

# Αξιολόγηση ενός τρισδιάστατου χημικού μοντέλου διασποράς ρύπων (PMCAMx) στην Ευρώπη

**Κ. Δ. Κιάρη, Χ. Φουντούκης, Δ. Πατουλιάς, Σ. Ν. Πανδής**  
Τμήμα Χημικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα, Ελλάδα  
Ίδρυμα Τεχνολογίας και Έρευνας, Ερευνητικό Ινστιτούτο Επιστημών Χημικής Μηχανικής,  
Ρίο, Πάτρα

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ατμοσφαιρική ρύπανση αποτελεί ένα σημαντικό πρόβλημα στις μέρες μας τόσο σε τοπική όσο και σε παγκόσμια κλίμακα. Για την πλήρη κατανόηση των φυσικών και χημικών διεργασιών της ατμόσφαιρας καθώς και για τη μελέτη των αλληλεπιδράσεων του κλίματος και των εκπομπών, με τις συγκεντρώσεις των αέριων και σωματιδιακών ρύπων κρίνεται απαραίτητη η χρήση τρισδιάστατων μοντέλων χημικής μεταφοράς.

Το τρισδιάστατο χημικό μοντέλο PMCAMx εφαρμόστηκε στον ευρύτερο χώρο της Ευρώπης με σκοπό την προσομοίωση της συγκέντρωσης μάζας και της χημικής σύστασης των σωματιδίων της ατμόσφαιρας. Στο μοντέλο αξιολογείται η νέα μέθοδος προσομοίωσης των διεργασιών σχηματισμού και χημικής γήρανσης των οργανικών σωματιδίων στην ατμόσφαιρα, θεωρώντας ότι τόσο τα πρωτογενή όσο και τα δευτερογενή οργανικά συστατικά είναι ημιπηκτικά, φωτοχημικά ενεργά και κατανέμονται (λογαριθμικά) σε ομάδες ενώσεων διαφορετικής πτητικότητας.

Το μοντέλο εφαρμόστηκε πάνω από την Ευρώπη για να προσομοιώσει τη συγκέντρωση της μάζας και της χημικής σύνθεσης των αιωρούμενων σωματιδίων (PM) κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού του 2012 (Ιούνιος – Ιούλιος) και για την άνοιξη του 2013 (Απρίλιος – Μάιος). Στόχος ήταν η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων του μοντέλου με μετρήσεις που έγιναν κυρίως από έναν φασματογράφο μάζας αεροζόλ (AMS) και πραγματοποιήθηκαν τόσο στο έδαφος, όσο και σε ψηλότερα στρώματα της τροπόσφαιρας με μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν για πρώτη φορά από ένα αεροσκάφος τύπου Ζέππελιν. Οι προβλέψεις του μοντέλου για τα PM<sub>1</sub> θειικά, νιτρικά, αμμωνιακά συγκρίνονται αρχικά με μετρήσεις που έλαβαν χώρα στη περιοχή του Po Valley της βόρειας Ιταλίας για το 2012 και στην περιοχή Hyvitala της Φιλανδίας το 2013 στα πλαίσια της καμπάνιας του PEGASOS.

Η δυνατότητα του μοντέλου να αναπαράγει την συγκέντρωση των σωματιδίων με μέγεθος μέχρι 1 μm (PM<sub>1</sub>) έναντι μετρήσεων από επίγειους σταθμούς μέτρησης είναι ικανοποιητική. Πιο συγκεκριμένα η συμπεριφορά του μοντέλου για την περιοχή της Ιταλίας κρίνεται ικανοποιητική για τα οργανικά σωματίδια με μέση προβλεπόμενη συγκέντρωση

περίπου  $5.2 \mu\text{g m}^{-3}$  ενώ η μέση τιμή των μετρήσεων ήταν  $6.2 \mu\text{g m}^{-3}$ . Το μοντέλο προβλέπει ότι τα IVOCs (Intermediate Volatility Organic Compounds) είναι ιδιαίτερα σημαντικές πρόδρομες ενώσεις για τον σχηματισμό δευτερογενών οργανικών σωματιδίων. Επίσης σύμφωνα με τις προβλέψεις του μοντέλου, για τις υψηλές συγκεντρώσεις οργανικών σωματιδίων είναι ιδιαίτερα σημαντική και η μεταφορά ρύπων από άλλες περιοχές. Το PMCAMx προβλέπει σχετικά σταθερά μέσα ημερήσια προφίλ συγκεντρώσεων σε πολλές περιοχές, τόσο αστικές όσο και μη-αστικές, σε συμφωνία με τις υπάρχουσες μετρήσεις.

Η απόδοση του μοντέλου για τα νιτρικά ιόντα κρίνεται επίσης ικανοποιητική τόσο για την περιοχή της Ιταλίας, όσο και για την περιοχή της Φιλανδίας. Σε ορισμένες περιοχές, όπως αυτή της Bosco Fontana το μοντέλο υπερεκτιμά τις συγκεντρώσεις των νιτρικών ιόντων. Αυτή η υπερεκτίμηση πιθανότατα συνδέεται με τις εκπομπές της αμμωνίας. Στα θειικά ιόντα υπάρχει μία τάση υπερεκτίμησης της συγκέντρωσης, που ίσως οφείλεται στη χρήση εκπομπών με έτος αναφοράς το 2008. Παρόμοια είναι τα αποτελέσματα για τα αμμωνιακά ιόντα στα οποία παρατηρείται επίσης μια υπερεκτίμηση στις προβλέψεις του μοντέλου.

Σε σύγκριση με τις μετρήσεις του Ζέπελιν σε πολλαπλά ύψη και περιοχές, το σφάλμα στις προβλέψεις του μοντέλου είναι περίπου ίδιο με αυτό των επίγειων μετρήσεων. Όμοια με τους σταθμούς εδάφους το μοντέλο τείνει να υπερεκτιμά τη συγκέντρωση στα θειικά ιόντα, ενώ έχει μια ικανοποιητική συμφωνία στα υπόλοιπα συστατικά. Τέλος με τη χρήση του αεροσκάφους – Ζέπελιν μας δόθηκε η ευκαιρία να αξιολογήσουμε για πρώτη φορά την ικανότητα του μοντέλου να προσομοιώνει τις ρίζες του υδροξυλίου στα διάφορα στρώματα της ατμόσφαιρας.