

ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΚΑΙ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΥ ΑΕΡΑ ΤΩΝ ΣΧΟΛΙΚΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ ΣΤΗ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ

Κώστας Νικολάου, Δρ. Χημικός Περιβαλλοντολόγος Οργανισμού Ρυθμιστικού Σχεδίου και Προστασίας Περιβάλλοντος Θεσσαλονίκης, Αναπληρωτής Καθηγητής (ΠΔ407/80) Πολυτεχνικής Σχολής Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης και Διδάσκων Ελληνικού Ανοικτού Πανεπιστημίου, Αναξιμάνδρου 24, 54250 Θεσσαλονίκη, Email: kinikola@hol.gr

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: ποιότητα αέρα, ρύπανση εσωτερικών χώρων, περιβάλλον χώρος σχολείου

ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ: Επιστημονική έρευνα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η εργασία περιλαμβάνει συνεκτίμηση των αποτελεσμάτων από 4 ανεξάρτητες έρευνες που πραγματοποιήθηκαν στα δημοτικά σχολεία, νηπιαγωγεία και παιδικούς σταθμούς του Δήμου Θεσσαλονίκης. Παρουσιάζονται μετρήσεις των συγκεντρώσεων ατμοσφαιρικών ρύπων στον εξωτερικό και εσωτερικό αέρα δημοτικών σχολείων και εξετάζονται οι συνθήκες διασποράς των ατμοσφαιρικών ρύπων στις περιοχές όπου βρίσκονται τα δημοτικά σχολεία, τα νηπιαγωγεία και οι παιδικοί σταθμοί. Τα τοπογραφικά χαρακτηριστικά που καταγράφηκαν ήταν ο αριθμός των ανοιγμάτων (έκταση των αδόμητων χώρων γύρω από κάθε σχολείο), το πλάτος του δρόμου, η θέση του σχολείου, ο τύπος κτίσματος και συσχετίζονται με τα δεδομένα για τις εκπομπές ατμοσφαιρικών ρύπων και θορύβου στους δρόμους που διέρχονται από τα σχολεία. Οι ρύποι που εξετάζονται είναι: μονοξείδιο του άνθρακα (CO), οξειδία του αζώτου (NO_x), αιωρούμενα σωματίδια (TPM), διοξείδιο του θείου (SO₂), πτητικές οργανικές ενώσεις (VOC), καθώς και τα επίπεδα θορύβου, ο κυκλοφοριακός φόρτος αιχμής και η ταχύτητα των οχημάτων.

ΣΚΟΠΟΣ

Προσδιορισμός της ποιότητας του αέρα στον εσωτερικό και στον εξωτερικό χώρο των σχολικών μονάδων καθώς και των συνθηκών διασποράς των ρύπων στην περιοχή των δημοτικών σχολείων, των νηπιαγωγείων και των παιδικών σταθμών του Δήμου Θεσσαλονίκης, με απώτερο σκοπό την ανάδειξη της σημασίας τους για την ανάπτυξη σχετικών προγραμμάτων περιβαλλοντικής εκπαίδευσης.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Μεθοδολογικά η εργασία περιλαμβάνει συνεκτίμηση των αποτελεσμάτων από 4 ανεξάρτητες έρευνες που πραγματοποιήθηκαν στα δημοτικά σχολεία, νηπιαγωγεία και παιδικούς σταθμούς του Δήμου Θεσσαλονίκης.

Η πρώτη έρευνα αφορά στο Ευρωπαϊκό Πρόγραμμα AIRMEX (European Indoor Air Monitoring and Exposure Assessment Project), που αναφέρεται στην παρακολούθηση της αέριας ρύπανσης εσωτερικών χώρων και την εκτίμηση της έκθεσης σε αυτήν. Το πρόγραμμα υλοποιείται από το Ινστιτούτο για την Προστασία της Υγείας και του Καταναλωτή / Μονάδα Φυσικοχημικής Έκθεσης, που ανήκει στο Ευρωπαϊκό Κέντρο Ερευνών JRC. Το πρόγραμμα υλοποιείται σε διάφορες Ευρωπαϊκές πόλεις μεταξύ των οποίων και η Θεσσαλονίκη. Η υλοποίηση του προγράμματος στη Θεσσαλονίκη έγινε σε συνεργασία με τον Οργανισμό Ρυθμιστικού Σχεδίου και Προστασίας Περιβάλλοντος Θεσσαλονίκης. Το πρόγραμμα περιλαμβάνει μετρήσεις των συγκεντρώσεων ατμοσφαιρικών ρύπων (πτητικών οργανικών ενώσεων και καρβονυλικών ενώσεων) διάρκειας 7 ημερών στον εξωτερικό και εσωτερικό αέρα 3 δημόσιων κτιρίων και 3 σχολείων σε συνδυασμό με άτομα εθελοντές (εργαζόμενους στα κτίρια αυτά), που έφεραν μαζί τους μικρούς δειγματολήπτες καθ' όλο το 24ωρο για 3 μέρες [1,2].

Τα κτίρια είναι:

- του Οργανισμού Ρυθμιστικού Σχεδίου και Προστασίας Περιβάλλοντος Θεσσαλονίκης (ΟΡΘ) επί της οδού Βασ. Όλγας με μεγάλη κυκλοφορία οχημάτων

- το κτίριο της Περιφέρειας Κεντρικής Μακεδονίας (ΠΚΜ) επί της οδού Τάκη Οικονομίδη στην Καλαμαριά - ανατολική Θεσσαλονίκη με μικρή κυκλοφορία οχημάτων
- το κτίριο της Εταιρίας Ύδρευσης Αποχέτευσης Θεσσαλονίκης (ΕΥΑΘ) πρώην κτίριο ΟΑΘ επί της οδού Τσιμισκή στο κέντρο της Θεσσαλονίκης με μεγάλη κυκλοφορία οχημάτων
- το κτίριο του 15^{ου} δημοτικού σχολείου Θεσσαλονίκης επί της οδού Παπαναστασίου στη συνοικία Χαριλάου - ανατολική Θεσσαλονίκη με σημαντική κυκλοφορία οχημάτων
- το κτίριο του 7ου δημοτικού σχολείου Θεσσαλονίκης επί της οδού Δελφών στην ανατολική Θεσσαλονίκη με σημαντική κυκλοφορία οχημάτων
- το κτίριο του 2^{ου} δημοτικού σχολείου Πεύκων, που βρίσκεται εκτός του πολεοδομικού συγκροτήματος Θεσσαλονίκης με ελάχιστη κυκλοφορία οχημάτων

Στα πλαίσια του προγράμματος προσδιορίστηκαν οι συγκεντρώσεις:

α) των πτητικών οργανικών ενώσεων: βενζόλιο, τολουόλιο, εθυλ-βενζόλιο, m/p-ξυλένιο, ο-ξυλένιο, D-λεμονένιο, 1,2,4-τριμεθυλ-βενζόλιο και

β) των καρβονυλικών ενώσεων: φορμαλδεΰδη, ακεταλδεΰδη, προπανάλη, εξανάλη.

Η δεύτερη έρευνα αφορά στη διερεύνηση των συνθηκών διασποράς των ατμοσφαιρικών ρύπων στις περιοχές όπου βρίσκονται τα δημοτικά σχολεία του Δήμου Θεσσαλονίκης. Είναι γνωστό ότι οι μετεωρολογικές συνθήκες σε συνδυασμό με την τοπογραφία της περιοχής καθορίζουν τη συσσώρευση ρύπων στην ατμόσφαιρα και τα επίπεδα της ποιότητας του αέρα. Η μεθοδολογία προσέγγισης βασίστηκε σε επιτόπια έρευνα σε όλα τα δημοτικά σχολεία (96) του δήμου Θεσσαλονίκης και καταγραφή των τοπογραφικών χαρακτηριστικών του περιβάλλοντα χώρου. Τα τοπογραφικά χαρακτηριστικά που καταγράφηκαν ήταν ο αριθμός των ανοιγμάτων (έκταση των αδόμητων χώρων γύρω από κάθε σχολείο), το πλάτος του δρόμου, η θέση του δημοτικού σχολείου και ο τύπος κτίσματος. Στη συνέχεια, αξιοποιήθηκαν τα δεδομένα για τις εκπομπές ατμοσφαιρικών ρύπων και θορύβου στους δρόμους που διέρχονται από τα σχολεία, και τα οποία προέκυψαν από τη Γενική Κυκλοφοριακή Μελέτη του ΟΡΘ. Οι ρύποι που εξετάζονται είναι: μονοξείδιο του άνθρακα (CO), οξειδία του αζώτου (NOx), αιωρούμενα σωματίδια (TPM), διοξείδιο του θείου (SO₂), πτητικές οργανικές ενώσεις (VOC), καθώς και τα επίπεδα θορύβου, ο κυκλοφοριακός φόρτος αιχμής και η ταχύτητα των οχημάτων [3].

Η τρίτη [4] και τέταρτη [5] έρευνα έχουν τα ίδια μεθοδολογικά χαρακτηριστικά με τη δεύτερη και αφορούν αντίστοιχα σε όλα τα νηπιαγωγεία (58) και όλους τους παιδικούς σταθμούς (43) του Δήμου Θεσσαλονίκης.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις βενζολίου (15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) παρατηρήθηκαν στην οδό Τσιμισκή σε τιμές σημαντικά πάνω από τα όρια και ακολουθούν η οδός Βασ. Όλγας με 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, η οδός Δελφών (όπου βρίσκεται το 7ο δημοτικό σχολείο Θεσσαλονίκης) με 7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, αμέσως μετά η οδός Παπαναστασίου (όπου βρίσκεται το 15ο δημοτικό σχολείο Θεσσαλονίκης) με 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, η οδός Τ. Οικονομίδη με 4,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ και τελευταία η περιοχή Πεύκων (όπου βρίσκεται το 2ο δημοτικό σχολείο Πεύκων Θεσσαλονίκης) με 1,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Ακριβώς την ίδια κατάταξη έχει και η ποιότητα του αέρα των εσωτερικών χώρων των κτιρίων αυτών, ως προς τις συγκεντρώσεις του βενζολίου. Υψηλότερες τιμές παρουσιάζονται στα γραφεία του κτιρίου της Τσιμισκή: 63,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 51,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ στο κτίριο της Β. Όλγας, 8 - 8,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ στο κτίριο της Τ.Οικονομίδη, 7,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ στα σχολεία 15^ο και 7^ο και 2,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ στο σχολείο Πεύκων.

Τα παραπάνω αποτελέσματα δείχνουν ότι η ατμοσφαιρική ρύπανση του εξωτερικού αέρα των πόλεων εισέρχεται μέσα στα κτίρια με οποιοδήποτε τρόπο και εγκλωβίζεται εκεί, προστιθέμενη στη ρύπανση που προέρχεται από το εσωτερικό των κτιρίων (κάπνισμα, εκπομπές από υλικά των κτιρίων, επίπλων κ.λπ.). Είναι χαρακτηριστικό, ότι τα επίπεδα ατμοσφαιρικής ρύπανσης στο εσωτερικό των κτιρίων (ακόμα και στις αίθουσες των δημοτικών σχολείων, που δεν υπάρχει ο παράγων κάπνισμα) είναι κατά πολύ υψηλότερα από τα επίπεδα ρύπανσης στον εξωτερικό χώρο, πράγμα που δείχνει τη σημασία του φαινομένου του εγκλωβισμού των ρύπων από το εξωτερικό στο εσωτερικό των κτιρίων και συνακόλουθα, τη σημασία του συνεχούς φυσικού αερισμού των εσωτερικών χώρων.

Η έρευνα των συνθηκών διασποράς των ατμοσφαιρικών ρύπων στις περιοχές όπου βρίσκονται τα δημοτικά σχολεία έδειξε ότι το μεγαλύτερο πρόβλημα που αντιμετωπίζουν τα δημοτικά σχολεία του δήμου Θεσσαλονίκης είναι ο θόρυβος και τα αιωρούμενα σωματίδια. Το 57% των σχολείων βρίσκονται στα υψηλότερα επίπεδα θορύβου, ενώ το 30% των δημοτικών σχολείων βρίσκεται σε μεσαία και υψηλά επίπεδα εκπομπών αιωρούμενων σωματιδίων. Επίσης, το 22% βρίσκεται σε επίπεδα πτητικών οργανικών ενώσεων (VOC), που είναι από μέτρια έως υψηλά, το 19% βρίσκεται στα μεσαία με υψηλά επίπεδα CO, το 15% βρίσκεται στα μεσαία NOx (και κανένα στα υψηλά) και μόνο το 1% των δημοτικών σχολείων βρίσκεται στα υψηλά επίπεδα και το 15% στα μεσαία επίπεδα SO₂.

Το 14% των δημοτικών σχολείων έχει κανένα, ένα ή δύο ανοίγματα (αδόμητοι χώροι) και το 53% βρίσκεται σε δρόμους μικρού πλάτους (κάτω από 15 μέτρα) με αποτέλεσμα οι εκπομπές των ρύπων να μην μπορούν να διαφύγουν στην ατμόσφαιρα και να συσσωρεύονται στις περιοχές αυτές, σε συνδυασμό με το γεγονός ότι, το 86,5% των δημοτικών σχολείων βρίσκεται σε δρόμους με χαμηλά επίπεδα κυκλοφοριακού φόρτου αιχμής, ενώ το 13,5% βρίσκεται σε μεσαία.

Για τα νηπιαγωγεία, η έρευνα των συνθηκών διασποράς των ατμοσφαιρικών ρύπων στις περιοχές όπου βρίσκονται, έδειξε ότι το μεγαλύτερο πρόβλημα που αντιμετωπίζουν τα νηπιαγωγεία του δήμου Θεσσαλονίκης είναι ο θόρυβος και ακολουθούν τα αιωρούμενα σωματίδια και το CO. Από το σύνολο των νηπιαγωγείων, το 33% βρίσκεται στα υψηλότερα επίπεδα θορύβου, ενώ το 21% βρίσκεται σε μεσαία και υψηλά επίπεδα εκπομπών αιωρούμενων σωματιδίων. Επίσης, το 26% βρίσκεται σε μεσαία και υψηλά επίπεδα CO.

Το 58% των νηπιαγωγείων βρίσκονται σε δρόμους μικρού πλάτους και το 32% των νηπιαγωγείων του Δήμου Θεσσαλονίκης έχει κανένα, ένα ή δύο ανοίγματα (αδόμητοι χώροι) σε όμορα οικοπέδα. Τα περισσότερα νηπιαγωγεία (54 από το σύνολο των 58) βρίσκονται σε αυτόνομα κτίρια και διαθέτουν αυλή και μόνο 4 από αυτά στεγάζονται σε πολυκατοικίες.

Η έρευνα των συνθηκών διασποράς των ατμοσφαιρικών ρύπων στις περιοχές όπου βρίσκονται οι παιδικοί σταθμοί έδειξε ότι το μεγαλύτερο πρόβλημα που αντιμετωπίζουν οι παιδικοί σταθμοί του δήμου Θεσσαλονίκης είναι ο θόρυβος, τα αιωρούμενα σωματίδια και οι VOC. Από το σύνολο των παιδικών σταθμών, το 95% βρίσκεται στα υψηλότερα επίπεδα θορύβου, ενώ το 61% βρίσκεται σε μέτρια έως υψηλά επίπεδα εκπομπών αιωρούμενων σωματιδίων. Επίσης, το 42% βρίσκεται σε μέτρια και υψηλά επίπεδα CO, το 44% βρίσκεται σε επίπεδα πτητικών οργανικών ενώσεων (VOC), που είναι από μέτρια έως υψηλά και το 21% βρίσκεται σε μέτρια και υψηλά επίπεδα NOx.

Το 48% των παιδικών σταθμών έχει κανένα, ένα ή δύο ανοίγματα (αδόμητοι χώροι) και το 72% βρίσκεται σε δρόμους μικρού πλάτους. Το 42% των παιδικών σταθμών στεγάζονται σε ισόγεια πολυκατοικιών και μόνον το 21% διαθέτει αυλή.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Physical and Chemical Exposure Unit, *The AIRMEX Project – Thessaloniki Campaign 2004*. Report No 3, European Commission Joint Research Centre, Institute for Health and Consumer Protection, 2004

Κοτζιάς Δ., Νικολάου Κ., *Αέρια ρύπανση εσωτερικών χώρων και προσωπική έκθεση. Το Ευρωπαϊκό πρόγραμμα AIRMEX στη Θεσσαλονίκη*. Πρακτικά 2^{ου} Περιβαλλοντικού Συνεδρίου Μακεδονίας, ΕΕΧ-ΠΤΚΔΜ, Θεσσαλονίκη, 8-12 Οκτωβρίου 2005

Μητροπούλου Σ., Παντοπούλου Ε., *Συνθήκες κυκλοφορίας και ρύπανσης στα δημοτικά σχολεία του Δήμου Θεσσαλονίκης*, Διπλωματική Εργασία (επίβλεψη: Κ. Νικολάου), ΤΕΙ Σερρών, 2006

Γρηγοριάδου Ρ., Τσολερίδου Α., *Συνθήκες κυκλοφορίας και ρύπανσης στα νηπιαγωγεία του Δήμου Θεσσαλονίκης*, Διπλωματική Εργασία (επίβλεψη: Κ. Νικολάου), ΤΕΙ Σερρών, 2006

Ζωγράφου Ε., *Συνθήκες κυκλοφορίας και ρύπανσης στους παιδικούς σταθμούς της Θεσσαλονίκης*, Διπλωματική Εργασία (επίβλεψη: Κ. Νικολάου), ΤΕΙ Σερρών, 2005