χώρος)

Στην επιστρωμένη από κυβόλιθους περιοχή (χώρος 1) εμφανίζεται συγκέντρωση μαθητών 36,96%, ποσοστό αρκετά υψηλό συγκριτικά με τον συνολικό αριθμό των μαθητών, παρά τις υψηλές θερμοκρασίες που παρατηρήθηκαν στο χώρο αυτόν (32-36°C). Το ποσοστό μάλιστα αγοριών και κοριτσιών στο χώρο 1 είναι σχεδόν το ίδιο (αγόρια 18,29%, κορίτσια 18,68%).

Στους χώρους των γηπέδων βόλεϊ και μπάσκετ (χώρος 2 & 3), οι επιφανειακές θερμοκρασίες είναι άνω των 32°C. Όπως γίνεται εμφανές, το υλικό κατασκευής από ταρτάν αναπτύσσει επίσης υψηλές θερμοκρασίες. Καθώς τα γήπεδα αποτελούν χώρους άθλησης και έντονης δραστηριότητας σε αυτά, οι επιφανειακές αυτές θερμοκρασίες δημιουργούν ένα δυσμενές περιβάλλον για τους χρήστες αυτών. Παρ' όλα αυτά, οι συγκεντρώσεις των μαθητών ήταν υψηλές (18,87%) σε σχέση με τον συνολικό αριθμό των μαθητών, καθώς δεν υπήρχε άλλος χώρος άθλησης με ευνοϊκότερες θερμοκρασιακές συνθήκες (φωτογραφίες 3 και 4 – παράρτημα)

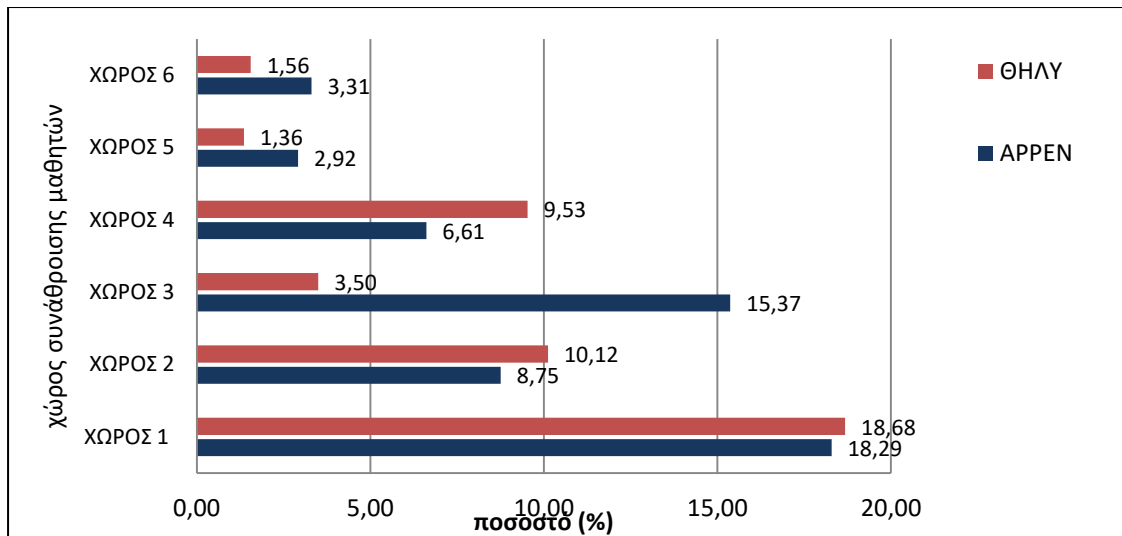
Η σκιαζόμενη από δέντρα περιοχή (χώρος 4) του αύλειου χώρου εμφανίζει ένα ποσοστό 16,15% των μαθητών το οποίο πιθανόν να ήταν μεγαλύτερο λόγω του μικρού σε μέγεθος χώρου και σχήματός του που περιόριζε την ανάπτυξη κοινών δραστηριοτήτων πχ. ποδοσφαίρου. Στην περιοχή της τσιμεντένιας ράμπας (χώρος 5) και των σκαλιών (χώρος 6) οι επιφανειακές θερμοκρασίες του υλικού τους κυμαίνονται γύρω στους 32 °C και εμφανίζουν πολύ χαμηλή συγκέντρωση μαθητών (4,28% και 4,86% αντίστοιχα), καθώς είναι χώρος διέλευσης.

Οι κερκίδες από τσιμέντο (χώρος 6) συγκεντρώνουν επίσης τα χαμηλότερα ποσοστά συγκέντρωσης (4,86%) καθώς δεν υπάρχει καμία σκίαση είτε τεχνητή είτε φυσική ενώ ταυτόχρονα αποτελούν και τον μοναδικό ίσως καθιστικό χώρο εντός της σχολικής αυλής .

Η δραστηριότητα αγοριών και κοριτσιών παρουσιάζει σημαντικές διαφορές με μεγαλύτερη διαφορά στο γήπεδο του μπάσκετ (χώρος 3) όπου ο αριθμός των αγοριών υπερτερεί κατά 12 περίπου μονάδες από τον αριθμό των κοριτσιών (αγόρια 15,37%, κορίτσια 3,5%). Αντίθετα, στη σκιαζόμενη περιοχή από δέντρα (χώρος 4) και στο γήπεδο του βόλεϊ (χώρος 2), ο αριθμός των κοριτσιών είναι μεγαλύτερος περίπου κατά 2-3 μονάδες . Τα ποσοστά αυτά πιθανόν να οφείλονται στην προτίμηση των αγοριών για μπάσκετ και όχι βόλεϊ.

Πίνακας 6: Σχολείο 2 –Γυμνάσιο 1. Μαθητές που καταγράφηκαν στους αύλειους σχολικούς χώρους (αγόρια – κορίτσια, σύνολο)

ΣΧΟΛΕΙΟ 2	ΓΥΜΝΑΣΙΟ 1	ΧΩΡΟΙ ΣΥΝΑΘΡΟΙΣΗΣ ΜΑΘΗΤΩΝ					
		ΧΩΡΟΣ 1	ΧΩΡΟΣ 2	ΧΩΡΟΣ 3	ΧΩΡΟΣ 4	ΧΩΡΟΣ 5	ΧΩΡΟΣ 6
ΦΥΛΟ		Πλακόστρωτη μη σκιαζόμενη περιοχή - 1	Γήπεδο Βόλεϊ -1	Γήπεδο Μπάσκετ	Σκιαζόμενη περιοχή από δέντρα	Ράμπα	Σκαλιά – κερκίδες
ΑΡΡΕΝ	Sum	94	45	79	34	15	17
	Mean	19	9	16	7	3	3
	Standard Error of Mean	2	2	2	1		1
	Standard Deviation	4	4	5	1	1	2
	Column Sum %	49,5	46,4	81,4	41,0	68,2	68,0
	Table Sum %	18,29	8,75	15,37	6,61	2,92	3,31
ΘΗΛΥ	Sum	96	52	18	49	7	8
	Mean	19	10	4	10	1	2
	Standard Error of Mean	2	2	1	1	1	1
	Standard Deviation	5	4	1	2	1	1
	Column Sum %	50,5	53,6	18,6	59,0	31,8	32,0
	Table Sum %	18,68	10,12	3,50	9,53	1,36	1,56
ΣΥΝΟΛΟ	Sum	190	97	97	83	22	25
	Mean	19	10	10	8	2	3
	Standard Error of Mean	1	1	2	1		1
	Standard Deviation	5	4	7	2	1	2
	Column Sum %	100	100	100	100	100	100
	Table Sum %	36,96	18,87	18,87	16,15	4,28	4,86



Διάγραμμα 11: Σχολείο 2 –Γυμνάσιο 1 . Μαθητές που καταγράφηκαν στους αύλειους σχολικούς χώρους (αγόρια - κορίτσια)

ΧΩΡΟΣ 1 - Πλακόστρωτη μη σκιαζόμενη περιοχή - 1

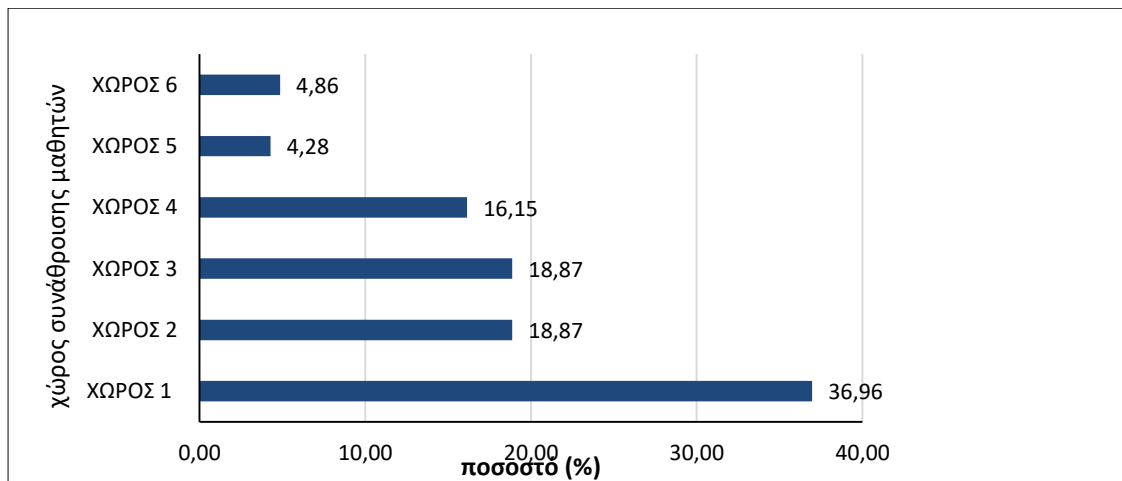
ΧΩΡΟΣ 2 - Γήπεδο Βόλεϊ -1

ΧΩΡΟΣ 3 - Γήπεδο Μπάσκετ

ΧΩΡΟΣ 4 - Σκιαζόμενη περιοχή από δέντρα

ΧΩΡΟΣ 5 - Ράμπα

ΧΩΡΟΣ 6 – Σκαλιά – κερκίδες



Διάγραμμα 12: Σχολείο 2 –Γυμνάσιο 1 . Μαθητές που καταγράφηκαν στους αύλειους σχολικούς χώρους (σύνολο)

ΧΩΡΟΣ 1 - Πλακόστρωτη μη σκιαζόμενη περιοχή - 1

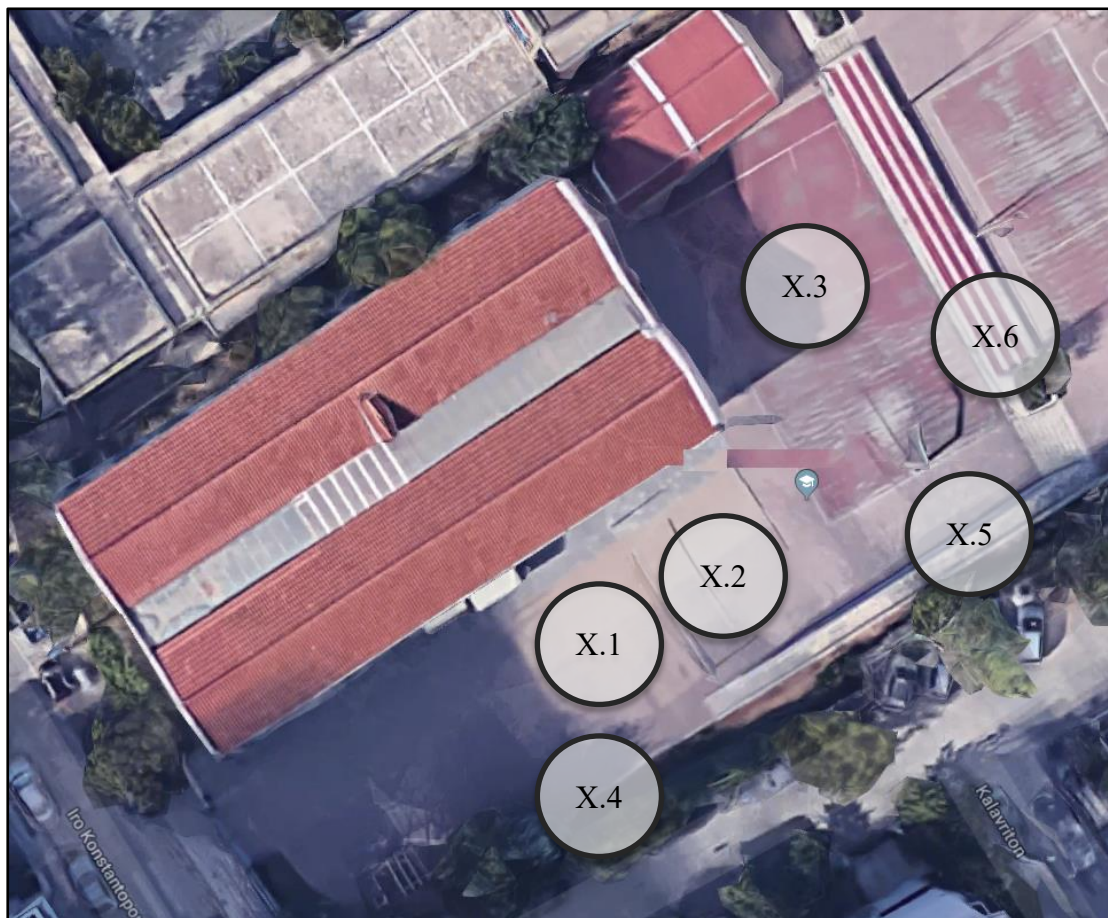
ΧΩΡΟΣ 2 - Γήπεδο Βόλεϊ -1

ΧΩΡΟΣ 3 - Γήπεδο Μπάσκετ

ΧΩΡΟΣ 4 - Σκιαζόμενη περιοχή από δέντρα

ΧΩΡΟΣ 5 - Ράμπα

ΧΩΡΟΣ 6 – Σκαλιά – κερκίδες



Εικόνα 56: Σχολικός αύλειος χώρος σχολείου 2 – Γυμνάσιο 1

ΧΩΡΟΣ 1 - Πλακόστρωτη μη σκιαζόμενη περιοχή - 1

ΧΩΡΟΣ 2 - Γήπεδο Βόλεϊ -1

ΧΩΡΟΣ 3 - Γήπεδο Μπάσκετ

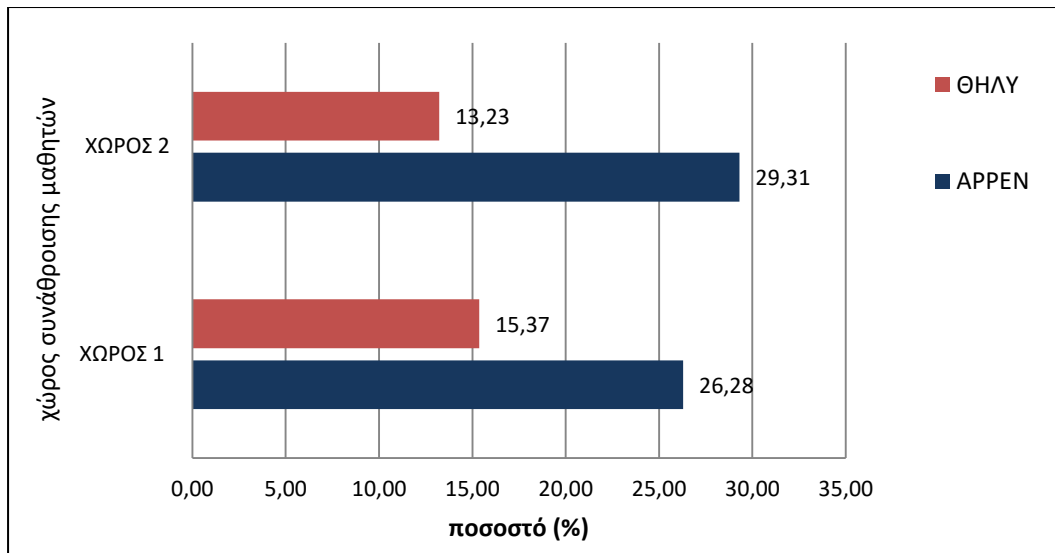
ΧΩΡΟΣ 4 - Σκιαζόμενη περιοχή από δέντρα

ΧΩΡΟΣ 5 - Ράμπα

ΧΩΡΟΣ 6 – Σκαλιά – κερκίδες

Πίνακας 7: Σχολείο 2 –Γυμνάσιο 2. Μαθητές που καταγράφηκαν στους αύλειους σχολικούς χώρους (αγόρια – κορίτσια, σύνολο)

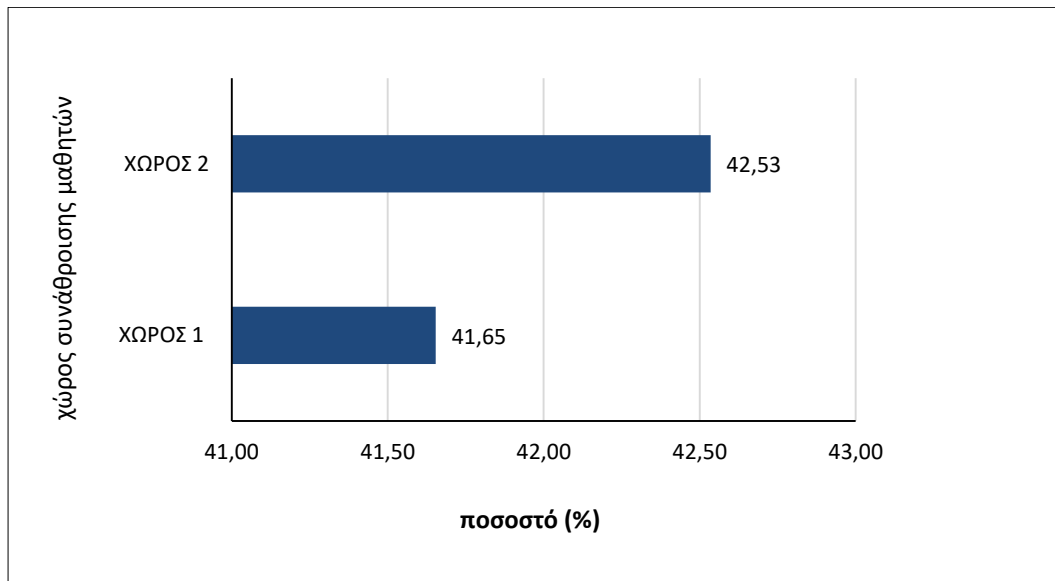
ΣΧΟΛΕΙΟ 2	ΓΥΜΝΑΣΙΟ 2	ΧΩΡΟΙ ΣΥΝΑΘΡΟΙΣΗΣ ΜΑΘΗΤΩΝ	
		ΧΩΡΟΣ 1	ΧΩΡΟΣ 2
ΦΥΛΟ		Γήπεδο Βόλεϊ -2	Πλακόστρωτη μη σκιαζόμενη περιοχή - 2
ΑΡΡΕΝ	Sum	87	97
	Mean	17	19
	Standard Error of Mean	1	2
	Standard Deviation	2	5
	Column Sum %	52,4	58,8
	Table Sum %	26,28	29,31
ΘΗΛΥ	Sum	79	68
	Mean	16	14
	Standard Error of Mean		1
	Standard Deviation	1	2
	Column Sum %	47,6	41,2
	Table Sum %	15,37	13,23
ΣΥΝΟΛΟ	Sum	166	165
	Mean	17	17
	Standard Error of Mean	1	2
	Standard Deviation	2	5
	Column Sum %	100	100
	Table Sum %	41,65	42,53



Διάγραμμα 13: Σχολείο 2 –Γυμνάσιο 2 . Μαθητές που καταγράφηκαν στους αύλειους σχολικούς χώρους (αγόρια - κορίτσια)

ΧΩΡΟΣ 1 - Γήπεδο Βόλεϊ -2

ΧΩΡΟΣ 2 - Πλακόστρωτη μη σκιαζόμενη περιοχή - 2



Διάγραμμα 14: Σχολείο 2 –Γυμνάσιο 2 . Μαθητές που καταγράφηκαν στους αύλειους σχολικούς χώρους (σύνολο)

ΧΩΡΟΣ 1 - Γήπεδο Βόλεϊ -2

ΧΩΡΟΣ 2 - Πλακόστρωτη μη σκιαζόμενη περιοχή - 2



Εικόνα 57: Σχολικός αύλειος χώρος σχολείου 2 – Γυμνάσιο 2

ΧΩΡΟΣ 1 - Γήπεδο Βόλει -2

ΧΩΡΟΣ 2 - Πλακόστρωτη μη σκιαζόμενη περιοχή - 2

Σχολείο 2 - Λύκειο 1

Η επιστρωμένη από κυβόλιθους μη σκιαζόμενη περιοχή (χώρος 1) χαρακτηρίζεται από ένα ποσοστό 18,22% των μαθητών, καθώς οι υψηλές επιφανειακές θερμοκρασίες που ξεπερνούν και τους 37°C καθιστούν το υλικό όχι ιδιαίτερα κατάλληλο για την δημιουργία ενός ευνοϊκού μικροπεριβάλλοντος.

Στο γήπεδο του μπάσκετ που δεν βρίσκεται υπό σκιά (χώρος 2), το υλικό του ταρτάν εμφανίζει θερμοκρασίες που αγγίζουν ακόμη και τους 45°C δημιουργώντας ένα δυσμενές περιβάλλον. Παρά το γεγονός αυτό η συγκέντρωση των μαθητών που εκτίθενται στον χώρο αυτό ήταν υψηλή συγκριτικά με τον συνολικό αριθμό των μαθητών (14,94%). Το ποσοστό αυτό πιθανόν να οφείλεται στο ότι δεν υπάρχει άλλος χώρος άθλησης με ευνοϊκότερες θερμοκρασιακές συνθήκες στην συγκεκριμένη σχολική αυλή (φωτογραφία 2, παράρτημα)

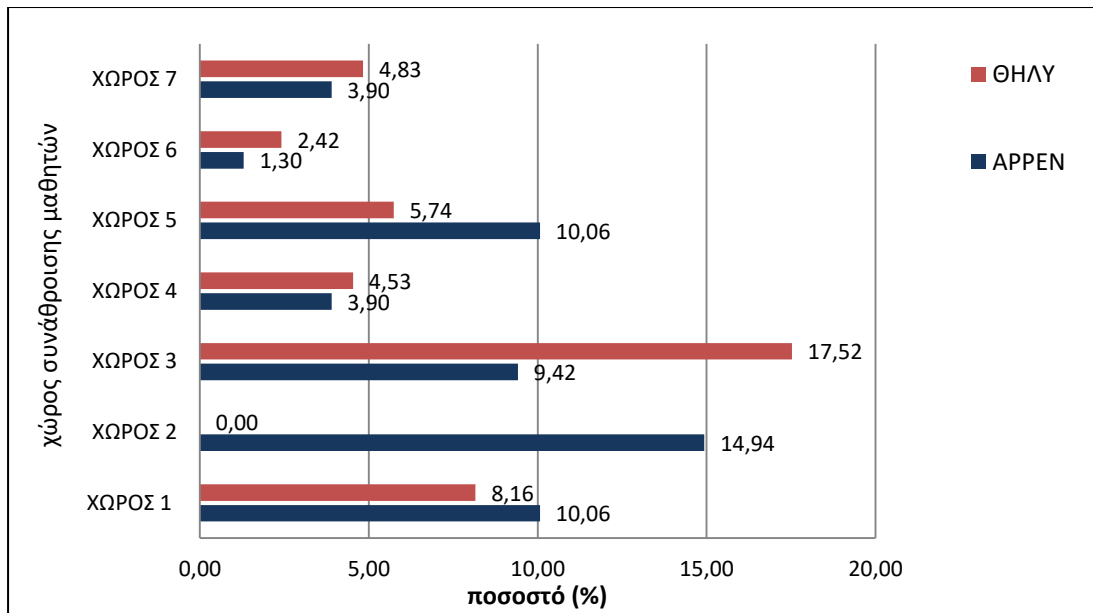
Ο χώρος των κερκίδων (χώρος 3) εμφανίζει την υψηλότερη συγκέντρωση μαθητών (26,94%) στο συγκεκριμένο σχολείο αν και οι επιφανειακές θερμοκρασίες του άγγιζαν και τους 30 °C σε μη σκιαζόμενες θέσεις. Ο σχεδιασμός της σχολικής αυλής χωρίς σκιαζόμενους καθιστικούς χώρους, ενδεχομένως δημιουργεί την υψηλή αυτή συγκέντρωση των μαθητών (φωτογραφία 6 , παράρτημα)

Ο χώρος της ράμπας δίπλα από τις κερκίδες (χώρος 6) χαρακτηρίζεται από μια ιδιαίτερα χαμηλή συγκέντρωση μαθητών (3,72%), είτε καθιστώντας το υλικό κατασκευής της ως μη φιλικό στη δημιουργία ενός ευνοϊκού μικροκλίματος, είτε ότι ο σχεδιασμός αυτός δεν έχει καμία πρακτικότητα, καθώς δεν εξυπηρετεί ως χώρος καθιστικού, δραστηριοτήτων ή αναψυχής.

Ο σκιαζόμενος χώρος 4 που βρίσκεται μπροστά από τα γραφεία των εκπαιδευτικών εμφανίζει μια ιδιαίτερα χαμηλή συγκέντρωση μαθητών (8,43%), αν και χαρακτηρίζεται από πολύ χαμηλή επιφανειακή θερμοκρασία, γεγονός που μπορεί να αποδοθεί είτε στον μη πρακτικό σχεδιασμό αυτού, είτε στην αποφυγή του από τους μαθητές λόγω της εγγύτητας των εκπαιδευτικών.

Πίνακας 8: Σχολείο 2 –Λύκειο 1. Μαθητές που καταγράφηκαν στους αύλειους σχολικούς χώρους (αγόρια – κορίτσια, σύνολο)

ΣΧΟΛΕΙΟ 2	ΛΥΚΕΙΟ 1	ΧΩΡΟΙ ΣΥΝΑΘΡΟΙΣΗΣ ΜΑΘΗΤΩΝ						
		ΧΩΡΟΣ 1	ΧΩΡΟΣ 2	ΧΩΡΟΣ 3	ΧΩΡΟΣ 4	ΧΩΡΟΣ 5	ΧΩΡΟΣ 6	ΧΩΡΟΣ 7
ΦΥΛΟ		Πλακόστρωτη μη σκιαζόμενη περιοχή	Γήπεδο Μπάσκετ -1	Κερκίδες -1	Σκιαζόμενη περιοχή μπροστά από τα γραφεία καθηγητών	Μη σκιαζόμενη περιοχή στο πίσω χώρο του σχολείου	Ράμπα δίπλα από κερκίδες	Μη σκιαζόμενο καθιστικό στην είσοδο του σχολείου
ΑΡΡΕΝ	Sum	31	46	29	12	31	4	12
	Mean	6	9	6	2	6	1	2
	Standard Error of Mean	3	1	2	1	1		2
	Standard Deviation	6	2	5	3	3	1	4
	Column Sum %	53,4	100,0	33,3	44,4	62,0	33,3	42,9
	Table Sum %	10,06	14,94	9,42	3,90	10,06	1,30	3,90
ΘΗΛΥ	Sum	27	0	58	15	19	8	16
	Mean	5	0	12	3	4	2	3
	Standard Error of Mean	2	0	1		1	1	1
	Standard Deviation	5	0	3	1	2	1	2
	Column Sum %	46,6	0,0	66,7	55,6	38,0	66,7	57,1
	Table Sum %	8,16	0,00	17,52	4,53	5,74	2,42	4,83
ΣΥΝΟΛΟ	Sum	58	46	87	27	50	12	28
	Mean	6	5	9	3	5	1	3
	Standard Error of Mean	2	2	2	1	1		1
	Standard Deviation	5	5	5	2	3	1	3
	Column Sum %	100	100	100	100	100	100	100
	Table Sum %	18,22	14,94	26,94	8,43	15,81	3,72	8,73



Διάγραμμα 15: Σχολείο 2 –Λύκειο 1. Μαθητές που καταγράφηκαν στους άυλειους σχολικούς χώρους (αγόρια - κορίτσια)

ΧΩΡΟΣ 1 - Πλακόστρωτη μη σκιαζόμενη περιοχή

ΧΩΡΟΣ 2 - Γήπεδο Μπάσκετ -1

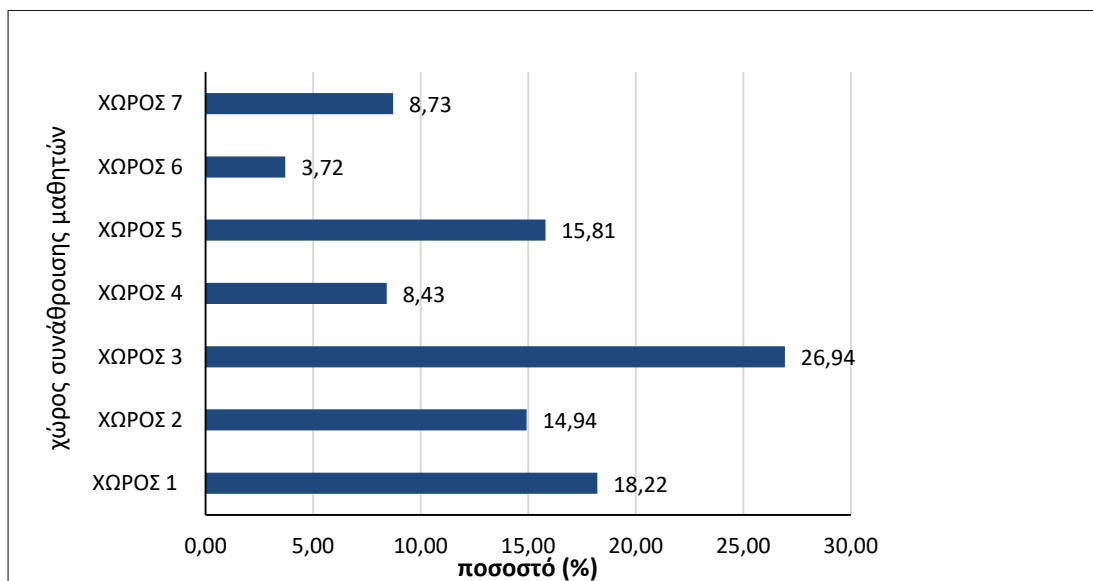
ΧΩΡΟΣ 3 - Κερκίδες -1

ΧΩΡΟΣ 4 - Σκιαζόμενη περιοχή μπροστά από τα γραφεία καθηγητών

ΧΩΡΟΣ 5 - Μη σκιαζόμενη περιοχή στο πίσω χώρο του σχολείου

ΧΩΡΟΣ 6 - Ράμπα δίπλα από κερκίδες

ΧΩΡΟΣ 7 - Μη σκιαζόμενο καθιστικό στην είσοδο του σχολείου



Διάγραμμα 16: Σχολείο 2 –Λύκειο 1 . Μαθητές που καταγράφηκαν στους άυλειους σχολικούς χώρους (σύνολο)

ΧΩΡΟΣ 1 - Πλακόστρωτη μη σκιαζόμενη περιοχή

ΧΩΡΟΣ 2 - Γήπεδο Μπάσκετ -1

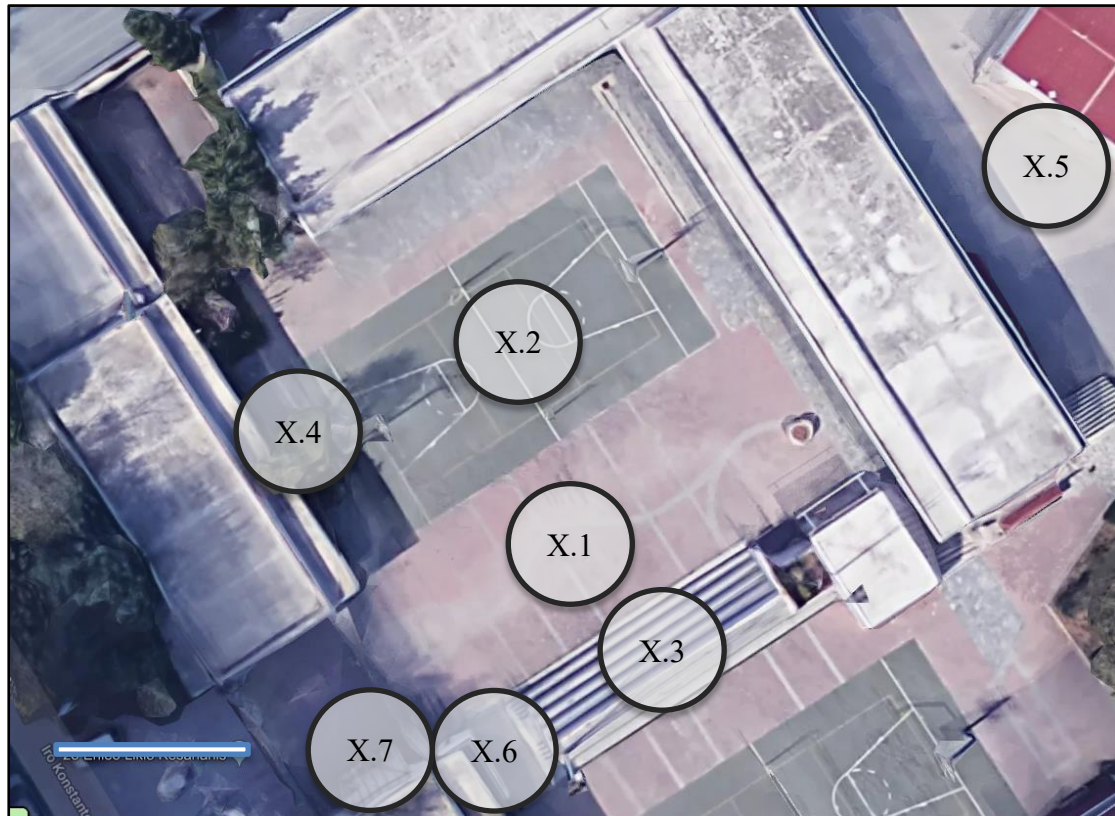
ΧΩΡΟΣ 3 - Κερκίδες -1

ΧΩΡΟΣ 4 - Σκιαζόμενη περιοχή μπροστά από τα γραφεία καθηγητών

ΧΩΡΟΣ 5 - Μη σκιαζόμενη περιοχή στο πίσω χώρο του σχολείου

ΧΩΡΟΣ 6 - Ράμπα δίπλα από κερκίδες

ΧΩΡΟΣ 7 - Μη σκιαζόμενο καθιστικό στην είσοδο του σχολείου



Εικόνα 58: Σχολικός αύλειος χώρος σχολείου 2 – Λύκειο 1

Σχολείο 2 – Λύκειο 2

Η σκιαζόμενη από το χτιστό στέγαστρο πλακόστρωτη περιοχή μπροστά από τις τάξεις (χώρος 2), εμφανίζει την υψηλότερη συγκέντρωση μαθητών (53,14%) στο συγκεκριμένο σχολείο ενώ η αναλογία αγοριών κοριτσιών είναι σχεδόν ίδια (αγόρια 26,86%, κορίτσια 26,29%).

Οι κερκίδες (χώρος 3) παρουσιάζουν το δεύτερο μεγαλύτερο ποσοστό συγκέντρωσης μαθητών (25,71%) καθώς αποτελούν το μοναδικό καθιστικό χώρο στην σχολική αυλή. Τέλος, το γήπεδο Μπάσκετ συγκεντρώνει το 21,14% των μαθητών με πλειοψηφία τα αγόρια (14,86%) παρότι εμφανίζονται υψηλές θερμοκρασίες στο υλικό του γηπέδου.



Εικόνα 59: Σχολικός αύλειος χώρος σχολείου 2 – Λύκειο 2

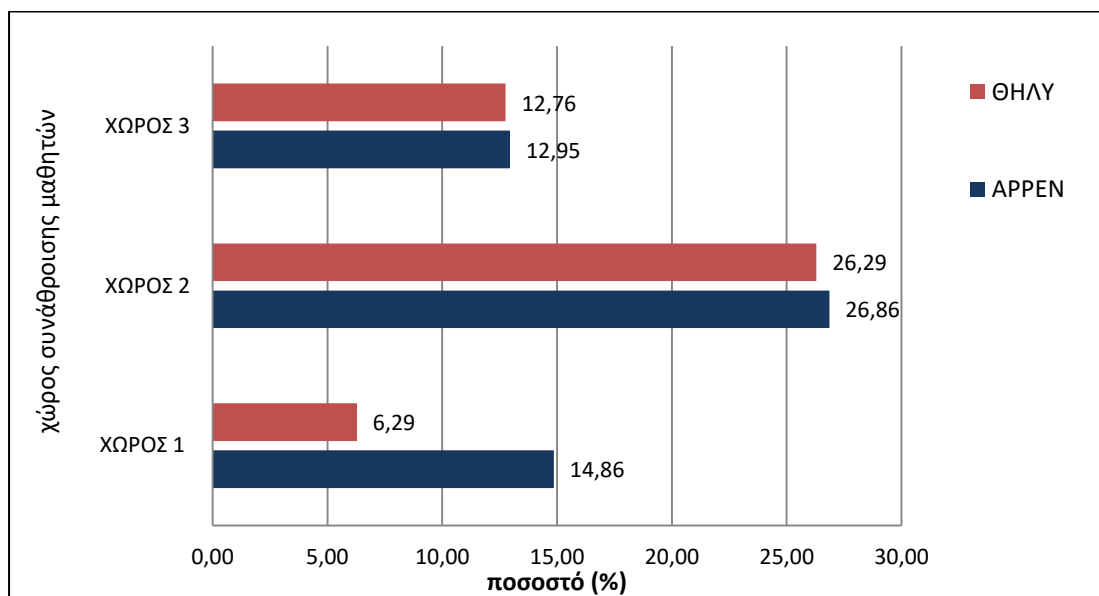
ΧΩΡΟΣ 1 - Γήπεδο Μπάσκετ -2

ΧΩΡΟΣ 2 - Σκιαζόμενη πλακόστρωτη περιοχή μπροστά από τις τάξεις

ΧΩΡΟΣ 3 - Κερκίδες -2

Πίνακας 9: Σχολείο 2 –Λύκειο 2. Μαθητές που καταγράφηκαν στους αύλειους σχολικούς χώρους (αγόρια – κορίτσια, σύνολο)

ΣΧΟΛΕΙΟ 2	ΛΥΚΕΙΟ 2	ΧΩΡΟΙ ΣΥΝΑΘΡΟΙΣΗΣ ΜΑΘΗΤΩΝ		
		ΧΩΡΟΣ 1	ΧΩΡΟΣ 2	ΧΩΡΟΣ 3
ΦΥΛΟ		Γήπεδο Μπάσκετ -2	Σκιαζόμενη πλακόστρωτη περιοχή μπροστά από τις τάξεις	Κερκίδες -2
ΑΡΡΕΝ	Sum	78	141	68
	Mean	16	28	14
	Standard Error of Mean	2	2	2
	Standard Deviation	5	4	4
	Column Sum %	70,3	50,5	50,4
	Table Sum %	14,86	26,86	12,95
ΘΗΛΥ	Sum	33	138	67
	Mean	7	28	13
	Standard Error of Mean	2	3	1
	Standard Deviation	4	6	2
	Column Sum %	29,7	49,5	49,6
	Table Sum %	6,29	26,29	12,76
ΣΥΝΟΛΟ	Sum	111	279	135
	Mean	11	28	14
	Standard Error of Mean	2	2	1
	Standard Deviation	6	5	3
	Column Sum %	100	100	100
	Table Sum %	21,14	53,14	25,71

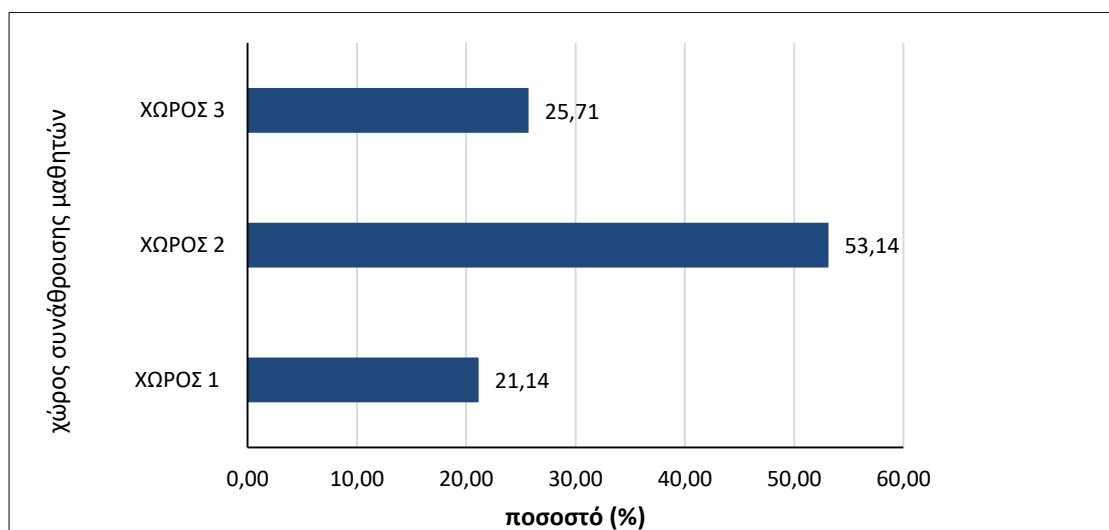


Διάγραμμα 17: Σχολείο 2 –Λύκειο 2. Μαθητές που καταγράφηκαν στους άυλειους σχολικούς χώρους (αγόρια - κορίτσια)

ΧΩΡΟΣ 1 - Γήπεδο Μπάσκετ -2

ΧΩΡΟΣ 2 - Σκιαζόμενη πλακόστρωτη περιοχή μπροστά από τις τάξεις

ΧΩΡΟΣ 3 - Κερκίδες -2



Διάγραμμα 18: Σχολείο 2 –Λύκειο 2. Μαθητές που καταγράφηκαν στους άυλειους σχολικούς χώρους (σύνολο)

ΧΩΡΟΣ 1 - Γήπεδο Μπάσκετ -2

ΧΩΡΟΣ 2 - Σκιαζόμενη πλακόστρωτη περιοχή μπροστά από τις τάξεις

ΧΩΡΟΣ 3 - Κερκίδες -2

Σχολείο 3 - Νηπιαγωγείο

Στην ακάλυπτη από δέντρα περιοχή με φυσικό χλοοτάπητα (χώρος 1) καταγράφεται το υψηλότερο ποσοστό νηπίων (29,5%) σε σχέση με τους άλλους χώρους του νηπιαγωγείου, καθιστώντας τον χλοοτάπητα ένα υλικό που δύναται να δημιουργήσει ένα ευνοϊκό μικροπεριβάλλον, καθώς και οι επιφανειακές θερμοκρασίες αυτού είναι από τις χαμηλότερες (25°C).

Στον χώρο 3, που περιέχει μια ξύλινη κατασκευή παιχνιδιών, ο αριθμός των παιδιών κυμαίνεται στο 11,7% ενώ δεν εμφανίζει ιδιαίτερα υψηλές θερμοκρασίες (26°C και 28°C).

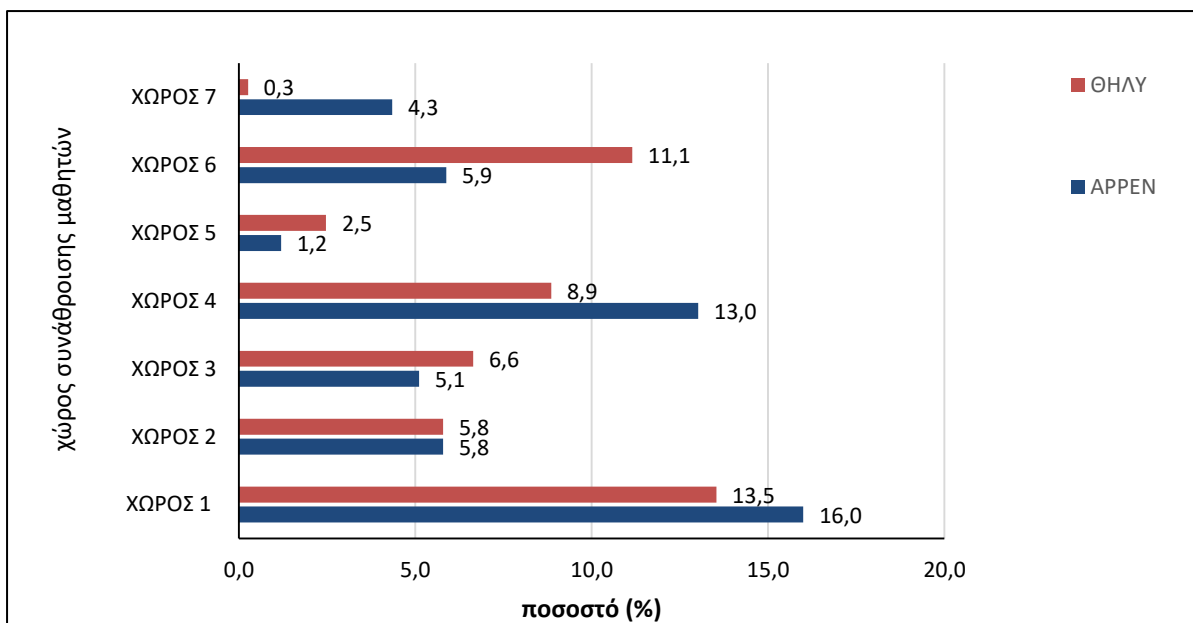
Ο χώρος 5 δείχνει ότι μόλις το 3,7% του συνόλου των νηπίων δραστηριοποιούνται στην περιοχή του κήπου με την υπαίθρια κουζίνα η οποία καταλαμβάνει σχετικά μικρό σε μέγεθος επιφάνεια και δύναται να φιλοξενεί μικρό αριθμό νηπίων.

Στον χώρο 6, παρά το γεγονός της σκίασης και των σχετικά χαμηλών επιφανειακών θερμοκρασιών (23°C - 26°C), η συμμετοχή των παιδιών ανέρχεται μόλις στο 17%, δείχνοντας έτσι ότι είτε η χωμάτινη επιφάνεια δεν ευνοεί στη δημιουργία καλού μικροκλίματος, είτε η συγκεκριμένη διαμόρφωση υπήρξε αδιάφορη για τα νήπια.

Ο χώρος 7 που αποτελείται από τσιμεντόπλακες και μικρά παρτέρια ποωδών φυτών χωρίς να προσφέρουν σκίαση. Στον χώρο αυτό καταγράφηκε μόλις το 4,4% του συνόλου των νηπίων καθώς η περιοχή αυτή είναι σχετικά μικρή σε μέγεθος και δεν διαθέτει κάποια συγκεκριμένη λειτουργία για τα παιδιά.

Πίνακας 10 : Σχολείο 3 –Νηπιαγωγείο. Μαθητές που καταγράφηκαν στους αύλειους σχολικούς χώρους (αγόρια – κορίτσια, σύνολο)

ΣΧΟΛΕΙΟ 3	ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ	ΧΩΡΟΙ ΣΥΝΑΘΡΟΙΣΗΣ ΜΑΘΗΤΩΝ						
		ΧΩΡΟΣ 1	ΧΩΡΟΣ 2	ΧΩΡΟΣ 3	ΧΩΡΟΣ 4	ΧΩΡΟΣ 5	ΧΩΡΟΣ 6	ΧΩΡΟΣ 7
ΦΥΛΟ		Χλοοτάπητας	Παρτέρι άμμου	Κατασκευή παιχνιδιού	Σκιαζόμενη περιοχή - Στέγαστρο	Υπαίθρια κουζίνα - κήπος	Σκιαζόμενη από δέντρα περιοχή	Πλακόστρωτη περιοχή με μικρά δέντρα
ΑΡΡΕΝ	Sum	188	68	60	153	14	69	51
	Mean	38	14	12	31	3	14	10
	Standard Error of Mean	4	2	3	5	1	1	2
	Standard Deviation	9	5	6	12	2	3	4
	Column Sum %	54,2	50,0	43,5	59,5	32,6	34,5	94,4
	Table Sum %	16,0	5,8	5,1	13,0	1,2	5,9	4,3
ΘΗΛΥ	Sum	159	68	78	104	29	131	3
	Mean	32	14	16	21	6	26	1
	Standard Error of Mean	4	2	3	5	2	2	
	Standard Deviation	9	4	8	12	5	5	1
	Column Sum %	46	50,0	56,5	40,5	67,4	65,5	55,6
	Table Sum %	13,5	5,8	6,6	8,9	2,5	11,1	0,3
ΣΥΝΟΛΟ	Sum	347	136	138	257	43	200	54
	Mean	35	14	14	26	4	20	5
	Standard Error of Mean	3	1	2	4	1	2	2
	Standard Deviation	9	4	7	12	4	7	6
	Table Sum %	29,5	11,6	11,7	21,9	3,7	17,0	4,6



Διάγραμμα 19: Σχολείο 3 –Νηπιαγωγείο. Μαθητές που καταγράφηκαν στους αύλειους σχολικούς χώρους (αγόρια - κορίτσια)

ΧΩΡΟΣ 1 - Χλοοτάπητας

ΧΩΡΟΣ 2 - Παρτέρι άμμου

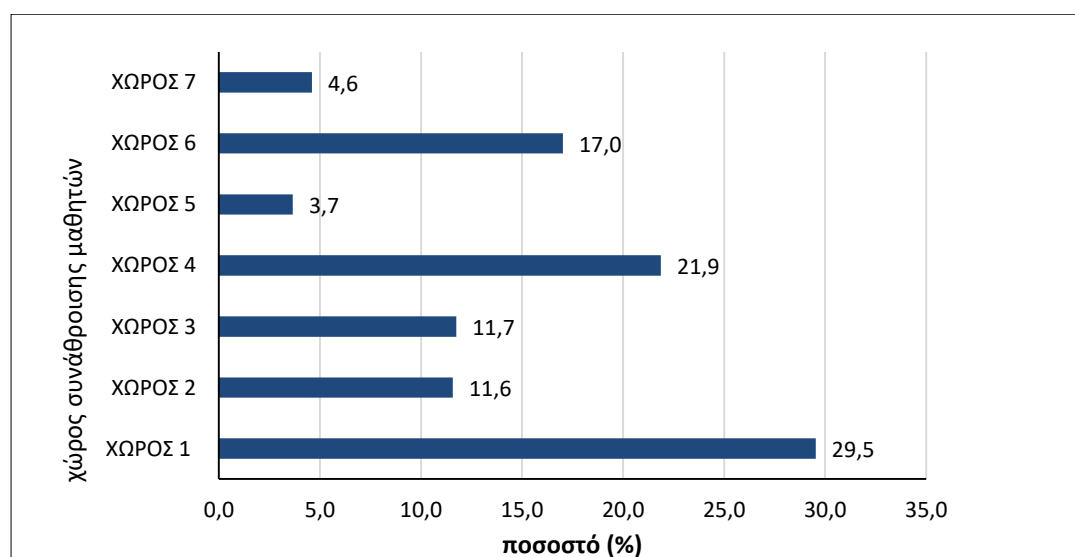
ΧΩΡΟΣ 3 - Κατασκευή παιχνιδιού

ΧΩΡΟΣ 4 - Σκιαζόμενη περιοχή - Στέγαστρο

ΧΩΡΟΣ 5 - Υπαίθρια κουζίνα - κήπος

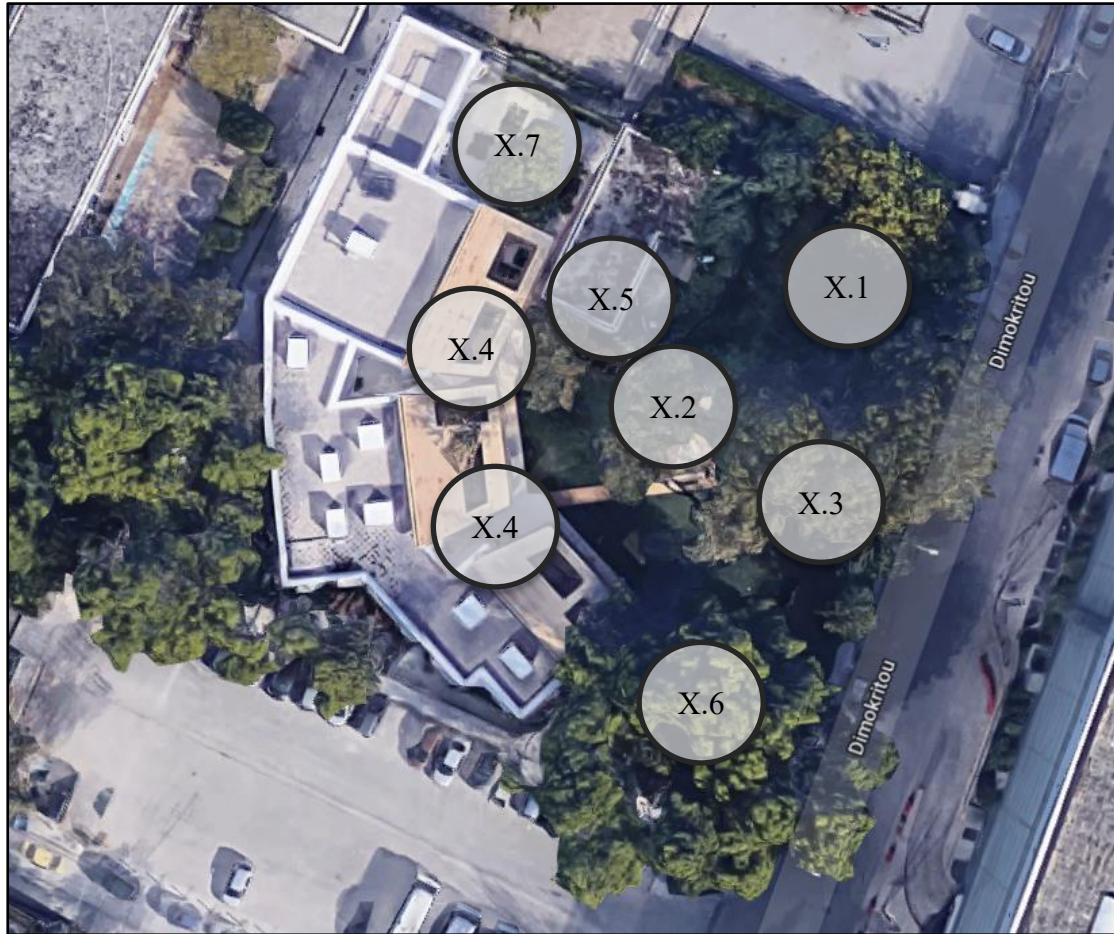
ΧΩΡΟΣ 6 - Σκιαζόμενη από δέντρα περιοχή

ΧΩΡΟΣ 7 - Πλακόστρωτη περιοχή με μικρά δέντρα



Διάγραμμα 20: Σχολείο 3 –Νηπιαγωγείο. Μαθητές που καταγράφηκαν στους αύλειους σχολικούς χώρους (σύνολο)

- ΧΩΡΟΣ 1 - Χλοοτάπητας
- ΧΩΡΟΣ 2 - Παρτέρι άμμου
- ΧΩΡΟΣ 3 - Κατασκευή παιχνιδιού
- ΧΩΡΟΣ 4 - Σκιαζόμενη περιοχή - Στέγαστρο
- ΧΩΡΟΣ 5 - Υπαίθρια κουζίνα - κήπος
- ΧΩΡΟΣ 6 - Σκιαζόμενη από δέντρα περιοχή
- ΧΩΡΟΣ 7 - Πλακόστρωτη περιοχή με μικρά δέντρα

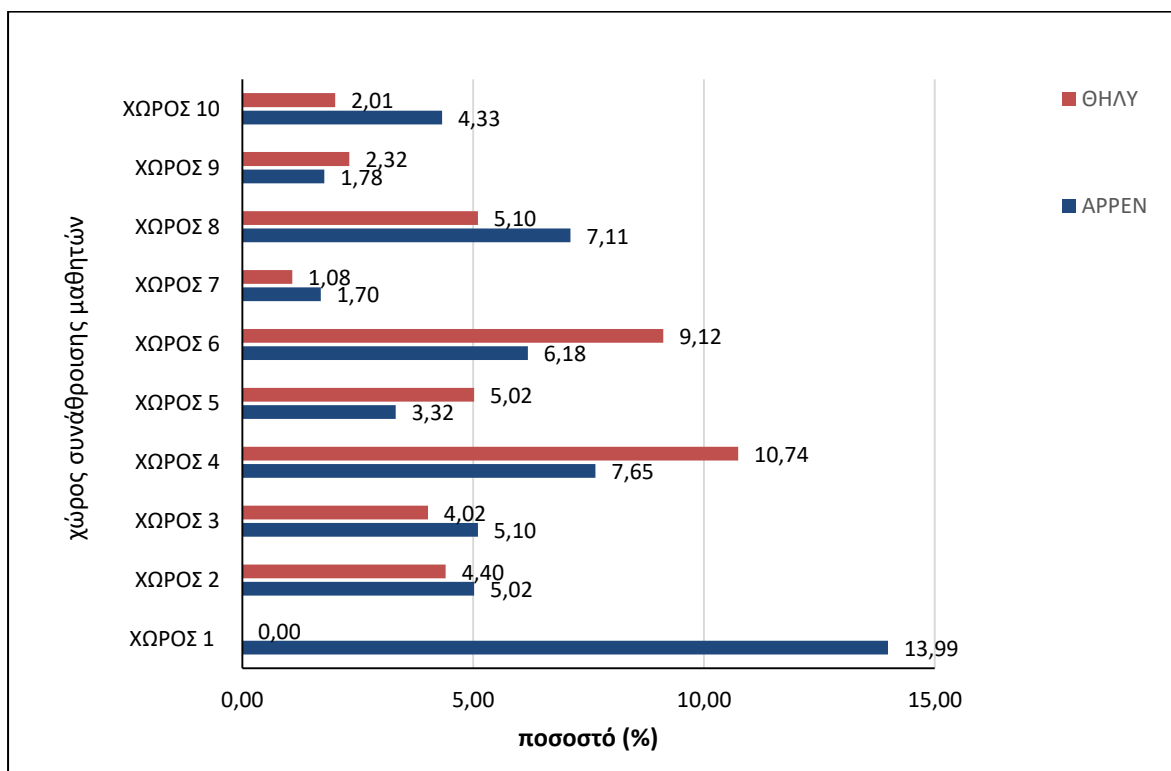


Εικόνα 60: Σχολικός αύλειος χώρος σχολείου 3 – Νηπιαγωγείο

Σχολείο 3 - Δημοτικό

Στον χώρο 1 του γηπέδου ποδοσφαίρου όπου δραστηριοποιούνται το 13,99% των μαθητών, ο πλαστικός τάπητας δημιουργεί ιδιαίτερα υψηλές θερμοκρασίες (55°C-65°C) και δεν συνιστά φιλικό υλικό για ένα ευνοϊκό μικροπεριβάλλον. Στον χώρο 7 του κυκλικού στεγάστρου όπου δραστηριοποιούνται μόνο το 2,78% των μαθητών, το υλικό του στεγάστρου δημιουργεί πολύ υψηλές επιφανειακές θερμοκρασίες (48°C-50°C) και συμβάλλει στη δημιουργία ενός δυσμενούς μικροπεριβάλλοντος. Ο χώρος 8 ο οποίος χαρακτηρίζεται από τη φυσική παρουσία των φυτών έχει συγκριτικά χαμηλότερες επιφανειακές θερμοκρασίες και δημιουργεί μικρού μεγέθους ενδιάμεσους χώρους λόγω της πυκνότητας φύτευσης, που πιθανόν να δημιουργεί και ένα προσελκυστικό ή αποτρεπτικό αίσθημα απομόνωσης στους μαθητές, φιλοξενεί περίπου το 12,21% των μαθητών. Η περιοχή του χλοοτάπητα (χώρος 10) καταγράφει μόλις 6,34% των μαθητών, πιθανώς εξαιτίας των υψηλών θερμοκρασιών που καταγράφονται στο υλικό αυτό (42°C έως 50°C).

Πίνακας 11: Σχολείο 3 –Δημοτικό. Μαθητές που καταγράφηκαν στους άλγειους σχολικούς χώρους (αγόρια – κορίτσια, σύνολο)



Διάγραμμα 21: Σχολείο 3 –Δημοτικό. Μαθητές που καταγράφηκαν στους αύλειους σχολικούς χώρους (αγόρια - κορίτσια)

ΧΩΡΟΣ 1 - Γήπεδο ποδοσφαίρου

ΧΩΡΟΣ 2 - Φράκτης στα δυτικά όρια της σχολικής αυλής

ΧΩΡΟΣ 3 - Δέντρο ανατολικά του γηπέδου ποδοσφαίρου

ΧΩΡΟΣ 4 - Κατασκευή παιχνιδιού σε χωμάτινη επιφάνεια

ΧΩΡΟΣ 5 - Πλακόστρωτος χώρος καθιστικός κοντά στο κτήριο

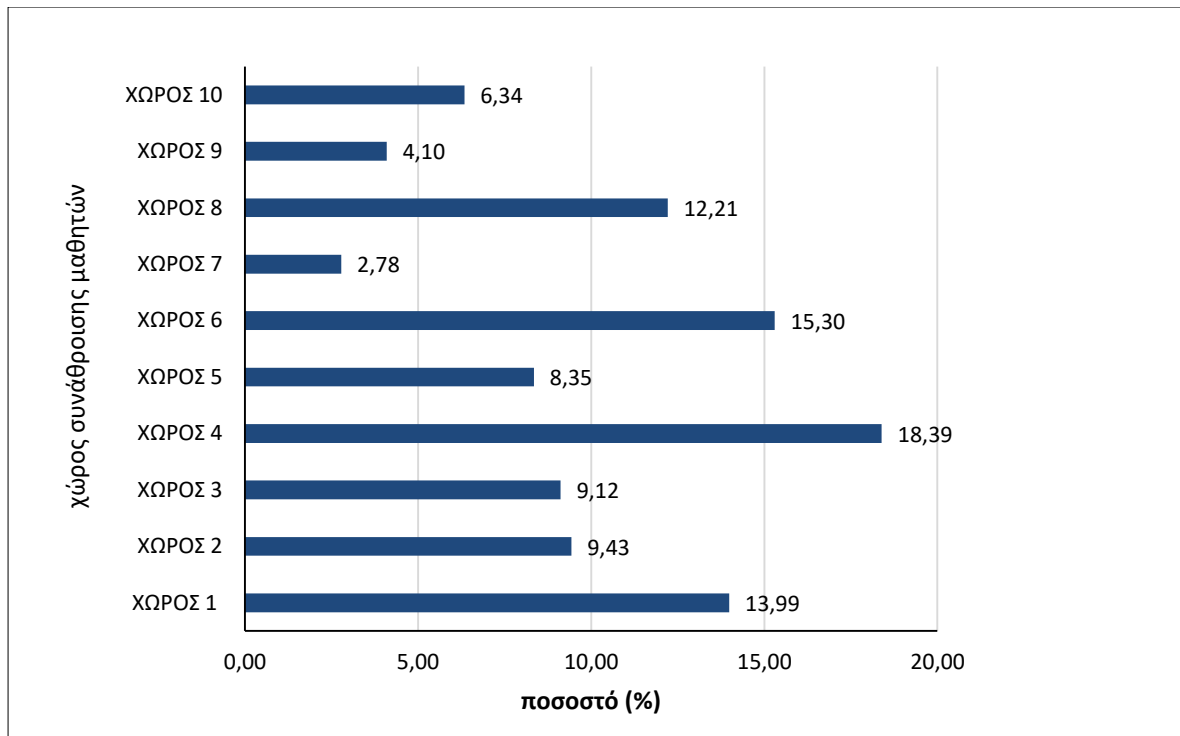
ΧΩΡΟΣ 6 - Πλακόστρωτη περιοχή μπροστά από το κτήριο

ΧΩΡΟΣ 7 - Κυκλικό στέγαστρο

ΧΩΡΟΣ 8 - Φυτεμένη περιοχή γύρω από το κίосκι

ΧΩΡΟΣ 9 - Παρτέρι άμμου

ΧΩΡΟΣ 10 -Χλοοτάπητας



Διάγραμμα 22: Σχολείο 3 –Δημοτικό. Μαθητές που καταγράφηκαν στους αύλειους σχολικούς χώρους (σύνολο)

ΧΩΡΟΣ 1 - Γήπεδο ποδοσφαίρου

ΧΩΡΟΣ 2 - Φράκτης στα δυτικά όρια της σχολικής αυλής

ΧΩΡΟΣ 3 - Δέντρο ανατολικά του γηπέδου ποδοσφαίρου

ΧΩΡΟΣ 4 - Κατασκευή παιχνιδιού σε χωμάτινη επιφάνεια

ΧΩΡΟΣ 5 - Πλακόστρωτος χώρος καθιστικός κοντά στο κτήριο

ΧΩΡΟΣ 6 - Πλακόστρωτη περιοχή μπροστά από το κτήριο

ΧΩΡΟΣ 7 - Κυκλικό στέγαστρο

ΧΩΡΟΣ 8 - Φυτεμένη περιοχή γύρω από το κίосκι

ΧΩΡΟΣ 9 - Παρτέρι άμμου

ΧΩΡΟΣ 10 -Χλοοτάπητας



Εικόνα 61: Σχολικός αύλειος χώρος σχολείου 3 – Δημοτικό

ΧΩΡΟΣ 1 - Γήπεδο ποδοσφαίρου

ΧΩΡΟΣ 2 - Φράκτης στα δυτικά όρια της σχολικής αυλής

ΧΩΡΟΣ 3 - Δέντρο ανατολικά του γηπέδου ποδοσφαίρου

ΧΩΡΟΣ 4 - Κατασκευή παιχνιδιού σε χωμάτινη επιφάνεια

ΧΩΡΟΣ 5 - Πλακόστρωτος χώρος καθιστικός κοντά στο κτήριο

ΧΩΡΟΣ 6 - Πλακόστρωτη περιοχή μπροστά από το κτήριο

ΧΩΡΟΣ 7 - Κυκλικό στέγαστρο

ΧΩΡΟΣ 8 - Φυτεμένη περιοχή γύρω από το κίосκι

ΧΩΡΟΣ 9 - Παρτέρι άμμου

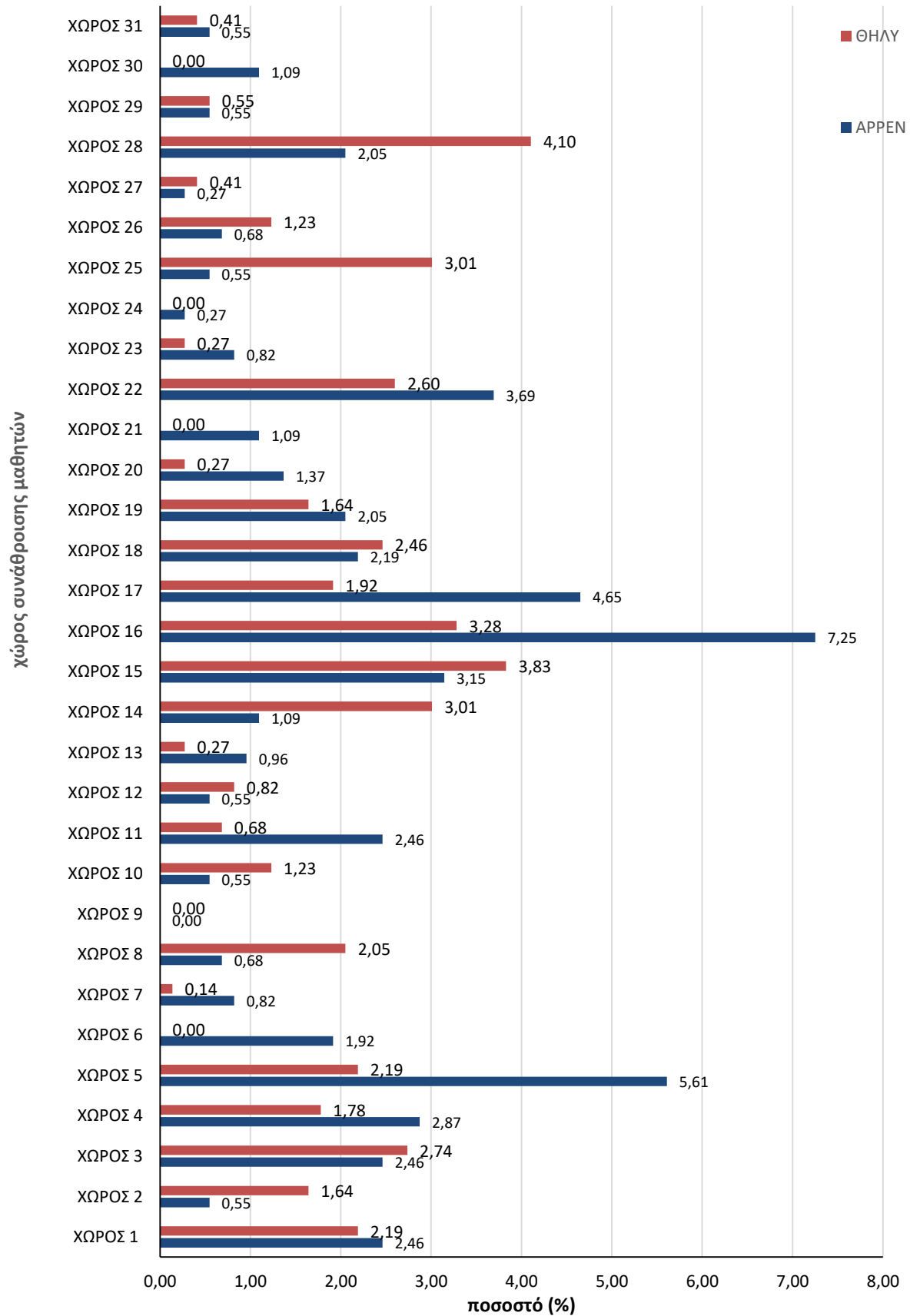
ΧΩΡΟΣ 10 -Χλοοτάπητας

Σχολείο 3 - Γυμνάσιο/Λύκειο

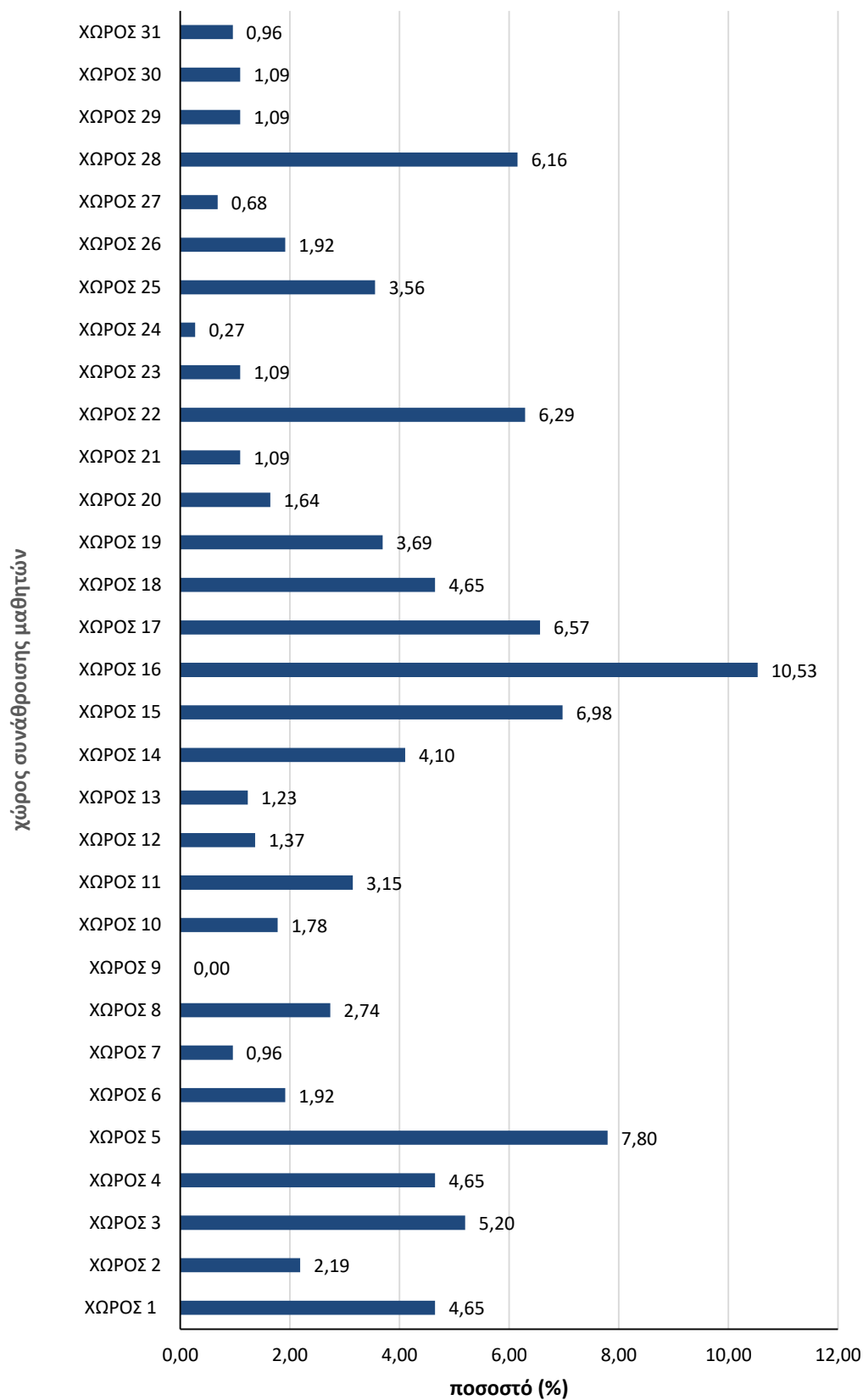
Ο χώρος άθλησης (χώρος 1) από πλαστικό ταρτάν και πίσσα συγκεντρώνει ένα χαμηλό ποσοστό μαθητών (4,65%), καθώς τα υλικά αυτά εμφανίζουν ιδιαίτερα υψηλές θερμοκρασίες, συμβάλλοντας στην δημιουργία δυσμενούς περιβάλλοντος. Οι δεντροφυτεμένες περιοχές (χώρος 3), με θερμοκρασίες στους 30°C περίπου, σημειώνουν επίσης χαμηλά ποσοστά (3,56% - 5,2%) μαθητών, πιθανόν λόγω της απομακρυσμένης θέσης τους και της επιρροής των αυξημένων σε θερμοκρασία γύρω υλικών. Η μη σκιασμένη επιφάνεια από τσιμέντο (χώρος 19) εμφανίζει επίσης χαμηλή δραστηριότητα (3,69%) πιθανόν διότι το υλικό του τσιμέντου δεν ευνοεί στην δημιουργία καλού μικροκλίματος. Οι περιμετρικοί σκιασμένοι χώροι (15-18) του αύλειου χώρου του σχολείου, εμφανίζουν χαμηλές επιφανειακές θερμοκρασίες (22°C -23°C) και παρατηρήθηκε συνολικά αυξημένη συγκέντρωση μαθητών (32,47%).

Οι μη σκιαζόμενες πλακόστρωτες περιοχές (χώρος 4 και 26) χαρακτηρίζονται από ιδιαίτερα χαμηλή συγκέντρωση παιδιών (1,92% - 4,65%), καθώς οι προκαλούμενες από αυτές επιφανειακές θερμοκρασίες είναι ιδιαίτερα υψηλές (43°C). Αντίστοιχα, ο μη σκιασμένος με τσιμεντόπλακες διάδρομος (χώρος 27) κυμαίνεται σε ιδιαίτερα υψηλές θερμοκρασίες (39°C-42°C), επιβεβαιώνοντας έτσι τα σχεδόν ανύπαρκτα ποσοστά των μαθητών (0,68%) καθώς και το γεγονός ότι αποτελεί πέρασμα. Στον χώρο του κτιρίου του νηπιαγωγείου, τα πλαίσια παραθύρων που δημιουργούν πρόβολο και λειτουργούν ως καθιστικά (χώρος 29) εμφάνιζαν θερμοκρασίες γύρω στους 33°C και δεν προτιμούνταν από τους μαθητές (1,09%), με το υλικό του τσιμέντου να μην ευνοούν τη δημιουργία καλού μικροκλίματος.

Πίνακας 12 : Σχολείο 3 –Γυμνάσιο/Λύκειο. Μαθητές που καταγράφηκαν στους
αύλειους σχολικούς χώρους (αγόρια – κορίτσια, σύνολο)



Διάγραμμα 23: Σχολείο 3 –Γυμνάσιο/Λύκειο. Μαθητές που καταγράφηκαν στους αύλειους σχολικούς χώρους (αγόρια - κορίτσια)



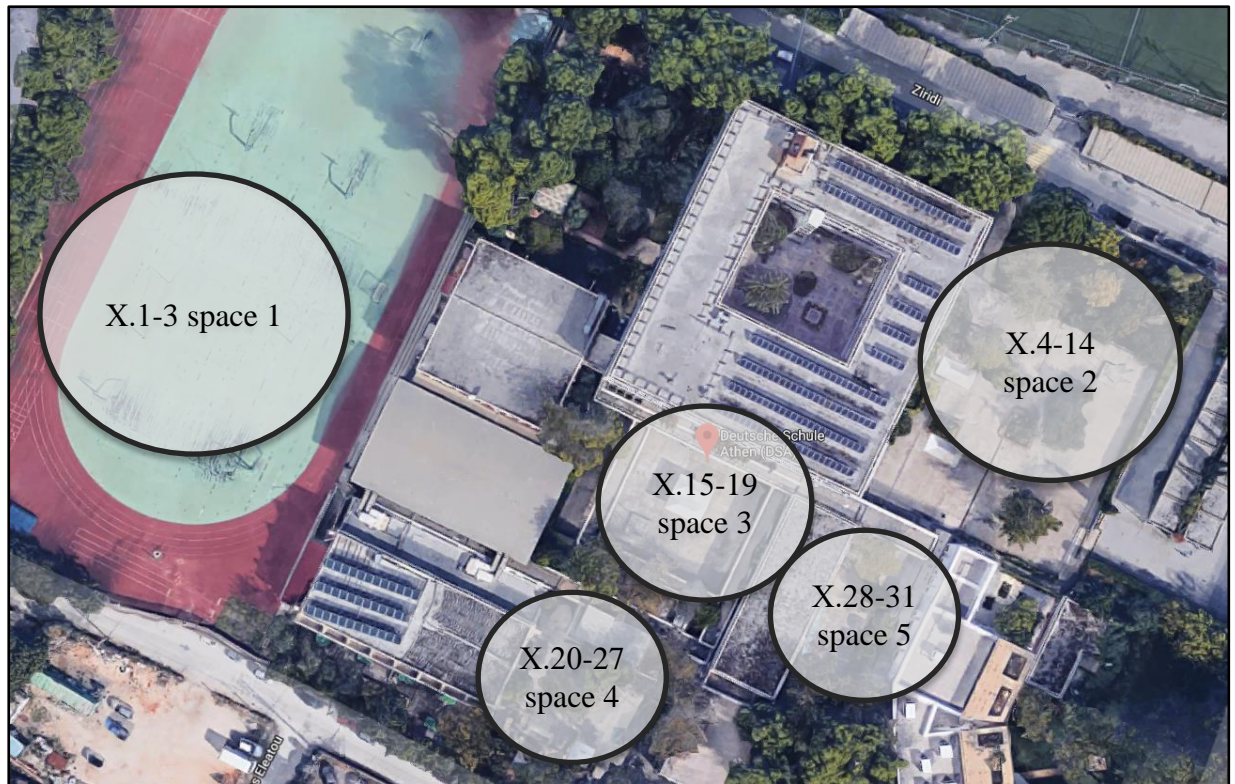
Διάγραμμα 24: Σχολείο 3 –Γυμνάσιο/Λύκειο. Μαθητές που καταγράφηκαν στους αύλειους σχολικούς χώρους (σύνολο)

ΧΩΡΟΣ 1 - Χώρος άθλησης από ταρτάν - πίσσα

ΧΩΡΟΣ 2 - Κερκίδες από τσιμέντο

ΧΩΡΟΣ 3 - Περίφραξη από δεντροστοιχία

ΧΩΡΟΣ 4 - Πλακόστρωτη μη σκιαζόμενη περιοχή
ΧΩΡΟΣ 5 - Σκιαζόμενη περιοχή από ξύλινη πέργκολα
ΧΩΡΟΣ 6 - Σχολική ράμπα space 2
ΧΩΡΟΣ 7 - Παρτέρι 1
ΧΩΡΟΣ 8 - Παρτέρι 2
ΧΩΡΟΣ 9 - Παρτέρι 3
ΧΩΡΟΣ 10 - Παρτέρι 4
ΧΩΡΟΣ 11 - Παρτέρι 5
ΧΩΡΟΣ 12 - Παρτέρι 6
ΧΩΡΟΣ 13 - Παρτέρι 7
ΧΩΡΟΣ 14 - Παρτέρι 8
ΧΩΡΟΣ 15 - Βόρεια πλευρά σκιαζόμενης περιοχής space 3
ΧΩΡΟΣ 16 - Νότια πλευρά σκιαζόμενης περιοχής space 3
ΧΩΡΟΣ 17 - Ανατολική πλευρά σκιαζόμενης περιοχής space 3
ΧΩΡΟΣ 18 - Δυτική πλευρά σκιαζόμενης περιοχής space 3
ΧΩΡΟΣ 19 - Κέντρο - Μη σκιαζόμενη περιοχή
ΧΩΡΟΣ 20 - Τσιμεντένιο κάθισμα κατά μήκος του κτηρίου στην δυτική πλευρά
ΧΩΡΟΣ 21 - Τσιμεντένιο κάθισμα κατά μήκος του κτηρίου στην ανατολική πλευρά
ΧΩΡΟΣ 22 - Προέκταση χώρου 17 - Σκιαζόμενη περιοχή - space 4
ΧΩΡΟΣ 23 - Παρτέρι 9
ΧΩΡΟΣ 24 - Παρτέρι 10
ΧΩΡΟΣ 25 - Φυτεμένη περιοχή με καθιστικά space 4
ΧΩΡΟΣ 26 - Ανοιχτή - μη σκιαζόμενη πλακόστρωτη περιοχή space 4
ΧΩΡΟΣ 27 - Διάδρομος που οδηγεί στο γήπεδο και το γυμναστήριο - space 4
ΧΩΡΟΣ 28 - Προέκταση του χώρου 5 (ξύλινη πέργκολα)
ΧΩΡΟΣ 29 - Παράθυρα Νηπιαγωγείου που χρησιμοποιούνται και ως καθιστικά
ΧΩΡΟΣ 30 - Παρτέρι 11- space 5
ΧΩΡΟΣ 31 - Παρτέρι12- space 5



Εικόνα 62: Σχολικός αύλειος χώρος σχολείου 3 – Γυμνάσιο /Λύκειο



Εικόνα 63: Σχολικός αύλειος χώρος σχολείου 3 – Γυμνάσιο /Λύκειο – space 1, εικ. 62

ΧΩΡΟΣ 1 - Χώρος άθλησης από ταρτάν - πίσσα

ΧΩΡΟΣ 2 - Κερκίδες από τσιμέντο

ΧΩΡΟΣ 3 - Περίφραξη από δεντροστοιχία



Εικόνα 64: Σχολικός αύλειος χώρος σχολείου 3 – Γυμνάσιο /Λύκειο – space 2, εικ. 62

ΧΩΡΟΣ 4 - Πλακόστρωτη μη σκιαζόμενη περιοχή

ΧΩΡΟΣ 5 - Σκιαζόμενη περιοχή από ξύλινη πέργκολα

ΧΩΡΟΣ 6 - Σχολική ράμπα space 2

ΧΩΡΟΣ 7 - Παρτέρι 1

ΧΩΡΟΣ 8 - Παρτέρι 2

ΧΩΡΟΣ 9 - Παρτέρι 3

ΧΩΡΟΣ 10 - Παρτέρι 4

ΧΩΡΟΣ 11 - Παρτέρι 5

ΧΩΡΟΣ 12 - Παρτέρι 6

ΧΩΡΟΣ 13 - Παρτέρι 7

ΧΩΡΟΣ 14 - Παρτέρι 8



Εικόνα 65: Σχολικός αύλειος χώρος σχολείου 3 – Γυμνάσιο /Λύκειο – space 3 & 4, εικ. 62

Space 3

ΧΩΡΟΣ 15 - Βόρεια πλευρά σκιαζόμενης περιοχής space 3

ΧΩΡΟΣ 16 - Νότια πλευρά σκιαζόμενης περιοχής space 3

ΧΩΡΟΣ 17 - Ανατολική πλευρά σκιαζόμενης περιοχής space 3

ΧΩΡΟΣ 18 - Δυτική πλευρά σκιαζόμενης περιοχής space 3

ΧΩΡΟΣ 19 - Κέντρο - Μη σκιαζόμενη περιοχή space 3

Space 4

ΧΩΡΟΣ 20 - Τσιμεντένιο κάθισμα κατά μήκος του κτηρίου στην δυτική πλευρά

ΧΩΡΟΣ 21 - Τσιμεντένιο κάθισμα κατά μήκος του κτηρίου στην ανατολική πλευρά

ΧΩΡΟΣ 22 - Προέκταση χώρου 17 - Σκιαζόμενη περιοχή - space 4

ΧΩΡΟΣ 23 - Παρτέρι 9

ΧΩΡΟΣ 24 - Παρτέρι 10

ΧΩΡΟΣ 25 - Φυτεμένη περιοχή με καθιστικά space 4

ΧΩΡΟΣ 26 - Ανοιχτή - μη σκιαζόμενη πλακόστρωτη περιοχή space 4

ΧΩΡΟΣ 27 - Διάδρομος που οδηγεί στο γήπεδο και το γυμναστήριο - space 4



Εικόνα 66: Σχολικός αύλειος χώρος σχολείου 3 – Γυμνάσιο /Λύκειο – space 5 εικ. 62

ΧΩΡΟΣ 28 - Προέκταση του χώρου 5 (ξύλινη πέργκολα)

ΧΩΡΟΣ 29 - Παράθυρα Νηπιαγωγείου που χρησιμοποιούνται και ως καθιστικά

ΧΩΡΟΣ 30 - Παρτέρι 11- space 5

ΧΩΡΟΣ 31 - Παρτέρι12- space 5

Συζήτηση - Συμπεράσματα

Στο σχολείο 1 παρατηρήθηκαν υψηλές θερμοκρασίες σε μη σκιαζόμενες θέσεις στην ασφαλτο (> 45⁰C) η οποία καταλαμβάνει και μεγάλο μέρος της σχολικής αυλής, στο ταρτάν των γηπέδων (47⁰C - 50⁰C) και στις κερκίδες από τσιμέντο (35⁰C - 40⁰C). Ωστόσο, όπως αναφέρει ο Danks (2010), οι επιφάνειες αυτές της ασφάλτου είναι από τις κυριότερες αιτίες πρόκλησης τραυματισμών από χτυπήματα και πρόσκρουση. Πολύ υψηλή θερμοκρασία εμφανίστηκε και στο πλαστικοποιημένο δάπεδο μαύρου χρώματος στον χώρο του Νηπιαγωγείου όπου η επιφανειακή θερμοκρασία έφτασε και τους 76⁰C. Η κορυφή στεγάστρου από αδιάβροχο μουσαμά πολυαιθυλενίου που εκτίθεται στον ήλιο, ανέπτυξε θερμοκρασίες έως και 42⁰C ενώ ο χώρος άθλησης που βρίσκεται κάτω από το στέγαστρο ανέπτυξε θερμοκρασίες υψηλότερες από τις αναμενόμενες με τιμές να φτάνουν και τους 39⁰C. Οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις μαθητών καταγράφηκαν σε σκιαζόμενους από δέντρα χώρους πχ. κερκίδες αλλά και σε περιοχές με υψηλές επιφανειακές θερμοκρασίες πχ γήπεδο μπάσκετ ενδεχομένως λόγω της έλλειψης καθιστικών και σκιαζόμενων χώρων που μπορούν να εξυπηρετήσουν τον συνολικό αριθμό των μαθητών.

Στο σχολείο 2 οι υψηλότερες θερμοκρασίες παρατηρήθηκαν και σε χώρους με υψηλή συγκέντρωση μαθητών εξαιτίας είτε της έλλειψης σκιαζόμενων χώρων με την δυνατότητα δραστηριότητας σε αυτούς, είτε του μικρού σχετικά μεγέθους των σχολικών αυλών συγκριτικά με τον συνολικό αριθμό των μαθητών. Τα υλικά που παρατηρήθηκαν στις σχολικές αυλές του συγκροτήματος είναι το ταρτάν που σημειώνει και τις υψηλότερες θερμοκρασίες σε μη σκιαζόμενες θέσεις, η ασφαλτος και το τσιμέντο. Οι χώροι πρασίνου είναι εξαιρετικά περιορισμένοι έως και ανύπαρκτοι σε ορισμένες περιπτώσεις (Δημοτικό 1) σε σχέση με τον αριθμό των μαθητών και το μέγεθος των σχολικών αυλών. Στους αύλειους χώρους των Δημοτικών του συγκροτήματος παρατηρήθηκε διάσπαρτη κατανομή των μαθητών με υψηλές συγκεντρώσεις ακόμη και σε χώρους με υψηλές επιφανειακές θερμοκρασίες. Αυτό μπορεί να οφείλεται είτε στην έλλειψη χώρων πρασίνου και σκίασης είτε στην έντονη κινητικότητα και δραστηριότητα των μαθητών λόγω ηλικίας.

Επιπροσθέτως, η χρήση των σχολικών αυλών για τις υπαίθριες δραστηριότητες και τις εκπαιδευτικές διεργασίες των μαθητών εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό και από τις καιρικές συνθήκες. Όπως φαίνεται, η χρήση τους τείνει να αυξάνεται κατά τις θερμότερες και να μειώνεται κατά τις ψυχρότερες εποχές, καθώς τα παιδιά τείνουν να

είναι πιο δραστήρια το καλοκαίρι (Silva et al., 2011), ενώ το ψυχρό κλίμα και ο βροχερός καιρός συνιστούν εμπόδια για τις υπαίθριες δραστηριότητες τους (Brockman et al., 2011, Dymment, 2005).

Στο σχολείο 3 υπάρχουν περισσότεροι σκιαζόμενοι χώροι και χώροι πρασίνου συσκριτικά με τα προηγούμενα δύο σχολεία. Ωστόσο, εμφανίστηκαν πολύ υψηλές επιφανειακές θερμοκρασίες στις μη σκιαζόμενες περιοχές του πλαστικού τάπητα στο γήπεδο

ποδοσφαίρου και στις επιστρωμένες με κυβόλιθους επιφάνειες. Σημαντική ήταν η συγκέντρωση των μαθητών Γυμνασίου και Λυκείου σε σκιαζόμενους χώρους είτε από φυτικό είτε από δομικό υλικό (χώροι 15,16,17,18 space 3). Στον αύλειο χώρο του Δημοτικού, όπως και στα υπόλοιπα Δημοτικά σχολεία, η χωρική κατανομή των μαθητών έδειξε πως η έντονη δραστηριότητα δεν περιορίζεται στους σκιαζόμενους χώρους αλλά επεκτείνεται και σε χώρους με υψηλές επιφανειακές θερμοκρασίες. Αιτία αυτού του γεγονότος ενδεχομένως να είναι η έντονη κινητικότητα λόγω ηλικίας και ο μικρός σε μέγεθος σχολικός αύλειος χώρος για τον συνολικό αριθμό των μαθητών.

Αντίστοιχα, η σχολική αυλή του Νηπιαγωγείου στο σχολείο 3, αποτελείται από ανοιχτό χώρο πρασίνου και αρκετούς σκιαζόμενους χώρους στους οποίους παρατηρήθηκαν σχετικά υψηλά ποσοστά συγκέντρωσης νηπίων συγκριτικά με τον συνολικό αριθμό των νηπίων. Σημαντικό αποτελεί το γεγονός πως ο σκιαζόμενος από δέντρα χώρος στην συγκεκριμένη σχολική αυλή, δεν προτιμάται από τα νήπια είτε λόγω σχεδιασμού είτε λόγω της επιφανειακής θερμοκρασίας του γυμνού εδάφους. Όπως άλλωστε συνιστούν πολλοί σχεδιαστές παιδικών χαρών (Alexander et al., 1995, Freeman 1995, Moore, 1995, Rivkin 1995, Nabhan & Trimble 1994, Titman 1994) τα σχολεία της προσχολικής και της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης πρέπει να έχουν φυσικά περιβάλλοντα όπως κήπους, λίμνες, θάμνους κλπ., όπως συνιστούν τα παραδείγματα σχολικών αυλών που μεταμορφώθηκαν σε περισσότερο ήρεμους χώρους.

Η θερμική απεικόνιση των υλικών κατασκευής των εξωτερικών χώρων των σχολικών συγκροτημάτων έδωσε τη δυνατότητα της αξιολόγησης της συχνότητας χρήσης αυτών από τους μαθητές συγκριτικά με την επιφανειακή θερμοκρασία που εμφανίζουν κατά τις μεσημεριανές ώρες. Τα υλικά κατασκευής που καταγράφηκαν αφορούσαν τον φυσικό χλοοτάπητα, το χώμα-έδαφος, το πλαστικοποιημένο ταρτάν-πίσσα, το τσιμέντο, τους κυβόλιθους, το ξύλο και την άμμο. Όπως ήταν αναμενόμενο,

τις χαμηλότερες επιφανειακές θερμοκρασίες συγκέντρωναν οι φυτεμένες και σκιασμένες περιοχές με εύρος τιμών θερμοκρασίας 20⁰C -30⁰C, και τις υψηλότερες τα υλικά κατασκευής της πίσσας και του πλαστικοποιημένου ταρτάν με εύρος 55⁰C έως και 76⁰C σε ορισμένες περιπτώσεις (εικόνα 11).

Ένα σημαντικό εύρημα της έρευνας ήταν ότι στην πλειονότητα των σχολικών χώρων που καταγράφηκαν, τα υλικά που είχαν επιλεγεί για την κατασκευή τους προκαλούσαν υψηλές επιφανειακές θερμοκρασίες, στις οποίες εκτίθενται οι μαθητές με χαμηλά ποσοστά συγκέντρωσης των μαθητών σε αυτούς.

Οι περιοχές με μαύρο πλαστικοποιημένο ταρτάν κατέγραφαν τις υψηλότερες επιφανειακές θερμοκρασίες (έως 81⁰C), ακολουθούμενες από το ταρτάν πράσινου και κόκκινου χρώματος των γηπέδων με θερμοκρασίες υψηλότερες των 55⁰C και σε ορισμένες περιπτώσεις ακόμη και τους 76⁰C. Όπως γίνεται αντιληπτό, οι θερμοκρασίες αυτές δημιουργούν ένα ιδιαίτερα δυσμενές μικροκλίμα, που αποτρέπει την δραστηριότητα των μαθητών, ιδίως εάν ληφθεί υπόψη το γεγονός ότι οι χώροι αυτοί προορίζονται για την άθληση των μαθητών. Ιδιαίτερα υψηλές θερμοκρασίες σε μη σκιαζόμενες θέσεις καταγράφονται και σε χώρους επιστρωμένους με υλικό από τσιμέντο (>45⁰C), κυβόλιθους (33⁰C - 37⁰C) και χώμα. Στο γυμνό έδαφος- χώμα παρατηρήθηκε μεγάλο εύρος τιμών επιφανειακών θερμοκρασιών γεγονός που πιθανόν τα οφείλεται στις φυσικές και μηχανικές ιδιότητες του εδάφους καθώς και στην περιεκτικότητά του σε υγρασία και τον προσανατολισμό σε σχέση με ψηλές κατασκευές και φυτεύσεις (26⁰C - 45⁰C). Περαιτέρω, τα επιλεγμένα υλικά των τεχνητών στεγάστρων συγκέντρωναν εξαιρετικά υψηλές επιφανειακές θερμοκρασίες, φτάνοντας και ξεπερνώντας τους 50⁰C, με αποτέλεσμα η προκαλούμενη από αυτά σκίαση να μην δημιουργεί τις αναμενόμενες τιμές θερμοκρασίας.

Όπως είναι ευρέως γνωστό, τις πιο ευνοϊκές συνθήκες για τη δημιουργία ενός καλού μικροκλίματος προκαλούσαν οι φυτεμένες ή με φυσική βλάστηση περιοχές, και οι φυσικά σκιαζόμενες περιοχές (17⁰C -24⁰C) . Ωστόσο, παρά το γεγονός ότι οι χώροι αυτοί είχαν τις χαμηλότερες επιφανειακές θερμοκρασίες, δεν ήταν προτιμητέοι από τους μαθητές, πιθανώς εξαιτίας του κακού τους σχεδιασμού, της μικρής έκτασής τους και της μη λειτουργικότητας αυτών για την αναψυχή και δραστηριότητα των παιδιών. Οι χώροι που εμφάνιζαν τα πιο υψηλά ποσοστά συγκέντρωσης μαθητών ήταν οι τσιμεντένιες κερκίδες των γηπέδων, γεγονός που μπορεί να αποδοθεί είτε στο ότι είχαν πράγματι σχετικά ανεκτές επιφανειακές θερμοκρασίες, είτε ότι συνιστούσαν τους μοναδικούς εξωτερικούς καθιστικούς χώρους των σχολείων.

Σε γενικές γραμμές, και στα τρία συγκροτήματα των σχολείων, που μελετήθηκαν και ειδικότερα στα νηπιαγωγεία, καταγράφηκαν ιδιαίτερα χαμηλά ποσοστά συγκέντρωσης μαθητών/νηπίων στους εξωτερικούς χώρους αυτών συγκριτικά με το σύνολο των μαθητών, γεγονός που θα πρέπει να προβληματίσει τους υπευθύνους σχεδιασμού σχολικών κτιρίων, ιδίως σε μια χώρα με υψηλά ποσοστά ετήσιας καλοκαιρίας και θερμοκρασιών περιβάλλοντος.

Τα αποτελέσματα μπορούν εν μέρει να αιτιολογηθούν από την επιλογή των υλικών κατασκευής που προκαλούν υψηλές επιφανειακές θερμοκρασίες και συνεπώς ένα μη ευνοϊκό μικροκλίμα, αλλά θα μπορούσαν επίσης να αποδοθούν τόσο στον μεταξύ τους συνδυασμό είτε στον κακό σχεδιασμό των χώρων αυτών. Στο μέλλον, ίσως να ήταν ωφέλιμη η μελέτη άλλων υλικών κατασκευής των αύλειων και αθλητικών χώρων των σχολείων και η επιλογή τους με βάση τόσο τη θερμοκρασιακή τους συμπεριφορά όσο και την καταλληλότητα τους για την δημιουργία περισσότερο φιλικών και ευνοϊκών μικροκλιμάτων για τα παιδιά. Σημαντικό επίσης είναι κατά τον σχεδιασμό των σχολικών αυλών, να συμπεριληφθούν χώροι πρασίνου με ψηλά δέντρα και πυκνή κόμη για σκίαση καθώς η προκαλούμενη από τα δέντρα σκιά φάνηκε να μειώνει την θερμοκρασία έως και 25⁰C. Θερμοκρασιακή διαφορά που δεν εμφανίστηκε από τεχνητά στέγαστρα (πχ εικ 52, Σχολείο 1, χώρος 4).

Από την συγκεκριμένα έρευνα συμπεραίνεται λοιπόν πως οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις θερμοκρασίας όσον αφορά τα τρία βασικά δομικά υλικά που δεν βρίσκονται υπό σκιά που συναντήσαμε σε όλα τα σχολεία, παρατηρούνται πρώτα στο βιομηχανοποιημένο δάπεδο (ταρτάν), στη συνέχεια στο τσιμέντο και έπειτα στους κυβόλιθους. Υψηλές θερμοκρασίες επίσης παρουσιάζονται και στις μη σκιαζόμενες χαλικοστρωμένες επιφάνειες, στην ασφαλτο, στο χώμα και σε μεταλλικές κατασκευές (ενδεικτική εικόνα 43.) Ακολουθούν τα φυσικά υλικά (άμμος, χλοοτάπητας και φύλλωμα δέντρων) τα οποία συγκεντρώνουν χαμηλότερες θερμοκρασίες (εικόνα 68).

Σημαντική είναι και η θερμοκρασιακή διαφορά που εμφανίζεται ανάλογα τον χρωματισμό του υλικού. Σε όλες τις λήψεις με την θερμοκάμερα, οι λευκές διαγραμμίσεις των γηπέδων από ταρτάν παρουσιάζουν θερμοκρασία έως και 3⁰C χαμηλότερη από την υπόλοιπη επιφάνεια των γηπέδων.

ΤΑΡΤΑΝ	ΤΣΙΜΕΝΤΟ		
ΠΙΣΣΑ	ΑΣΦΑΛΤΟΣ	ΚΥΒΟΛΙΘΟΙ	ΦΥΣΙΚΑ ΥΛΙΚΑ
ΜΕΤΑΛΛΟ	ΠΛΑΣΤΙΚΟ		

Εικόνα 67: Υλικά που συγκέντρωσαν τις υψηλότερες και χαμηλότερες θερμοκρασίες.

Κόκκινο: Υλικά στα οποία παρατηρήθηκαν θερμοκρασίες 55⁰C - 76⁰C

Πορτοκαλί : Υλικά στα οποία παρατηρήθηκαν θερμοκρασίες 45⁰C - 55⁰C

Κίτρινο: Υλικά στα οποία παρατηρήθηκαν θερμοκρασίες 30⁰C - 45⁰C

Πράσινο: Υλικά στα οποία παρατηρήθηκαν θερμοκρασίες 24⁰C - 30⁰C

Όπως παρατηρείται, με τον ανάλογο σχεδιασμό, η σχολική αυλή μπορεί να καταστεί ένας χώρος εκμάθησης ενός ζωντανού βιότοπου και διαφόρων περιβαλλοντικών διεργασιών, όπως και ανάπτυξης μιας περιβαλλοντικής συνείδησης και ευαισθητοποίησης (Education Development Center, 2000).

Όταν το περιβάλλον της σχολικής αυλής παρέχει ελάχιστες ευκαιρίες για τη συμμετοχή των παιδιών σε δραστηριότητες που να τις απολαμβάνουν τότε καθίσταται ψυχρό και ανιαρό. Όπως δείχνουν οι έρευνες, τα παιδιά προτιμούν τις σχολικές αυλές που παρέχουν ένα πλήθος δραστηριοτήτων που τα επιτρέπει να αλλάζουν, να χειρίζονται και να προσαρμόζουν τα στοιχεία τους (Groves & Mason, 1993), όπως και αυτούς που περιέχουν δέντρα, φυτά, σκιασμένες και με γρασίδι περιοχές και πολλά επίπεδα και μέρη που να μπορούν να σκαφαλώνουν, να εξερευνούν, να ριψοκινδυνεύουν, να παίζουν με την άμμο, τη λάσπη και το νερό (Titman, 1994).

Βιβλιογραφία

Ξενόγλωσση

- Alexander, J., North, M-W., Hendren, D. (1995). Master gardener classroom garden project: An evaluation Of the benefits to children. *Children's Environments*, 12(2), 256-263.
- Arbogast, K. L., Kane, B. C. P., Kirwan, J. L., Hertel, B.R. (2009). vegetation and outdoor recess time at elementary schools: What are the connections? *Journal of Environmental Psychology*, 29, 450-456.
- Asadian, Y., Weiler, M. (2009). A New Approach in Measuring Rainfall Interception by Urban Trees in Coastal British Columbia. *Water Quality Research Journal of Canada*, 44, 16-25
- Atmodiwirjo, P. (2013). School ground as environmental learning resources: Teachers' and pupils' perspectives on its potentials, uses and accessibility. *International Electronic Journal of Environmental Education*, 3(2), 101-119.
- Baines, E. Blatchford, P. (2011). Children's games and playground activities in school and their role in development. In A. D. Pellegrini (Ed.), *The Oxford Handbook of the Development of Play*. New York: Oxford University Press.
- Balaras, C.A., Argiriou, A.A. (2002). Infrared thermography for building diagnostics. *Energ. Build.* 34, 171-183.
- Ballestracci, R., Nougier, J. (1984). Detection by infrared thermography and modelling of an ice capped geothermal system in Kerguelen archipelago. *J. Volcanol. Geotherm. Res.* , 20, 85-99.
- Barker, S., Slingsby, D., Tilling, S. (2002). *Teaching biology outside the classroom: is it heading for extinction?*. Shrewsbury, Field Studies Council & British Ecological Society.
- Beck, Helen (2009) Linking the Quality of Public Space to Quality of Life, *Journal of Place Management and Development* Vol. 2 No. 3, Emerald Group Publishing Limited
- Beckett, K.P., Freer-Smith, P.H., Gail Taylor, G. (2000). Particulate pollution capture by urban trees: effect of species and windspeed. *Global Change Biology*, 6, 995-1003.

- Bishop, J. C., Curtis, M. (Eds.). (2001). *Play today in the primary school playground*. Philadelphia: Open University Press.
- Blatchford, P. (1998). *Social life in schools: pupils' experiences of breaktime and recess from 7 to 16 years*. London: Falmer Press.
- Blatchford, P., Baines, E. (2006). *A follow up national survey of breaktimes in primary and secondary schools* (Report to Nuffield Foundation
- Ref:EDV/00399/G). <http://www.breaktime.org.uk/NuffieldBreakTimeReport-WEBVersion.pdf>
- Blatchford, P., Baines, E., Pellegrini, A. (2003). The social context of school playground games: sex and ethnic differences, and changes over time after entry to junior school. *British Journal of Developmental Psychology*, 21, 481-505.
- Blazejczyk, K. (2004). Bioklimatyczne uwarunkowania rekreacji i turystyki w Polsce. *Prace Geograficzne*, 192, 291
- Blazejczyk, K., Kunert, A. (2011). Bioklimatyczne podstawy rekreacji i turystyki w Polsce. Wydanie 2 poprawione i uzupełnione. Monografie, 13, 366
- Bramwell, R.D. (1961). *Elementary School Work 1900-1925*. Durham: University of Durham, Institute of Education. In: Jenkins, E.W. and Swinnerton, B.J. (1998). *Junior School Science Education in England and Wales Since 1900: From Steps to Stages*. London: Woburn Press.
- Branson, J. M. (1950). "The garden as a teaching aid". *The School Nature Study Journal*, 178(45), 2-3.
- Brett, A., Moore, R., Provenzo, E. F. (1993). *The Complete Playground Book*. New York, Syracuse University Press.
- Briffett, C. (2001). "Is managed recreational use compatible with effective habitat and wildlife occurrence in urban open space corridor systems?" *Landscape Research*, 26(2), 137-63.
- Brockman, R., Jago, R., Fox, K. R. (2011). Children's active play: Self-reported motivators, barriers and facilitators. *BMC Public Health*, 11, 461.
- Buccolieri, R., Buccolieri, R., Gromke, C., Di Sabatino, S., Ruck, B. (2009). Aerodynamic effects of trees on pollutant concentration in street canyons. *Science of The Total Environment*, 407, 5247-5256,

- Burke, C., Grosvenor, I. (2003). *The School I'd Like: Children and Young People's Reflections on an Education for the 21st Century*. London: RoutledgeFalmer.
- CABE DETR. (2001). *The Value of Urban Design*, London: Thomas Telford
- Casey, T. (2003). *School Grounds Literature Review*. Stirling: Grounds for Learning.
- Chatterjee, S. (2005). Children's friendship with place: A conceptual inquiry. *Children, Youth and Environments*, 15(1), 1-26.
- Chen, W.Y., Jim, C.Y. (2008). "Assess and valuation of the ecosystem services provided by urban forests". In Carreiro, M.M., Song, Y.C. and Wu, J. (Eds), *Ecology, Planning, and Management of Urban Forests: International Perspectives*, Springer, New York, NY, 53-83.
- Climate Central. (2016). Louisiana Precipitation 2016. Available at <https://www.climatecentral.org/analyses/louisiana-downpours-august-2016/>
- Coley, R.L., Kuo, F.E., Sullivan, W.C. (1997). "Where does community grow? the social context created by nature in urban public housing". *Environment and Behavior*, 29(4), 468-94.
- Committee on Extreme Weather Events and Climate Change Attribution; Board on Atmospheric Sciences and Climate; Division on Earth and Life Studies; National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2016). *Attribution of Extreme Weather Events in the Context of Climate Change*. The National Academies Press. Available at <http://www.nap.edu/21852>
- Copeland, K. A., Kendeigh, C. A., Saelens, B. E., Kalkwarf, H. J., Sherman, S. N. (2012). Physical activity in child-care centers: Do teachers hold the key to the playground? *Health Education Research*, 27(1), 81-100.
- Cornelis, J., Hermy, M. (2004). Biodiversity relationships in urban and suburban parks in Flanders. *Landscape and Urban Planning*, 69, 385-401
- Costanzo, A., Minasi, M., Casula G., Musacchio, M., Buongiorno, M.F. (2015). Combined use of terrestrial laser scanning and IR thermography applied to a historical building, *Sensors*, 15(1), 194-213.
- Cruden, D.M., Varnes, D.J. (1996). Landslide types and processes. In Turner, A.K., Schuster, R.L., Eds. *Landslides: Investigation and Mitigation*: Sp. Rep.

247, Transportation Research Board, National Research Council; National Academy Press: Washington, DC, USA, 36–75.

- Dahlgren, L.O., Szczepanski, A. (1998). *Outdoor Education – Literary education and sensory experience*. Linköping University
- Dallimer, M., Tinch, D., Hanley, N., Irvin, K.N., Rouquette, J.R., Warren, P.H., Maltby, L., Gaston, K.J., Armsworth, P.R. (2014). Quantifying Preferences for the Natural World Using Monetary and Nonmonetary Assessments of Value. *Conservation Biology*, 28, 404-413
- Danks – Gamson, S. (2014). The Green Schoolyard Movement. *Children and Nature Network, The New Nature Movement: Guest Columns*, February, 1-3.
- Danks, S.G. (2010). *Asphalt to Ecosystems: Design Ideas for Schoolyard Transformation*. Oakland: New Village Press.
- Das, D. (2008). Urban Quality of Life: A Case Study of Guwahati. *Soc Indic Res*, 88, 297–310
- Davies, B. (1982). *Life in the classroom and the playground: The accounts of primary school children*. London: Routledge and Kegan Paul.
- Davis, G. (1957). “Schools and their gardens: St. Frideswide’s secondary modern girls’ school”. *Gardener’s Chronicle Gardening Illustrated*, 141(4), 89.
- Dymont, J.E. (2005). *Gaining Ground: The Power and Potential of School Ground Greening in the Toronto District School Board*. Toronto, Vancouver: Evergreen.
- Dymont, J. E. (2005). Green school grounds as sites for outdoor learning: Barriers and opportunities. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 14(1), 28-45.
- Dymont, J.E. (2004). *The Potential Impacts of Green School Grounds: Report of the Research*. Unpublished report.
- Eads, L.G., Epperly, R.A., Snell, J.R. (2000). Thermography. *ASHRAE J.* 42, 51–55.
- Eckstein, D., Kónzel, V., Schofer, L. (2017). *GLOBAL CLIMATE RISK INDEX 2018. Who Suffers Most From Extreme Weather Events? Weather-related Loss Events in 2016 and 1997 to 2016*. GERMANWATCH. www.germanwatch.org/en/cr

- Education Development Center. (2000). *Schoolyard learning: The impact of schoolgrounds*. Newton, MA: EDC.
- Ellis, B. (1991). Urban runoff quality in the UK: problems, prospects and procedures. *Applied Geography*, 11, 187-200
- ERG. (1999). *Solar Bioclimatic Architecture 2. Renewable Energy Series*. Ireland, Energy Research Group. School of Architecture University College of Dublin. Lior
- Fjortoft, I., Sageie J. (2000). The natural environment as a playground for children: Landscape description and analyses of a natural landscape. *Landscape and Urban Planning*, 48(1/2), 83-97.
- FLIR Systems Inc. (2013), *ResearchIR 3.4. sp3*. Available online: http://support.flir.com/DsDownload/Assets/T198206_en_40.pdf
- Folsom, A.R., Kushi, L.H., Hong, C.P. (2000). “Physical activity and incident diabetes mellitus in postmenopausal women”. *American Journal of Public Health*, 90(1), 134-8.
- Freeman, C. (1995). Planning and play: Creating greener environments. *Children's Environments*, 12(3), 381-388.
- Freer-Smith, P.H., Freer-Smith, P.H., Beckett, K.P. (2005). Deposition velocities to *Sorbus aria*, *Acer campestre*, *Populus deltoides* × *trichocarpa* ‘Beaupré’, *Pinus nigra* and × *Cupressocyparis leylandii* for coarse, fine and ultra-fine particles in the urban environment. *Environmental Pollution*, 133, 157-167
- Frodella, W., Gigli, G., Morelli, S., Lombardi, L., Casagli, N. (2017). Landslide Mapping and Characterization through Infrared Thermography (IRT): Suggestions for a Methodological Approach from Some Case Studies. *Remote Sens*, 9, 1281
- Fuller, R.A., & Gaston, K.J. (2009). *The scaling of green space coverage in European cities*. *Biology Letters*, The Royal Society
- Funk C., Sukla, S., Hoell, A., Livneh, B (2016). Assessing the Contributions of East African and West Pacific Warming to the 2014 Boreal Spring East African Drought. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 97 (12), 75-80
- Gardner, H. (1995). *Inteligências múltiplas*. Porto Alegre: Artes Médicas Sul.

- Gehl, Jan. (2002), *Public Space and Public Life City of Adelaide: 2002*. City of Adelaide, Adelaide.
- Goulart, S., Pitta, T. (1994). *Advanced topics in Bioclimatology to building design, regarding environmental comfort*. Florianopolis: PPGEC-UFSC PPGEC-UFSC).
- Gratia, E., Herde, A.D. (2003). "Design of low energy office buildings." *Energy and Buildings*, 35, 473-491.
- Grimmond, C. S. B. Oke, T. R. An evapotranspiration-interception model for urban areas *Water Resources Research*, 27, 1739-1755, (1991).
- Groves, M., Mason, C. (1993). The relationship between preference and environment in the school playground. *Children's Environments*, 10(1), 52-59.
- Hansen, G., Stone, D., Auffhammer, M., Huggel, C., Cramer, W. (2016). Linking local impacts to changes in climate: a guide to attribution. *Reg Environ Change*, 16
- Hartig, T., Evans, G.W., Jamner, L.D., Davis, D.S., Garling, T. (2003). "Tracking restoration in natural and urban field settings". *Journal of Environmental Psychology*, 23(2), 109-23.
- Hartup, W.W. (1996). The company they keep: friendships and their developmental significance. *Child Development*, 67, 1-13
- Havenith, G. (2001). An individual model of human thermoregulation for the simulation of heat stress response. *Journal of Applied Physiology*, 90, 1943-1954.
- Hernandez, P.A., Calvaris, S., Ramos, A., Perez, N.M., Marqueza A., Quevedo, R., Barrancosa, J., Padrona, E., Padilla, G.D., Lopez, D., Santana, A.R., Meliana, G.V., Dionis, S., Rodriguez, F., Calvo, D., Santana Á.R. (2013). Magma emission rates from shallow submarine eruptions using airborne thermal imaging, *Remote Sensing of Environment*, 154, 219–225.
- Higgins, C. (1994). Improving the school ground environment as an anti-bullying intervention, in P. Smith S. Sharp (Eds), *School Bullying*, London, Routledge.
- Higgins, P., Nicol, R. (2002). *Outdoor Education - Authentic Learning in the Context of Landscapes*, 2.

- Hill, K. (2002). “Design and planning as healing arts: the broader context of health and environment”, in Johnson, B.R. and Hill, K. (Eds), *Ecology and Design: Frameworks for Learning*, Island Press, Washington, DC, 203-14.
- Holland, P. (2003). *We don't play with guns here*. Philadelphia: Open University Press.
- Houghton, J. T., Meira Filho, L. G. , Callander, B. A., Harris, N., Kattenberg, A., Maskell, K. (1996). Climate change 1995, the science of climate change, contribution of working group 1 to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Published for the Intergovernmental Panel on Climate Change.
- International Actuarial Association. (2017). *Climate Change and Mortality*. www.actuaries.org
- IPCC. (1995). *Climate change 1995: the science of climate change*. Cambridge University Press.
- IPCC. (2013). Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change
- IPCC. (2014). Summary for policymakers. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change
- IUPS. (2003). Glossary of terms for thermal physiology. Third Edition revised by The Commission for Thermal Physiology of the International Union of Physiological Sciences. *Journal of Thermal Biology*, 28(1), 75-106.
- Jenkins, E. W., Swinnerton, B. J. (1998). *Junior School Science Education in England and Wales Since 1900: From Steps to Stages*. London: Woburn Press.
- Jevremovic, H. (1964). *Objet et Organisation des Jardins Scolaires Document, Seminaire de Nutrition*. Porto-Novo, Dahomey: FAO and UNICEF. In: Food and Agriculture Organization of the United Nations (1971). *Food and Nutrition Education in the Primary School: a Guide for its Introduction* (FAO Nutritional Studies No.25). Rome: FA

- Jim, C.Y., Chen, W.Y. (2006). “Perception and attitude of residents toward urban green spaces in Guangzhou (China)”. *Environmental Management*, 38(3), 338-49.
- Johnson, H., Kovats, S., McGregor, G., Stedman, J., Gibbs, M., Walton, H. (2005). The impact of the 2003 heat wave on daily mortality in England and Wales and the use of rapid weekly mortality estimates. *Euro Surveill.*, 10, 558
- Jones, H.G. (1999). Use of thermography for quantitative studies of spatial and temporal variation of stomatal conductance over leaf surfaces. *Plant Cell Environ*, 22, 1043–1055
- Kaplan R, Kaplan S. (1989) *The Experience of Nature: A Psychological Perspective*. New York: Cambridge University Press, 1989
- Kearney, A. (2006). “Residential development patterns and neighborhood satisfaction: impacts of density and nearby nature”. *Environment and Behavior*, 38(1), 112-39.
- Kellert, R., Wilson, E.O. (1993). *The Biophilia Hypothesis*, Island Press, Washington, DC.
- Korpela, K., Hartig, T. (1996). “Restorative qualities of favourite places”. *Journal of Environmental Psychology*, 16(3), 221-33.
- Kowalska, M., Zaczek-Peplinska, J. (2017). Application of Terrestrial Laser Scanner with an integrated thermal camera in non-destructive evaluation of concrete surface of hydrotechnical objects. *Studia Geotechnica et Mechanica*, 39(4).
- Kuo, F.E., Sullivan, W.C. (2001). “Aggression and violence in the inner city”. *Environment and Behavior*, 33(4), 543-71.
- Kweon, B.S., Sullivan, W.C., Wiley, A.R. (1998). “Green common spaces and the social integration of inner-city older adults”. *Environment and Behavior*, 30(6), 832-58.
- Lackney, J. A. (2008). Teacher Environmental competence in elementary school environments. *Children, Youth and Environments*, 18(2), 133-159.
- Lanzoni, D. (2015). *Infrared Thermography Electrical and Industrial applications*. SAIGE
- Levitus, S., Antonov, J.I., Boyer, T.P., Stephens, C. (2000). Warming of the world ocean. *Science*, 287

- Lillesand, T.M., Kiefer, R.W., Chipman, J.W. (2008). *Remote Sensing and Image Interpretation*, 6th ed.; John Wiley and Sons, Inc.: Hoboken, NJ, USA
- Lippera, M.C. (2017). *About the possibility to differentiate between different soils on the basis of infrared thermography*. Master Graduation Thesis. Politecnico di Milano
- Lockwood, C. (1999). “Going green: Houston spiffs up its freeways”. *Planning*, 65(5), 16-9.
- Lynch, K. (2007) Neighbourhood Parks In Saskatoon: Contributions To Perceptions Of Quality Of Life, Thesis, Department Of Geography, University Of Saskatchewan, Saskatoon, Saskatchewan, Canada
- Maccoby, E. E. (1998). *The two sexes: growing up apart, coming together*. London: Harvard University Press.
- Maciel, A., Ford, B., Lamberts, R. (2007). Main influences on the design philosophy and knowledge basis to bioclimatic integration into architectural design—The example of best practices. *Building and Environment*, 42(10), 3762-3773.
- Maiheu, V.B., Vankerkom, J., Janssen, S. (2013). Improving local air quality in cities: To tree or not to tree? *Environmental Pollution*, 183, 113-122.
- Maldague, X. (2001). *Theory and Practice of Infrared Technology for Non-Destructive Testing*, John-Wiley and Sons, Hoboken, NJ, USA
- Maldague, X.P.V., Streckert, H.H., Trimm, M.W. (2001). Introduction to infrared and thermal testing: Part 1. Nondestructive testing. In *Nondestructive Testing Handbook: Infrared and Thermal Testing*, 3rd ed., Maldague, X.P.V., Moore, P.O., Eds; ASNT Press: Columbus, OH, USA, 3, 718.
- Maller, C., Townsend, M., St Leger, L., Henderson-Wilson, C., Pryor, A., Prosser, L., Moore, M., (2009) Healthy Parks, Healthy People: The Health Benefits of Contact with Nature in a Park Context, George Wright Forum Volume 26 Number 2 (2009)
- Malone, K., Tranter P. J. (2003). School Grounds as Sites for Learning: Making the most of environmental opportunities, *Environmental Education Research*, 9:3, 283-303.

- Malone, K., Tranter, P. (2003a). Children's environmental learning and the use, design and management of schoolgrounds. *Children, Youth and Environments*, 13(2).
- Manson, J.E., Greenland, P., LaCroix, A.Z., Stefanick, M.L., Mouton, C.P., Oberman, A., Siscovick, D.S. (2002). "Walking compared with vigorous exercise for the prevention of cardiovascular events in women". *New England Journal of Medicine*, 347(10), 716-25.
- Vanali, M., Rizzo, P. (2011). *Algorithms for infrared image processing*. Master Graduation Thesis. Politecnico di Milano
- Martino, S., Mazzanti, P. (2014). Integrating geomechanical surveys and remote sensing for sea cliff slope stability analysis: The Mt. Pucci case study (Italy). *Nat. Hazards Earth Syst. Sci*, 14, 831.
- McKendrick, J. H. (2005). *School grounds in Scotland*. Research Report. Scottish Poverty Information Unit.
- Mero, E. (1908). *American playgrounds*. Boston: Dale Association.
- Mihajlović, L.S., Mihajlović, M., Trajković, S. (2017). Bioclimatic urban design – general, ecological and economic aspect. *Journal of Process Management – New Technologies, International*, 5(3)
- Miller, R.W. (2007). *Urban Forestry: Planning and Managing Urban Green Spaces*. 2nd ed., Waveland Press, Long Grove, IL.
- Moore, R. (1995). Children gardening: First steps towards a sustainable future. *Children's Environments*, 12(2), 222-232.
- Moore, R., H. (1997). *Natural Learning: creating environments to rediscover nature's way of teaching*. Berkeley, CA, MIG Communications.
- Nabhan, G., Trimble, S. (1994). *The Geography of Childhood: Why Children Need Wild Places*. Boston, Beacon Press.
- NOAA. (2019). National Centers for Environmental Information, State of the Climate: Global Climate Report for January 2019, published online February 2019, retrieved on February 23, 2019 from <https://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/201901/supplemental/page-1>.
- Nowak, D.J., Nowak, D.J., Greenfield, E.J., Hoehn, R.E., Lapoint, E. (2013). Carbon storage and sequestration by trees in urban and community areas of the United States. *Environmental Pollution*, 178, 229-236,

- Nowak, D. J. Crane, D. E. (2000). Carbon storage and sequestration by urban trees in the USA. *Environmental Pollution*, 116, 381-389.
- Olgyay, V. (1973). *Design With Climate: Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism*. Princeton, NJ: Princeton University Press, 190
- Opie, I., Opie, P. (1969). *Children's games in street and playground*. Oxford: Oxford University Press.
- Orsega-Smith, E., Mowen, A.J., Payne, L.L., Godbey, G. (2004). "The interaction of stress and park use on psycho-physiological health in older adults". *Journal of Leisure Research*, 36(2), 232-56.
- Owen, S. M., MacKenzie, A.R., Stewart, H., Donovan, R., Hewitt, C.N. (2003). BIOGENIC VOLATILE ORGANIC COMPOUND (VOC) EMISSION ESTIMATES FROM AN URBAN TREE CANOPY. *Ecological Applications*, 13, 927-938.
- Ozdemic, A., Yilmaz, O. (2008). Assessment of outdoor school environments and physical activity in ankara's primary schools. *Journal of Environmental Psychology*, 28, 287-300.
- Paddle, E., Gilliland, J. (2016). Orange Is the New Green: Exploring the Restorative Capacity of Seasonal Foliage in Schoolyard Trees. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 1-18.
- Parsons, K.C. (2003). *Human thermal environments: the effects of hot, moderate, and cold environments on human health, comfort and performance*. Taylor and Francis, London, New York, 527
- Pascucci, S., Bassani, C., Palombo, A., Poscolieri, M., Cavalli, R. (2008). Road asphalt pavements analyzed by airborne thermal remote sensing: Preliminary results of the venice highway, *Sensors*, 8(2), 1278-1296
- Pauleit, S., & Duhme, F. (2000). Assessing the environmental performance of land cover types for urban planning. *Landscape and Urban Planning*, 52, 1-20
- Pellegrini, A. (2005). *Recess: Its role in education and development*. Mahwah, NJ: LEA.
- Pellegrini, A., Blatchford, P., Kato, K., Baines, E. (2004). A short term longitudinal study of children's playground games in Primary school: implications for adjustment to school and social adjustment in the USA and UK. *Social Development*, 13, 105-123.

- Piaget, J. (1962). *Play, dreams and imitation in childhood*. New York: Norton.
- Pope, C.A., Bates, D.V., Raizenne, M.E. (1995). Health effects of particulate air pollution: time for reassessment? *Environmental Health Perspectives*, 103, 472-480
- Pope, I., Richard, C., Burnett, T., Thun, M.J., Calle, E.E., Krewski, D., Ito, K., Thurston, G.D. (2002). Lung Cancer, Cardiopulmonary Mortality, and Long-term Exposure to Fine Particulate Air Pollution. *JAMA*, 287, 1132-1141
- Project for Public Spaces (2000) *How to Turn a Place Around: A Handbook of Creating Successful Public Spaces*, New York: Project For Public Space
- Quintas, A., V., Curado, M. J. (2009), *The Contribution of Urban Green Areas to The Quality of Life*, www.cityfutures2009.com
- Rafferty, S. (1999). Giving children a voice-What next? *Topic*, 22, 1-6.
- Räsänen, J. V. Holopainen T., Joutsensaari, J., Ndam D., Pasanen, P., Rinnan, Å., Kivimäenpää M. (2013) Effects of species-specific leaf characteristics and reduced water availability on fine particle capture efficiency of trees *Environmental Pollution*, 183, 64-70
- Rees, W.G. (2001). *Physical Principles of Remote Sensing*, 2nd ed.; Cambridge University Press: Cambridge, UK
- Rentsch, I. (2013). *Education for Sustainable Development and Development of Berlin's Schoolyards – A Study of Possibilities and Limits. Master in Outdoor Environmental Education and Outdoor Life*. Department of Culture and Communication National Centre for Outdoor Education. Avdelning Institution
- Rickinson, M., Dillon, J., Teamey, K., Morris, M., Choi, M. Y., Sanders, D., Benefield, P. (2004). *A Review of Research on Outdoor Learning*. Preston Montford, Shropshire: Field Studies Council.
- Rickinson, M., Sanders, D., Chillman, B., Doyle, P., Jameson, N. (2003). *Grounds for Improvement Secondary Action Research Programme: Interim Research Summary*
- Rivkin, M. (1995). *The Great Outdoors: Restoring Children's Right to Play Outside*. Washington, NAEYC.
- Rogalski, A. (2011). Recent progress in infrared detector technologies. *Infrared Phys. Technol*, 54, 136–154

- Romero, M. (1998). *O weight of architectural choices on the energy consume of office buildings*. NUTAU, Brazil
- Rouquette, J. R., Dallimer, M., Armsworth, P.R., Gaston, K.J., Maltby, L., Philip, H. (2013). Warren Species turnover and geographic distance in an urban river network. *Diversity and Distributions*, 19, 1429-1439
- Rowe, P. G. (1987). *Design Thinking*. England, The MIT Press.
- Rubin, K., Fein, G., Vandenberg, B. (1983). Play. In E.M. Hetherington (Vol. Ed.) P.H. Mussen (Series Ed.). *Handbook of child psychology, Vol. IV: Socialization, personality and social development* (pp. 103-196), New York: Wiley.
- Sabini, J. (1992). *Social psychology*, Norton: New York.
- Samborski, S. (2010). Biodiverse or barren school grounds: Their effects on children. *Children, Youth and Environments*, 20(2), 67-115.
- Sandell, K., Öhman, J., Östman, L. (2005). *Education for sustainable development. Nature, School and Democracy*. Lund: Studentlitteratur.
- Schumacher, H. (2010). *Gestaltungsfibel "Nachhaltiger Schulhof" Sustainability at school* (Handbook „Sustainable schoolyard“ Sustainability at school). Bad Berka: Thillm
- Schumacher, H. (2010). *Gestaltungsfibel "Nachhaltiger Schulhof" Sustainability at school* (Handbook, Sustainable schoolyard. Sustainability at school). Bad Berka: Thillm.
- Silva, P., Santos, R., Wel, G. Mota, J. (2011). Seasonal differences in physical activity and sedentary patterns: The relevance of the PA context. *Journal of Sports Science and Medicine*, 10, 66-72.
- Slee, P. (1995). Bullying in the playground: The impact of inter-personal violence on Australian children's perceptions of their play environment. *Children's Environments*, 12(3), 320-327.
- Smardon, R.C. (1988). "Perception and aesthetics of the urban environment: review of the role of vegetation". *Landscape and Urban Planning*, 15(1-2), 85-106.
- Spencer, M. B. (1999). Social and cultural influences on school adjustment: The application of an identity-focused cultural ecological perspective. *Educational Psychologist*, 34, 43-57

- Squarzoni, C., Galgaro, A., Teza, G., Acosta, C.A.T., Pernito, M.A., & Bucceri, N. (2008). Terrestrial laser scanner and infrared thermography in rock fall prone slope analysis. *Geophys. Res. Abstr.* 10
- Strohbach, M. W. et al. Michael W. Strohbach, Eric Arnold, Dagmar Haased. The carbon footprint of urban green space—A life cycle approach *Landscape and Urban Planning*, 104, 220-229, (2012).
- Stylianidis, E., Remondino, F. (2016). *3D Recording, Documentation and Management of Cultural Heritage*. Whittles Publishing
- Tanaka, A., Takano, T., Nakamura, K., Takeuchi, S. (1996). “Health levels influenced by urban residential conditions in a megacity – Tokyo”. *Urban Studies*, 33(6), 879-94.
- Taylor, A.F., Kuo, F.E., Sullivan, W.C. (2001). “Coping with ADD the surprising connection to green play settings”. *Environment and Behavior*, 33(1), 54-77.
- Taylor, A.F., Kuo, F.E., Sullivan, W.C. (2002). “Views of nature and self-discipline: evidence from inner city children”. *Journal of Environmental Psychology*, 22(1-2), 49-63.
- Teo, P. (1997). “Space to grown old in: the availability of public spaces for elderly persons in Singapore”. *Urban Studies*, 34(3), 419-39.
- Thompson, D., Hudson, S. D., Olsen, H. M. (2007). S.A.F.E. play areas: Creation, maintenance, and renovation. Champaign, IL: Human Kinetics
- Thorne, B. (1993). *Gender play: girls and boys in school*. Buckingham: Open University Press
- Titman, W. (1994). *Special Places; Special People: The Hidden Curriculum of School Grounds*. Surrey: World Wide Fund For Nature.
- Titman, W. (1994). *Special Places; Special People: The Hidden Curriculum of School Grounds*. Surrey: World Wide Fund For Nature.
- Titman, W. (1999). *Grounds for Concern, Learning through Landscapes*. Unpublished report, Winchester, LTL.
- Tyrvaainen, L., Silvennoinen, H., Kolehmainen, O. (2003). “Ecological and aesthetic values in urban forest management”. *Urban Forestry and Urban Greening*, 1(3), 135-49.

- Ulrich R.S. (1979) Visual landscapes and Psychological Wellbeing, *Landscape Res.*, 4: 17-23.
- Ulrich, R.S. (1984). “View from a window may influence recovery from surgery”. *Science*, 224(4647), 420-1.
- UNESCO. (2005). *Education for sustainable development 2005- 2014. The DESD at a glance*. Available from: <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001416/141629e.pdf>
- UNESCO. (2007). *The UN Decade of Education for sustainable development (DESD 2005-2014) The First Two Years*. Available from: <http://unesdoc.unesco.org/images/0015/001540/154093e.pdf>
- UNESCO. (2012). *Education for sustainable development. Sourcebook*. Available from: <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002163/216383e.pdf>
- United Nations Office for Disaster Risk Recovery (UNISDR). (2016). “*The Human Cost of Weather Related Disasters: 1995-2005*”. Centre for Research on the Epidemiology of Disasters.
- Vellinga, P., van Verseveld, W.J. (2000). *Climate Change and Extreme Weather Events*. WWF, Gland, Switzerland.
- Vries, S.D., Verheij, R.A., Groenewegen, P.P., Spreeuwenberg, P. (2003). “Natural environments – healthy environments? An exploratory analysis of the relationship between green space and health”. *Environment and Planning A*, 35(10), 1717-31.
- Wells, N. M. (2000). At home with nature: Effects of ‘greenness’ on children's cognitive functioning. *Environment and Behavior*, 32(6), 775-795.
- Wheeler, S.M., Beatley, T. (2002). *The Sustainable Urban Development Reader*. Routledge, New York, NY
- Wigley, T. M. L. (1999). *The science of climate change, global and U.S. perspectives*. National Center for Atmospheric Research, Pew Center on Global Climate Change
- Wohlwill, J., Heft, H. (1987). The physical environment and development of the child. In Stokols, D. and I. Altman, eds. *Handbook of environmental psychology, Vol. 1*. New York: Wiley.
- World Bank. (2016). “*High and Dry: Climate Change, Water and the Economy*”. Publishing and Knowledge Division. World Bank.

- World Health Organisation. Burden of disease from Ambient Air Pollution for 2012.
https://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/databases/AAP_BoD_results_March2014.pdf?ua=1
- Wu, J.H., Lin, H.M., Lee, D.H., Fang, S.C. (2005). Integrity assessment of rock mass behind the shotcreted slope using thermography. *Eng. Geol.*, 80, 164–173
- Xiaolu Zhou, X., Rana, M.P. (2012). Social benefits of urban green space. A conceptual framework of valuation and accessibility measurements. *Management of Environmental Quality. An International Journal*, 23(2), 173-189.
- Yu, C. Hien, W. N. Thermal benefits of city parks. *Energy and Buildings*, 38, 105-120, (2006)
- Zhang et al. (2016). Influence of Tropical Cyclones on the Western north Pacific. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 97 (12), S131-S135

Ελληνική

- Καΐλα, Μ., Θεοδοροπούλου, Ε., Αναστασίου, Δ., Ξανθάκου, Γ., Αναστασάτος, Ν. (2005). *Περιβαλλοντική εκπαίδευση, Ερευνητικά Δεδομένα και Εκπαιδευτικός Σχεδιασμός*. Ατραπός. Αθήνα
- Μπελαβίλας, Ν., Βαταβάλη, Φ. (2009). *Πράσινο και ελεύθεροι χώροι στην πόλη*. WWF Ελλάς, Αθήνα
- ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΣΧΟΛΙΚΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ. (2008). *Οδηγός Μελετών για Διδακτήρια όλων των βαθμίδων εκπαίδευσης*. ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΕΡΓΩΝ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΜΕΛΕΤΩΝ ΣΥΜΒΑΤΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ. Αθήνα
- Παπαϊωάννου, Ι., Σακοβέλη, Π. Λάζαρης, Α. (2015). «Η αρχιτεκτονική πάει σχολείο». *Πρακτικά 7ου Πανελληνίου Συνεδρίου ΠΕΕΚΠΕ*. Βόλος, 8-10 Μαΐου 2015.
- Ταμουτσέλη, Κ. (2003). *Προγράμματα Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης, Σύντομος Οδηγός για την Υλοποίηση Προγραμμάτων Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης*. Γραφείο Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης Διεύθυνσης ΔΕ Δυτικής Θεσσαλονίκης, σελ.: 1-191.
- ΥΠΕΧΩΔΕ.
<http://www.minenv.gr/4/44/4401/440102/44010201/g4401020102.html>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Παράρτημα Πινάκων

Πίνακας 13: Ώρες διαλειμάτων και χρόνοι παρατήρησης των θέσεων των μαθητών στον αύλειο σχολικό χώρο του σχολείου 1- Νηπιαγωγείο.

ΣΧΟΛΕΙΟ 1 - ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ		
Παρατήρηση	Ημ/νια παρατήρησης	Ώρα παρατήρησης
1η	9 ΙΟΥΝΙΟΥ	12:05 - 12:15
		12:15 - 12:25
2η	12 ΙΟΥΝΙΟΥ	12:05 - 12:15
		12:15 - 12:25
3η	13 ΙΟΥΝΙΟΥ	12:05 - 12:15
		12:15 - 12:25
4η	14 ΙΟΥΝΙΟΥ	12:05 - 12:15
		12:15 - 12:25

Πίνακας 14: Ώρες διαλειμάτων και χρόνοι παρατήρησης των θέσεων των μαθητών στον αύλειο σχολικό χώρο του σχολείου 1- Δημοτικό/Γυμνάσιο/Λύκειο.

ΣΧΟΛΕΙΟ 1 - ΔΗΜΟΤΙΚΟ/ΓΥΜΝΑΣΙΟ/ΛΥΚΕΙΟ		
Παρατήρηση	Ημ/νια παρατήρησης	Ώρα παρατήρησης
1η	9 ΙΟΥΝΙΟΥ	11:15 - 11:30
		11:30 - 11:45
2η	12 ΙΟΥΝΙΟΥ	11:15 - 11:30
		11:30 - 11:45
3η	13 ΙΟΥΝΙΟΥ	11:15 - 11:30
		11:30 - 11:45
4η	14 ΙΟΥΝΙΟΥ	13:15 - 13:30
		13:30 - 13:45

Πίνακας 15: Ώρες διαλειμάτων και χρόνοι παρατήρησης των θέσεων των μαθητών στον αύλειο σχολικό χώρο του σχολείου 2- Νηπιαγωγείο.

ΣΧΟΛΕΙΟ 2 - ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ		
Παρατήρηση	Ημ/νια παρατήρησης	Ώρα παρατήρησης
1η	16 ΑΠΡΙΛΙΟΥ	12:05 - 12:15
		12:15 - 12:25
2η	17 ΑΠΡΙΛΙΟΥ	12:05 - 12:15
		12:15 - 12:25
3η	18 ΑΠΡΙΛΙΟΥ	12:05 - 12:15
		12:15 - 12:25
4η	19 ΑΠΡΙΛΙΟΥ	12:05 - 12:15
		12:15 - 12:25
5η	20 ΑΠΡΙΛΙΟΥ	12:05 - 12:15
		12:15 - 12:25

Πίνακας 16: Ώρες διαλειμάτων και χρόνοι παρατήρησης των θέσεων των μαθητών στον αύλειο σχολικό χώρο του σχολείου 2-Δημοτικό 1.

ΣΧΟΛΕΙΟ 2 - ΔΗΜΟΤΙΚΟ 1		
Παρατήρηση	Ημ/νια παρατήρησης	Ώρα παρατήρησης
1η	16 ΑΠΡΙΛΙΟΥ	13:15 - 13:30
		13:30 - 13:45
2η	17 ΑΠΡΙΛΙΟΥ	13:15 - 13:30
		13:30 - 13:45
3η	18 ΑΠΡΙΛΙΟΥ	13:15 - 13:30
		13:30 - 13:45
4η	19 ΑΠΡΙΛΙΟΥ	13:15 - 13:30
		13:30 - 13:45
5η	20 ΑΠΡΙΛΙΟΥ	13:15 - 13:30
		13:30 - 13:45

Πίνακας 17: Ώρες διαλειμμάτων και χρόνοι παρατήρησης των θέσεων των μαθητών στον αύλειο σχολικό χώρο του σχολείου 2-Δημοτικό 2.

ΣΧΟΛΕΙΟ 2 - ΔΗΜΟΤΙΚΟ 2		
Παρατήρηση	Ημ/νια παρατήρησης	Ώρα παρατήρησης
1η	8 ΜΑΙΟΥ	11:15 - 11:30
		11:30 - 11:45
2η	9 ΜΑΙΟΥ	11:15 - 11:30
		11:30 - 11:45
3η	10 ΜΑΙΟΥ	11:15 - 11:30
		11:30 - 11:45
4η	11 ΜΑΙΟΥ	11:15 - 11:30
		11:30 - 11:45

Πίνακας 18: Ώρες διαλειμμάτων και χρόνοι παρατήρησης των θέσεων των μαθητών στον αύλειο σχολικό χώρο του σχολείου 2-Γυμνάσιο 1.

ΣΧΟΛΕΙΟ 2 - ΓΥΜΝΑΣΙΟ 1		
Παρατήρηση	Ημ/νια παρατήρησης	Ώρα παρατήρησης
1η	23 ΑΠΡΙΛΙΟΥ	11 :25- 11:45
2η	24 ΑΠΡΙΛΙΟΥ	11 :25- 11:45
3η	25 ΑΠΡΙΛΙΟΥ	13:15 - 13:40
4η	26 ΑΠΡΙΛΙΟΥ	13:15 - 13:40
5η	27 ΑΠΡΙΛΙΟΥ	13:15 - 13:40

Πίνακας 19: Ώρες διαλειμάτων και χρόνοι παρατήρησης των θέσεων των μαθητών στον αύλειο σχολικό χώρο του σχολείου 2-Γυμνάσιο 2.

ΣΧΟΛΕΙΟ 2 - ΓΥΜΝΑΣΙΟ 2		
Παρατήρηση	Ημ/νια παρατήρησης	Ώρα παρατήρησης
1η	23 ΑΠΡΙΛΙΟΥ	13:15 - 13:40
2η	24 ΑΠΡΙΛΙΟΥ	13:15 - 13:40
3η	25 ΑΠΡΙΛΙΟΥ	11 :25- 11:45
4η	26 ΑΠΡΙΛΙΟΥ	11 :25- 11:45
5η	27 ΑΠΡΙΛΙΟΥ	11 :25- 11:45

Πίνακας 20: Ώρες διαλειμάτων και χρόνοι παρατήρησης των θέσεων των μαθητών στον αύλειο σχολικό χώρο του σχολείου 2-Λύκειο 1.

ΣΧΟΛΕΙΟ 2 - ΛΥΚΕΙΟ 1		
Παρατήρηση	Ημ/νια παρατήρησης	Ώρα παρατήρησης
1η	30 ΑΠΡΙΛΙΟΥ	11 :25- 11:45
2η	2 ΜΑΙΟΥ	11 :25- 11:45
3η	3 ΜΑΙΟΥ	13:15 - 13:40
4η	4 ΜΑΙΟΥ	13:15 - 13:40
5η	7 ΜΑΙΟΥ	13:15 - 13:40

Πίνακας 21: Ώρες διαλειμάτων και χρόνοι παρατήρησης των θέσεων των μαθητών στον αύλειο σχολικό χώρο του σχολείου 2-Λύκειο 2.

ΣΧΟΛΕΙΟ 2 - ΛΥΚΕΙΟ 2		
Παρατήρηση	Ημ/νια παρατήρησης	Ώρα παρατήρησης
1η	30 ΑΠΡΙΛΙΟΥ	13:15 - 13:40
2η	2 ΜΑΙΟΥ	13:15 - 13:40
3η	3 ΜΑΙΟΥ	11 :25- 11:45
4η	4 ΜΑΙΟΥ	11 :25- 11:45
5η	7 ΜΑΙΟΥ	11 :25- 11:45

Πίνακας 22: Ώρες διαλειμάτων και χρόνοι παρατήρησης των θέσεων των μαθητών στον αύλειο σχολικό χώρο του σχολείου 3-Νηπιαγωγείο.

ΣΧΟΛΕΙΟ 3 - ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ		
Παρατήρηση	Ημ/νια παρατήρησης	Ώρα παρατήρησης
1η	31 ΜΑΙΟΥ	12:00 - 12:15
		12:15 - 12:30
2η	2 ΙΟΥΝΙΟΥ	12:00 - 12:15
		12:15 - 12:30
3η	5 ΙΟΥΝΙΟΥ	12:00 - 12:15
		12:15 - 12:30
4η	6 ΙΟΥΝΙΟΥ	14:00 - 14:15
		14:15 - 14:30
5η	7 ΙΟΥΝΙΟΥ	12:00 - 12:15
		12:15 - 12:30

Πίνακας 23: Ώρες διαλειμάτων και χρόνοι παρατήρησης των θέσεων των μαθητών στον αύλειο σχολικό χώρο του σχολείου 3-Δημοτικό.

ΣΧΟΛΕΙΟ 3 - ΔΗΜΟΤΙΚΟ		
Παρατήρηση	Ημ/νια παρατήρησης	Ώρα παρατήρησης
1η	30 ΜΑΙΟΥ	13:15 - 13:20
		13:20 - 13:30
2η	5 ΙΟΥΝΙΟΥ	11:25 - 11:30
		11:30 - 11:40
3η	6 ΙΟΥΝΙΟΥ	13:15 - 13:20
		13:20 - 13:30
4η	7 ΙΟΥΝΙΟΥ	11:25 - 11:30
		11:30 - 11:40
5η	8 ΙΟΥΝΙΟΥ	11:25 - 11:30
		11:30 - 11:40

Πίνακας 24: Ώρες διαλειμάτων και χρόνοι παρατήρησης των θέσεων των μαθητών στον αύλειο σχολικό χώρο του σχολείου 3-Γυμνάσιο/ Λύκειο.

ΣΧΟΛΕΙΟ 3 - ΓΥΜΝΑΣΙΟ/ ΛΥΚΕΙΟ		
Παρατήρηση	Ημ/νια παρατήρησης	Ώρα παρατήρησης
1η	30 ΜΑΙΟΥ 2017	11:25 - 11:35
		11:35 - 11:45
2η	31 ΜΑΙΟΥ 2017	13:15 - 13:30
		13:30 - 13:45
3η	6 ΙΟΥΝΙΟΥ 2017	11:25 - 11:35
		11:35 - 11:45
4η	7 ΙΟΥΝΙΟΥ 2017	13:15 - 13:30
		13:30 - 13:45
5η	8 ΙΟΥΝΙΟΥ 2017	13:15 - 13:30
		13:30 - 13:45

Παράρτημα Φωτογραφιών



Φωτογραφία 1: Υλικά δαπεδόστρωσης (Ταρτάν – Κυβόλιθος – Πέτρα) στο Σχολείο 2 – Λύκειο 1 (προσωπικό αρχείο)



Φωτογραφία 2: Χώρος γηπέδου μπάσκετ - Σχολείο 2 – Λύκειο 1 (προσωπικό αρχείο)



Φωτογραφία 3: Χώρος κερκίδων, ράμπας και γηπέδων -Σχολείο 2 – Γυμνάσιο 1 &2, (προσωπικό αρχείο)



Φωτογραφία 4: Χώρος κερκίδων και γηπέδων -Σχολείο 2 – Γυμνάσιο 1, (προσωπικό αρχείο)



Φωτογραφία 5: Παρτέρι και αύλειος χώρος - Σχολείο 2 – Δημοτικό 2 (προσωπικό αρχείο)



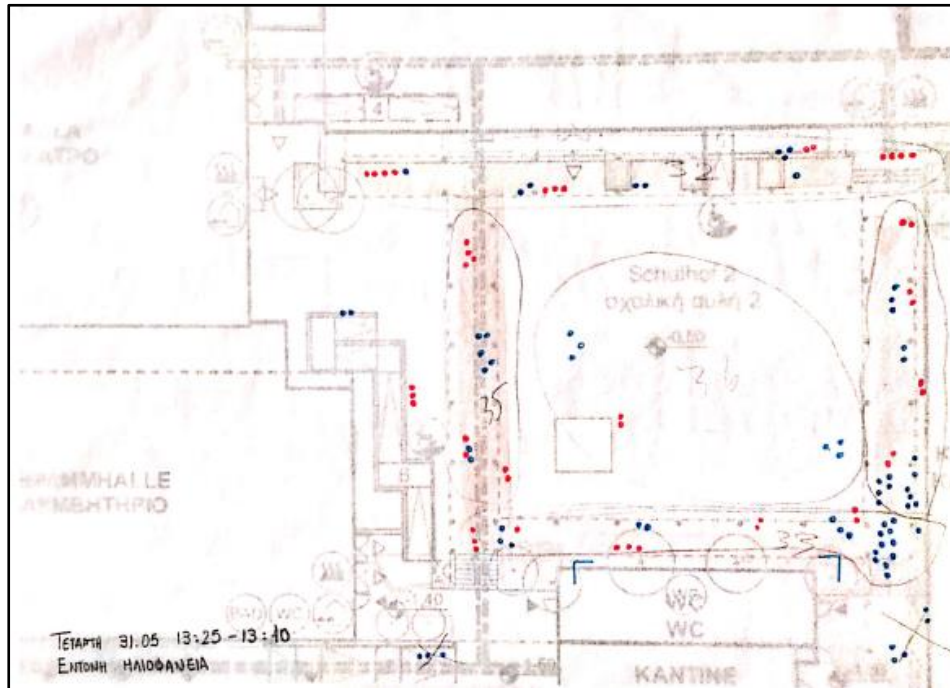
Φωτογραφία 6: Χώρος κερκίδων Σχολείο 2 – Λύκειο 1 (προσωπικό αρχείο)



Φωτογραφία 7 : Αύλειος χώρος - Σχολείο 2 – Νηπιαγωγείο (προσωπικό αρχείο)



Φωτογραφία 8: Αύλειος χώρος - Σχολείο 2 – Δημοτικό 1 (προσωπικό αρχείο)



Φωτογραφία 9 : Κάτοψη καταγραφής της χωρικής κατανομής των μαθητών – Σχολείο 3, Γυμνάσιο/Λύκειο, space 3 (προσωπικό αρχείο)



Φωτογραφία 10: Κάτοψη καταγραφής της χωρικής κατανομής των μαθητών – Σχολείο 3, Νηπιαγωγείο (προσωπικό αρχείο).