

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ &
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΑΝΤΙΡΡΥΠΑΝΣΗΣ

2^η - 3^η ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ

Μελέτη, στατιστική ανάλυση και επεξεργασία των συγκεντρώσεων του όζοντος (O₃)

Σκοπός της άσκησης

Σκοπός αυτής της άσκησης είναι η μελέτη των συγκεντρώσεων του όζοντος (O₃). Ειδικότερα, οι σπουδαστές καλούνται να μελετήσουν τις πηγές και τη χημική συμπεριφορά του O₃ στην ατμόσφαιρα. Επίσης, εκπαιδεύονται στη στατιστική ανάλυση και επεξεργασία των συγκεντρώσεων O₃ σε μια συγκεκριμένη αστική περιοχή, μελετώντας μια πραγματική χρονοσειρά καταγραφής συγκεντρώσεων O₃. Τέλος, προχωρούν στην εξαγωγή συμπερασμάτων με βάση τη στατιστική επεξεργασία που έχει προηγηθεί.

1^ο Μέρος-Εισαγωγή

Το όζον (O₃) είναι μια αλλοτροπική μορφή οξυγόνου. Είναι ένα αέριο σχετικά ασταθές, άχρωμο, ισχυρά οξειδωτικό, ισχυρά τοξικό με χαρακτηριστική οσμή και κυανό χρώμα. Είναι λίγο διαλυτό στο νερό και λόγω της αστάθειάς του διασπάται εύκολα και δεν αφήνει υπολείμματα. Στην ανώτερη ατμόσφαιρα (στρατόσφαιρα) το όζον είναι ευεργετικό για τον άνθρωπο και το περιβάλλον του αφού απορροφά το μεγαλύτερο μέρος της υπερϊώδους ηλιακής ακτινοβολίας. Στην κατώτερη ατμόσφαιρα και κυρίως στο ύψος που κινείται και ζει ο άνθρωπος, το όζον δημιουργείται από πρωτογενείς ρύπους όπως τα οξείδια του αζώτου, τους υδρογονάνθρακες από τα καυσαέρια των αυτοκινήτων και της βιομηχανίας και τις πτητικές οργανικές ενώσεις (VOCs). Οι παραπάνω ρύποι, με τη συμβολή της ηλιακής ακτινοβολίας, αντιδρούν με το οξυγόνο της ατμόσφαιρας, κυρίως όταν έχουμε ζεστό και καλό καιρό, παράγοντας όζον (O₃).

Πηγές αυτού του δευτερογενούς ρύπου είναι τα οχήματα, τα εργοστάσια, οι χωματερές, τα διάφορα χημικά διαλύματα και άλλες πολλές μικρότερες πηγές όπως τα βενζινάδικα, ο αγροτικός εξοπλισμός κλπ.

Έκθεση μικρής χρονικής διάρκειας (1-3 ώρες) και παρατεταμένης διάρκειας (6-8 ώρες) σε περιβάλλον όζοντος έχει συνδεθεί με μεγάλο αριθμό σοβαρών επιπτώσεων στην ανθρώπινη υγεία και κυρίως αναπνευστικών προβλημάτων. Μακροχρόνια έκθεση του ανθρώπου σε συγκεντρώσεις όζοντος, προκαλεί πόνους στο στήθος, επίμονο βήχα, ερεθισμό της αναπνευστικής οδού, διαταραχή της αναπνευστικής λειτουργίας, αίσθημα ξηρότητας στο λαιμό, πόνο στο στήθος, επιδείνωση παλαιότερων αναπνευστικών προβλημάτων όπως το άσθμα, σοβαρές φλεγμονές των πνευμόνων, ακόμα και μη αναστρέψιμες βλάβες των πνευμόνων. Όλα αυτά έχουν ως άμεσο αποτέλεσμα την πρόωρη γήρανση του ανθρώπου και χρόνιες αναπνευστικές ασθένειες.

Το όζον επίσης επιδρά αρνητικά και στο περιβάλλον, στη βλάστηση και στα οικοσυστήματα. Προκαλεί υποβάθμιση της ποιότητας των γεωργικών εκτάσεων ως προς την παραγωγική τους ικανότητα. Καταστρέφει το φύλλωμα των δέντρων και την αισθητική των

δασών και των πάρκων.

Σύμφωνα με τις Οδηγίες Πλαίσιο 96/62/EC και 2008/50/EC της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ), έχουν θεσπιστεί οριακές τιμές για τις συγκεντρώσεις του όζοντος (O₃), όπως φαίνονται και στον Πίνακα 1.

ΟΖΟΝ (O₃)			
Περίοδος αναφοράς	Οριακή τιμή	Περιθώριο ανοχής	Προθεσμία συμμόρφωσης ως προς την οριακή τιμή
Τιμή στόχος για την προστασία της ανθρώπινης υγείας. Μέγιστη ημερήσια μέση τιμή κυλιόμενου 8ωρου	120 µg/m ³ εκ των οποίων δεν πρέπει να σημειώνεται υπέρβαση για περισσότερες από 25 ημέρες ανά ημερολογιακό έτος και για διάστημα 3 ετών	κανένα	1/1/2010
Τιμή στόχος για την προστασία της ανθρώπινης υγείας. Μέγιστη ωριαία τιμή 24ωρου	Όριο ενημέρωσης κοινού 180µg/m ³ .	κανένα	1/1/2010
	Όριο συναγερμού 240µg/m ³ .		
Μακροπρόθεσμος στόχος για την προστασία της ανθρώπινης υγείας. Μέγιστη μέση ημερήσια τιμή 8ωρου σε διάστημα ενός ημερολογιακού έτους	120 µg/m ³ h	κανένα	2020

Πίνακας 1. Οριακές τιμές και προθεσμίες συμμόρφωσης ως προς τις οριακές τιμές για το O₃

2^ο Μέρος-Δεδομένα

Δίνονται στους σπουδαστές σε ηλεκτρονική μορφή δύο αρχεία (excel) με ωριαίες τιμές συγκέντρωσης του O₃ και ωριαίες τιμές συγκέντρωσης κυλιόμενου 8ώρου. Τα δεδομένα αφορούν τη χρονική περίοδο 2001-2010, και έχουν καταγραφεί στο σταθμό παρακολούθησης της ποιότητας του ατμοσφαιρικού περιβάλλοντος «Αγία Παρασκευή». Ο σταθμός «Αγία Παρασκευή» βρίσκεται ανατολικά του κέντρου της πόλης των Αθηνών (Πατησίων) και απέχει σε ευθεία απόσταση 7.6km από το κέντρο της πόλης. Χαρακτηρίζεται ως σταθμός περιστατικός-υποβάθρου και σύμφωνα με μελέτες φαίνεται να παρουσιάζει τις υψηλότερες συγκεντρώσεις όζοντος εντός της ευρύτερης περιοχής των Αθηνών.

Τα δεδομένα αυτά έχουν αντληθεί από την επίσημη ιστοσελίδα του Υπουργείου Περιβάλλοντος & Ενέργειας (<http://www.ypeka.gr>).

3^ο Μέρος-Ζητούμενα εργαστηριακής άσκησης

Με βάση τα δεδομένα που έχουν οι σπουδαστές, ζητούνται τα παρακάτω:

1. Να βρεθούν και να γραφούν πληροφορίες (με σχετική βιβλιογραφία) που περιγράφουν με σαφήνεια τον τρόπο σχηματισμού του όζοντος ως δευτερογενή ρύπου σε χαμηλά ύψη μέσα στην ατμόσφαιρα. Ποιες είναι οι κυριότερες αιτίες σχηματισμού του σε χαμηλά ύψη και ποιοι άλλοι ρύποι συντελούν σε αυτό; Ποιοι ρύποι συμβάλλουν στη μείωση του όζοντος ως δευτερογενή ρύπου μέσα στην ατμόσφαιρα και σε χαμηλά σχετικά ύψη;
2. Με βάση το αρχείο των ωριαίων τιμών, για κάθε μέρα του έτους να γίνει το διάγραμμα της μέγιστης ωριαίας τιμής του 24-ώρου. Στο διάγραμμα αυτό να απεικονίζονται οι αντίστοιχες τιμές ενημέρωσης του κοινού και συναγερμού, όπως αυτές έχουν καθοριστεί με βάση την Οδηγία 2008/50/EK.
3. Με βάση το αρχείο των ωριαίων τιμών, να γίνει το διάγραμμα των μέσων ετήσιων τιμών των συγκεντρώσεων του O₃ για τη χρονική περίοδο 2001-2010. Να υπολογιστεί η ετήσια τάση μεταβολής των συγκεντρώσεων του όζοντος και να σχολιαστεί το αποτέλεσμα (να γίνει εφαρμογή της μεθόδου των ελαχίστων τετραγώνων).
4. Με βάση το αρχείο των ωριαίων τιμών, με τη μορφή ιστογράμματος (bar-chart), να γίνει το διάγραμμα της διαχρονικής εξέλιξης των μέσων μηνιαίων τιμών των συγκεντρώσεων του O₃ για τη χρονική περίοδο 2001-2010. Στο διάγραμμα αυτό ενδεχομένως να εμφανιστεί η πιθανή εποχικότητα που μπορεί να εμφανίζει ο ρύπος στο συγκεκριμένο σταθμό. Να βρεθεί κατάλληλο πολυώνυμο που να περιγράφει την εποχικότητα που εμφανίζει το όζον στον συγκεκριμένο σταθμό καταγραφής της ατμοσφαιρικής ρύπανσης (να γίνει εφαρμογή της μεθόδου των ελαχίστων τετραγώνων).
5. Με βάση το αρχείο των ωριαίων τιμών, με τη μορφή ιστογράμματος (bar-chart), να γίνει το διάγραμμα των μέσων τιμών των συγκεντρώσεων του O₃ για τη χρονική περίοδο 2001-2010, για κάθε ημέρα της εβδομάδας (Δευτέρα-Κυριακή) ώστε να διαπιστωθεί πιθανή μεταβολή των συγκεντρώσεων στη διάρκεια της εβδομάδας και να αναζητηθούν πιθανές αιτίες που την προκαλούν.
6. Με βάση το αρχείο των ωριαίων τιμών, να γίνει το διάγραμμα του τυπικού 24ωρου (24ωρη διακύμανση ή ενδοημερήσια διακύμανση) για το σταθμό Αγία Παρασκευή τη χρονική περίοδο 2001-2010. Για το σκοπό αυτό, να υπολογιστούν οι μέσες τιμές κάθε ώρας του 24ωρου για όλη τη χρονικά εξεταζόμενη περίοδο. Να αιτιολογηθεί η μορφή της 24ωρης διακύμανσης των συγκεντρώσεων του όζοντος.
7. Με βάση το αρχείο των ωριαίων τιμών, να υπολογιστούν για κάθε ένα έτος της περιόδου 2001-2010 οι ημέρες υπέρβασης της τιμής-ενημέρωσης κοινού και της τιμής-όριο συναγερμού του O₃, όπως αυτές έχουν καθοριστεί με βάση την Οδηγία 2008/50/EK. Τα αποτελέσματα να παρουσιαστούν σε διάγραμμα, με τη μορφή ιστογράμματος.
8. Με βάση το αρχείο των δωρων κυλιόμενων μέσων όρων συγκέντρωσης του O₃, για κάθε μέρα του έτους έτος να γίνει το διάγραμμα της μέγιστης ωριαίας τιμής κυλιόμενου δώρου, του 24-ώρου. Στο διαγράμματα αυτά να απεικονίζεται η αντίστοιχη οριακή τιμή κυλιόμενου δώρου, όπως αυτή έχει καθοριστεί με βάση την Οδηγία 2008/50/EK. Να συγκριθεί το διάγραμμα αυτό με το αντίστοιχο διάγραμμα που προκύπτει από τις ωριαίες τιμές συγκέντρωσης του όζοντος (ερώτημα 2^ο).
9. Να υπολογιστούν για κάθε ένα έτος της περιόδου 2001-2010 οι ημέρες υπέρβασης της

οριακής τιμής συγκέντρωσης του O₃, με βάση τα κυλιόμενα δώρα, όπως αυτές έχουν καθοριστεί με βάση την Οδηγία 2008/50/ΕΚ. Τα αποτελέσματα να παρουσιαστούν σε διάγραμμα, με τη μορφή ιστογράμματος. Στο διάγραμμα αυτό να εμφανίζεται και η ετήσια οριακή τιμή ημερών υπέρβασης, όπως αυτή έχει καθοριστεί με βάση τη συγκεκριμένη Οδηγία. Να συγκριθεί το διάγραμμα αυτό με το αντίστοιχο διάγραμμα που προκύπτει από τις ωριαίες τιμές συγκέντρωσης του όζοντος (ερώτημα 7^ο).

Σε κάθε ένα από τα παραπάνω διαγράμματα θα πρέπει να γίνεται, από τους σπουδαστές, ένας σύντομος σχολιασμός και να παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που προκύπτουν από το κάθε διάγραμμα.

Βιβλιογραφία

- [1] Οδηγία 2008/50/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης, της 21^{ης} Μαΐου 2008, για την ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα και καθαρότερο αέρα για την Ευρώπη. Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, L152/1-44/11-06-2008.
- [2] Οδηγία 96/62/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης, της 27ης Σεπτεμβρίου 1996, για την εκτίμηση και τη διαχείριση της ποιότητας του αέρα του περιβάλλοντος. Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, L296 της 21/11/1996 σελ. 0055 - 0063
- [3] Μουστρής Κ., 2009. Πρόγνωση ποιότητας της ατμόσφαιρας στην ευρύτερη περιοχή Αθηνών με τη χρήση νευρωνικών δικτύων. Διδακτορική Διατριβή. Σχολή Χημικών Μηχανικών, ΕΜΠ.
- [4] Γενική Διεύθυνση Περιβάλλοντος. Διεύθυνση Ελέγχου Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης και Θορύβου. Τμήμα Ποιότητας της Ατμόσφαιρας. Υπουργείο Παραγωγικής Ανασυγκρότησης, Περιβάλλοντος & Ενέργειας (ΥΠΑΠΕ). Διαθέσιμο στο (2015): <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=495&language=el-GR>

Καλή Επιτυχία