



Συνοπτική Έκθεση

Ποιότητα του αέρα στην πόλη του Βόλου για το έτος
2020 & 2021

**GREEN
YOUR
AIR**



Πληροφορίες Έκθεσης

Οργανισμός:	Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών
Μήνας	Ιανουάριος 2022
Συγγραφέας	Δρ. Γεώργιος Κ.Δ. Σαχαρίδης
Ιστοσελίδα	www.greenyourair.org

**GREEN
YOUR
AIR**



Περιεχόμενα

Περιεχόμενα.....	3
Εισαγωγή.....	4
1 Σχεδιασμός και υλοποίηση δικτύου σταθμών καταγραφής της ποιότητας αέρα... 4	
1.1 Μετρητικές μονάδες PM2.5 / GreenYourAir-1178.....	5
2 Αποτελέσματα μετρήσεων.....	5
2.1 Εισαγωγή.....	5
2.2 Κατανομή στους μήνες αναφοράς	6
3 GreenYourAir: Ιστοσελίδα και εφαρμογή για κινητά και σταθερό υπολογιστή..	11
4 Επιμερισμός πηγών.....	12
5 Συμπεράσματα	13

**GREEN
YOUR
AIR**



Εισαγωγή

Η προστασία του περιβάλλοντος είναι ένα μείζον θέμα που απασχολεί τις τελευταίες δεκαετίες τις πληθυσμιακά και βιομηχανικά αναπτυσσόμενες και αναπτυσσόμενες χώρες σε όλο τον κόσμο. Η ερευνητική ομάδα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας GreenYourAir αποτελούμενη από επιστήμονες μηχανικούς και επιστήμονες ιατρούς έχει ως κύρια δράση της το σχεδιασμό και την υλοποίηση ενός δικτύου καταγραφής της ποιότητας του αέρα στην περιοχή της Θεσσαλίας με σκοπό τη μελέτη της ποιότητας του αέρα, την προστασία των ευπαθών ομάδων, τον επιμερισμό των πηγών ρύπανσης, τη μελέτη των επιπτώσεων στην υγεία των πολιτών και την εύρεση καλών πρακτικών για τη βελτίωση της ποιότητας του αέρα. Το παρόν κείμενο είναι μια συνοπτική έκθεση των αποτελεσμάτων της δεύτερης (έτος 2020) και τρίτης (έτος 2021) επίσημης ετήσιας περιόδου λειτουργίας του δικτύου καταγραφής της ποιότητας του αέρα στην πόλη του Βόλου.

1 Σχεδιασμός και υλοποίηση δικτύου σταθμών καταγραφής της ποιότητας αέρα

Η πρώτη δράση της ερευνητικής ομάδας GreenYourAir η οποία υλοποιήθηκε το 2018 ήταν ο σχεδιασμός και η υλοποίηση ενός δικτύου σταθμών καταγραφής των επιπέδων των αιωρούμενων σωματιδίων στην πόλη του Βόλου. Ως αιωρούμενο σωματίδιο χαρακτηρίζεται κάθε σώμα στερεής ή υγρής κατάστασης (με εξαίρεση το νερό) το οποίο αιωρείται στον ατμοσφαιρικό αέρα εξαιτίας του πολύ μικρού μεγέθους του. Τα αιωρούμενα σωματίδια (PM) έχουν διάμετρο που κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 0,0002μm-500μm. Δεν αποτελούν έναν ενιαίο ρύπο, αλλά μία σύνθεση πολλών ρύπων. Ενδεικτικά, η σκόνη, ο καπνός και η αιωρούμενη τέφρα μπορούν να θεωρηθούν μερικά παραδείγματα τέτοιων σωματιδίων. Ο ανθρώπινος οργανισμός δεν μπορεί να εισπνεύσει σωματίδια διαμέτρου μεγαλύτερης των 100μm και μάλιστα μόνο τα σωματίδια με διάμετρο μικρότερη των 11μm εισέρχονται στους πνεύμονες και προκαλούν ουσιαστική ζημία. Το γεγονός αυτό οδήγησε την επιστημονική κοινότητα να εστιάσει το ενδιαφέρον της στην κατασκευή μετρητικών μονάδων και στην ανάπτυξη ειδικών μεθόδων παρακολούθησης των συγκεντρώσεων των σωματιδίων. Τα αιωρούμενα σωματίδια διαμέτρου μικρότερης των 2,5μm αναφέρονται ως λεπτόκοκκα και είναι αυτά που προκαλούν τις σημαντικότερες βλάβες στον ανθρώπινο οργανισμό.

Η ερευνητική ομάδα, το 2018, ολοκλήρωσε το σχεδιασμό του δικτύου καταγραφής της ποιότητας του αέρα. Ο σχεδιασμός αυτός περιλαμβάνει τη δημιουργία μετρητικών μονάδων μικροσωματιδίων PM_{2.5} (αιωρούμενα σωματίδια μεγέθους έως 2.5 μικρόμετρα) καθώς και το βέλτιστο προσδιορισμό των σημείων τοποθέτησης των μονάδων αυτών. Το έτος 2020, το δίκτυο αυτό ξεκίνησε να επεκτείνεται σε περιφερειακές περιοχές του δήμου Βόλου (πχ. στην Βιομηχανική Περιοχή Βόλου, στην πόλη της Αγριάς) αλλά και στον δήμο Λάρισας. Σήμερα, εκτός των 12 σταθμών καταγραφής της ποιότητας του αέρα στην πόλη του Βόλου, το δίκτυο GreenYourAir έχει και 5 σταθμούς στην Λάρισα, 1 σταθμό στην Βιομηχανική Περιοχή Βόλου και 1 σταθμό στην Αγριά ενώ παράλληλα έχει σχεδιαστεί και η εγκατάσταση 1 σταθμού στον Άγιο Γεώργιο, 2 σταθμών στη Βιομηχανική Περιοχή του Βόλου και 2 ακόμα σταθμών στην πόλη της Αγριάς.



1.1 Μετρητικές μονάδες PM2.5 / GreenYourAir-1178

Η μέτρηση των σωματιδίων PM2.5 αποτελεί μία πιο περίπλοκη διαδικασία σε σχέση με τους υπόλοιπους ρύπους λόγω της ιδιομορφίας και της ποικιλίας των PM. Υπάρχουν πολλές μέθοδοι για τον υπολογισμό της συγκέντρωσης των PM. Οι δύο από τις πιο γνωστές μεθόδους στις μέρες μας είναι: I) Βαρυμετρικές μέθοδοι: Στις βαρυμετρικές μεθόδους, η συγκέντρωση μάζας σωματιδίων προσδιορίζεται με ζύγιση των φίλτρων πριν και μετά την περίοδο δειγματοληψίας, II) Οπτικές μέθοδοι: Στις οπτικές μεθόδους ανίχνευσης, η μέτρηση στηρίζεται στην αλληλεπίδραση των σωματιδίων αερολύματος με ορατή, υπέρυθρη ή laser ακτινοβολία και με βάση την θεωρία σκέδασης υπολογίζεται η ποσότητα και το μέγεθος των αιωρούμενων σωματιδίων. Η παγκόσμια επιστημονική κοινότητα αναγνωρίζει ως επιστημονικά έγκυρες και τις δύο αυτές μεθόδους μέτρησης υπό την προϋπόθεση ότι εφαρμόζονται τηρώντας όλα τα επιστημονικά πρωτόκολλα ως αυτά έχουν οριστεί μέσα από σειρά πειραμάτων, ερευνητικών προγραμμάτων και επιστημονικών μελετών. Επιπλέον, προτείνει την παράλληλη χρήση αυτών μιας και η μία μέθοδος μπορεί να συμπληρώσει την άλλη.

Η ερευνητική ομάδα GreenYourAir έχει υιοθετήσει ως μέθοδο μέτρησης μια οπτική μέθοδο μέτρησης ενώ ο αισθητήρας που χρησιμοποιείται είναι πιστοποιημένος στη Μεγάλη Βρετανία. Πιο συγκεκριμένα, στις μετρητικές μονάδες GreenYourAir-1178 εφαρμόζεται η ιδέα ότι η σκέδαση του φωτός εξαρτάται από τη συγκέντρωση των σωματιδίων, που θα συναντήσει το φως κατά τη διαδρομή του, καθώς και από τις φυσικές τους ιδιότητες. Έτσι, οι μετρητικές μονάδες GreenYourAir-1178 καταγράφουν το σκεδαζόμενο φως σε μια συγκεκριμένη κατεύθυνση και το μετατρέπουν σε σήμα ανάλογο της σωματιδιακής συγκέντρωσης. Στη συνέχεια, ένας κατάλληλα ρυθμισμένος μικροεπεξεργαστής αναλύει τα σήματα και υπολογίζει τη συγκέντρωση μάζας με βάση το πλάτος των παλμών αφού πρώτα εφαρμοστεί ο κατάλληλος τρόπος βαθμονόμησης που λαμβάνει υπόψη διάφορους παράγοντες επηρεασμού όπως για παράδειγμα την υγρασία. Η διαδικασία βαθμονόμησης των μετρητικών μονάδων έγινε μετά από σειρά πειραμάτων πεδίου και με στοιχεία που συλλέχθηκαν και από άλλες μετρητικές μονάδες που χρησιμοποιούν είτε τη βαρυμετρική μέθοδο είτε την οπτική μέθοδο.

2 Αποτελέσματα μετρήσεων

2.1 Εισαγωγή

Το πρώτο στοιχείο που προσδιορίστηκε από την ερευνητική ομάδα GreenYourAir είναι ο ετήσιος μέσος όρος των επιπέδων των PM2.5. Ο μέσος όρος των αιωρούμενων σωματιδίων διαμέτρου έως 2,5 μικρόμετρα (PM2.5) για το έτος 2020 και για το έτος 2021 ανήλθε σε **23.46 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** και **20.75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** αντίστοιχα με ετήσιο προτεινόμενο όριο βάση του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας και στόχο της ΕΕ τα **5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** , με ετήσιο προτεινόμενο όριο βάση της Directive 2008/50/EU τα **20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** και με ετήσιο όριο βάσει της ελληνικής νομοθεσίας τα **25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** (το όριο ήταν υπό διαβούλευση την περίοδο 24.6.2020 έως και 15.7.2020 με στόχο μείωσης συγκεντρώσεων PM2.5 κατά 48,7% για το έτος 2020 και για την περίοδο 2020-2030 κατά 35%).

Συμφωνά με τα παραπάνω, η διαφορά των ορίων αυτών και του μέσου όρου των



αωρούμενων σωματιδίων διαμέτρου έως 2,5 μικρόμετρα (PM2.5) για το έτος 2020 και για το έτος 2021 παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα (με το σύμβολο «-» αναφερόμαστε σε μη υπέρβαση και με το σύμβολο «+» σε υπέρβαση).

Έτος	Διαφορά από το όριο βάσει του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας και το στόχο της ΕΕ	Διαφορά από το όριο βάσει της Directive 2008/50/EU	Διαφορά από το όριο της ελληνικής νομοθεσίας
2020	+369,2%	+17,3%	-6,16%
2021	+315,0%	+3,75%	-17,00%

2.2 Κατανομή στους μήνες αναφοράς

Οι επιμέρους μηνιαίοι μέσοι όροι, ελάχιστες και μέγιστες μέσες ημερήσιες τιμές και τοπικές αποκλίσεις για τα έτη 2020 και 2021, εμφανίζονται στους παρακάτω πίνακες:

Έτος 2020

Ιανουάριος 2020		Φεβρουάριος 2020		Μάρτιος 2020		Απρίλιος 2020	
M.O. Μήνα	60.30	M.O. Μήνα	37.48	M.O. Μήνα	31.09	M.O. Μήνα	25.13
Max Μήνα	97.62	Max Μήνα	68.01	Max Μήνα	59.79	Max Μήνα	39.28
Min Μήνα	15.37	Min Μήνα	8.99	Min Μήνα	11.74	Min Μήνα	8.67
T. Απόκλιση	21.95	T. Απόκλιση	15.95	T. Απόκλιση	11.62	T. Απόκλιση	7.17
Μάιος 2020		Ιούνιος 2020		Ιούλιος 2020		Αύγουστος 2020	
M.O. Μήνα	12.01	M.O. Μήνα	10.17	M.O. Μήνα	16.45	M.O. Μήνα	15.61
Max Μήνα	21.58	Max Μήνα	23.70	Max Μήνα	27.35	Max Μήνα	27.72
Min Μήνα	4.02	Min Μήνα	4.26	Min Μήνα	6.82	Min Μήνα	8.52
T. Απόκλιση	4.42	T. Απόκλιση	4.39	T. Απόκλιση	5.48	T. Απόκλιση	4.26
Σεπτέμβριος 2020		Οκτώβριος 2020		Νοέμβριος 2020		Δεκέμβριος 2020	
M.O. Μήνα	12.72	M.O. Μήνα	14.15	M.O. Μήνα	41.19	M.O. Μήνα	42.36
Max Μήνα	21.75	Max Μήνα	33.84	Max Μήνα	70.64	Max Μήνα	106.34
Min Μήνα	2.92	Min Μήνα	4.60	Min Μήνα	14.66	Min Μήνα	9.25
T. Απόκλιση	4.68	T. Απόκλιση	7.94	T. Απόκλιση	14.45	T. Απόκλιση	21.58

Έτος 2021

Ιανουάριος 2021		Φεβρουάριος 2021		Μάρτιος 2021		Απρίλιος 2021	
M.O. Μήνα	35.58	M.O. Μήνα	38.46	M.O. Μήνα	26.74	M.O. Μήνα	18.58
Max Μήνα	72.83	Max Μήνα	80.03	Max Μήνα	46.40	Max Μήνα	37.76
Min Μήνα	8.84	Min Μήνα	10.89	Min Μήνα	10.48	Min Μήνα	4.27
T. Απόκλιση	16.67	T. Απόκλιση	15.98	T. Απόκλιση	9.86	T. Απόκλιση	8.57
Μάιος 2021		Ιούνιος 2021		Ιούλιος 2021		Αύγουστος 2021	
M.O. Μήνα	7.31	M.O. Μήνα	13.73	M.O. Μήνα	17.31	M.O. Μήνα	17.51
Max Μήνα	23.55	Max Μήνα	20.39	Max Μήνα	26.48	Max Μήνα	72.41
Min Μήνα	2.03	Min Μήνα	6.50	Min Μήνα	4.43	Min Μήνα	6.63
T. Απόκλιση	4.49	T. Απόκλιση	3.92	T. Απόκλιση	5.07	T. Απόκλιση	12.69



Σεπτέμβριος 2021		Οκτώβριος 2021		Νοέμβριος 2021		Δεκέμβριος 2021	
Μ.Ο. Μήνα	13.73	Μ.Ο. Μήνα	18.38	Μ.Ο. Μήνα	36.24	Μ.Ο. Μήνα	33.83
Μαx Μήνα	25.71	Μαx Μήνα	46.40	Μαx Μήνα	65.75	Μαx Μήνα	88.81
Μin Μήνα	6.61	Μin Μήνα	5.34	Μin Μήνα	8.34	Μin Μήνα	11.91
Τ. Απόκλιση	5.55	Τ. Απόκλιση	9.17	Τ. Απόκλιση	13.79	Τ. Απόκλιση	20.38

Στους επόμενους πίνακες, παρουσιάζονται, ανά μήνα, ο αριθμός των ημερών που η μέση ημερήσια τιμή των PM_{2.5} ήταν πάνω από τα 15μg/m³ (το ημερήσιο όριο του παγκόσμιου οργανισμού υγείας - η ελληνική νομοθεσία δεν έχει ορίσει ημερήσιο όριο) καθώς επίσης το ποσοστό ημερών με υπέρβαση σε σχέση με τις συνολικές ημέρες του μήνα.

Έτος 2020

Ιανουάριος 2020		Φεβρουάριος 2020		Μάρτιος 2020		Απρίλιος 2020	
Όρια	Μέρες	Όρια	Μέρες	Όρια	Μέρες	Όρια	Μέρες
0.00 - 15.00	0	0.00 - 15.00	3	0.00 - 15.00	2	0.00 - 15.00	2
15.01 - 20.00	2	15.01 - 20.01	2	15.01 - 20.02	6	15.01 - 20.03	5
20.01 - 30.00	0	20.01 - 30.01	5	20.01 - 30.02	7	20.01 - 30.03	17
30.01 - 35.00	2	30.01 - 35.00	2	30.01 - 35.00	5	30.01 - 35.00	3
35.01 - 40.00	1	35.01 - 40.00	7	35.01 - 40.00	5	35.01 - 40.00	3
40.01 - 45.00	4	40.01 - 45.00	1	40.01 - 45.00	3	40.01 - 45.00	0
45.01 - 50.00	2	45.01 - 50.00	1	45.01 - 50.00	1	45.01 - 50.00	0
50.01 - 55.00	5	50.01 - 55.00	4	50.01 - 55.00	0	50.01 - 55.00	0
55.01 - 60.00	0	55.01 - 60.00	2	55.01 - 60.00	2	55.01 - 60.00	0
60.01 - 65.00	2	60.01 - 65.00	0	60.01 - 65.00	0	60.01 - 65.00	0
65.01 - 70.00	1	65.01 - 70.00	2	65.01 - 70.00	0	65.01 - 70.00	0
70.01 - 75.00	1	70.01 - 75.00	0	70.01 - 75.00	0	70.01 - 75.00	0
75.01 - 80.00	3	75.01 - 80.00	0	75.01 - 80.00	0	75.01 - 80.00	0
80.01 - 85.00	3	80.01 - 85.00	0	80.01 - 85.00	0	80.01 - 85.00	0
85.01 - 90.00	4	85.01 - 90.00	0	85.01 - 90.00	0	85.01 - 90.00	0
90.01 - 95.00	0	90.01 - 95.00	0	90.01 - 95.00	0	90.01 - 95.00	0
95.01 - 100.00	1	95.01 - 100.00	0	95.01 - 100.00	0	95.01 - 100.00	0
Υπέρβαση	31	Υπέρβαση	26	Υπέρβαση	29	Υπέρβαση	28
Υπέρβαση %	100%	Υπέρβαση %	90%	Υπέρβαση %	94%	Υπέρβαση %	93%



Μάιος 2020		Ιούνιος 2020		Ιούλιος 2020		Αύγουστος 2020	
Ώρια	Μέρες	Ώρια	Μέρες	Ώρια	Μέρες	Ώρια	Μέρες
0.00 - 15.00	23	0.00 - 15.00	28	0.00 - 15.00	16	0.00 - 15.00	16
15.01 - 20.04	6	15.01 - 20.05	0	15.01 - 20.06	8	15.01 - 20.07	9
20.01 - 30.04	2	20.01 - 30.05	2	20.01 - 30.06	7	20.01 - 30.07	6
30.01 - 35.00	0	30.01 - 35.00	0	30.01 - 35.00	0	30.01 - 35.00	0
35.01 - 40.00	0	35.01 - 40.00	0	35.01 - 40.00	0	35.01 - 40.00	0
40.01 - 45.00	0	40.01 - 45.00	0	40.01 - 45.00	0	40.01 - 45.00	0
45.01 - 50.00	0	45.01 - 50.00	0	45.01 - 50.00	0	45.01 - 50.00	0
50.01 - 55.00	0	50.01 - 55.00	0	50.01 - 55.00	0	50.01 - 55.00	0
55.01 - 60.00	0	55.01 - 60.00	0	55.01 - 60.00	0	55.01 - 60.00	0
60.01 - 65.00	0	60.01 - 65.00	0	60.01 - 65.00	0	60.01 - 65.00	0
65.01 - 70.00	0	65.01 - 70.00	0	65.01 - 70.00	0	65.01 - 70.00	0
70.01 - 75.00	0	70.01 - 75.00	0	70.01 - 75.00	0	70.01 - 75.00	0
75.01 - 80.00	0	75.01 - 80.00	0	75.01 - 80.00	0	75.01 - 80.00	0
80.01 - 85.00	0	80.01 - 85.00	0	80.01 - 85.00	0	80.01 - 85.00	0
85.01 - 90.00	0	85.01 - 90.00	0	85.01 - 90.00	0	85.01 - 90.00	0
90.01 - 95.00	0	90.01 - 95.00	0	90.01 - 95.00	0	90.01 - 95.00	0
95.01 - 100.00	0	95.01 - 100.00	0	95.01 - 100.00	0	95.01 - 100.00	0
Υπέρβαση	8	Υπέρβαση	2	Υπέρβαση	15	Υπέρβαση	15
Υπέρβαση %	26%	Υπέρβαση %	7%	Υπέρβαση %	48%	Υπέρβαση %	48%

Σεπτέμβριος 2020		Οκτώβριος 2020		Νοέμβριος 2020		Δεκέμβριος 2020	
Ώρια	Μέρες	Ώρια	Μέρες	Ώρια	Μέρες	Ώρια	Μέρες
0.00 - 15.00	21	0.00 - 15.00	19	0.00 - 15.00	1	0.00 - 15.00	3
15.01 - 20.08	8	15.01 - 20.09	4	15.01 - 20.10	0	15.01 - 20.11	2
20.01 - 30.08	1	20.01 - 30.09	6	20.01 - 30.10	9	20.01 - 30.11	6
30.01 - 35.00	0	30.01 - 35.00	2	30.01 - 35.00	1	30.01 - 35.00	1
35.01 - 40.00	0	35.01 - 40.00	0	35.01 - 40.00	2	35.01 - 40.00	3
40.01 - 45.00	0	40.01 - 45.00	0	40.01 - 45.00	3	40.01 - 45.00	5
45.01 - 50.00	0	45.01 - 50.00	0	45.01 - 50.00	5	45.01 - 50.00	0
50.01 - 55.00	0	50.01 - 55.00	0	50.01 - 55.00	4	50.01 - 55.00	2
55.01 - 60.00	0	55.01 - 60.00	0	55.01 - 60.00	3	55.01 - 60.00	2
60.01 - 65.00	0	60.01 - 65.00	0	60.01 - 65.00	0	60.01 - 65.00	2
65.01 - 70.00	0	65.01 - 70.00	0	65.01 - 70.00	1	65.01 - 70.00	2
70.01 - 75.00	0	70.01 - 75.00	0	70.01 - 75.00	1	70.01 - 75.00	1
75.01 - 80.00	0	75.01 - 80.00	0	75.01 - 80.00	0	75.01 - 80.00	1
80.01 - 85.00	0	80.01 - 85.00	0	80.01 - 85.00	0	80.01 - 85.00	0
85.01 - 90.00	0	85.01 - 90.00	0	85.01 - 90.00	0	85.01 - 90.00	0
90.01 - 95.00	0	90.01 - 95.00	0	90.01 - 95.00	0	90.01 - 95.00	0
95.01 - 100.00	0	95.01 - 100.00	0	95.01 - 100.00	0	95.01 - 100.00	0
Υπέρβαση	9	Υπέρβαση	12	Υπέρβαση	29	Υπέρβαση	27
Υπέρβαση %	30%	Υπέρβαση %	39%	Υπέρβαση %	97%	Υπέρβαση %	90%



Έτος 2021

Ιανουάριος 2021		Φεβρουάριος 2021		Μάρτιος 2021		Απρίλιος 2021	
Ώρια	Μέρες	Ώρια	Μέρες	Ώρια	Μέρες	Ώρια	Μέρες
0.00 - 15.00	3	0.00 - 15.00	3	0.00 - 15.00	3	0.00 - 15.00	10
15.01 - 20.00	3	15.01 - 20.00	2	15.01 - 20.00	6	15.01 - 20.00	10
20.01 - 30.00	9	20.01 - 30.00	1	20.01 - 30.00	9	20.01 - 30.00	5
30.01 - 35.00	1	30.01 - 35.00	7	30.01 - 35.00	5	30.01 - 35.00	3
35.01 - 40.00	2	35.01 - 40.00	3	35.01 - 40.00	5	35.01 - 40.00	2
40.01 - 45.00	0	40.01 - 45.00	3	40.01 - 45.00	1	40.01 - 45.00	0
45.01 - 50.00	7	45.01 - 50.00	2	45.01 - 50.00	2	45.01 - 50.00	0
50.01 - 55.00	3	50.01 - 55.00	4	50.01 - 55.00	0	50.01 - 55.00	0
55.01 - 60.00	1	55.01 - 60.00	0	55.01 - 60.00	0	55.01 - 60.00	0
60.01 - 65.00	0	60.01 - 65.00	2	60.01 - 65.00	0	60.01 - 65.00	0
65.01 - 70.00	1	65.01 - 70.00	0	65.01 - 70.00	0	65.01 - 70.00	0
70.01 - 75.00	1	70.01 - 75.00	0	70.01 - 75.00	0	70.01 - 75.00	0
75.01 - 80.00	0	75.01 - 80.00	0	75.01 - 80.00	0	75.01 - 80.00	0
80.01 - 85.00	0	80.01 - 85.00	1	80.01 - 85.00	0	80.01 - 85.00	0
85.01 - 90.00	0	85.01 - 90.00	0	85.01 - 90.00	0	85.01 - 90.00	0
90.01 - 95.00	0	90.01 - 95.00	0	90.01 - 95.00	0	90.01 - 95.00	0
95.01 - 100.00	0	95.01 - 100.00	0	95.01 - 100.00	0	95.01 - 100.00	0
Υπέρβαση	28	Υπέρβαση	25	Υπέρβαση	28	Υπέρβαση	20
Υπέρβαση %	90%	Υπέρβαση %	89%	Υπέρβαση %	90%	Υπέρβαση %	67%

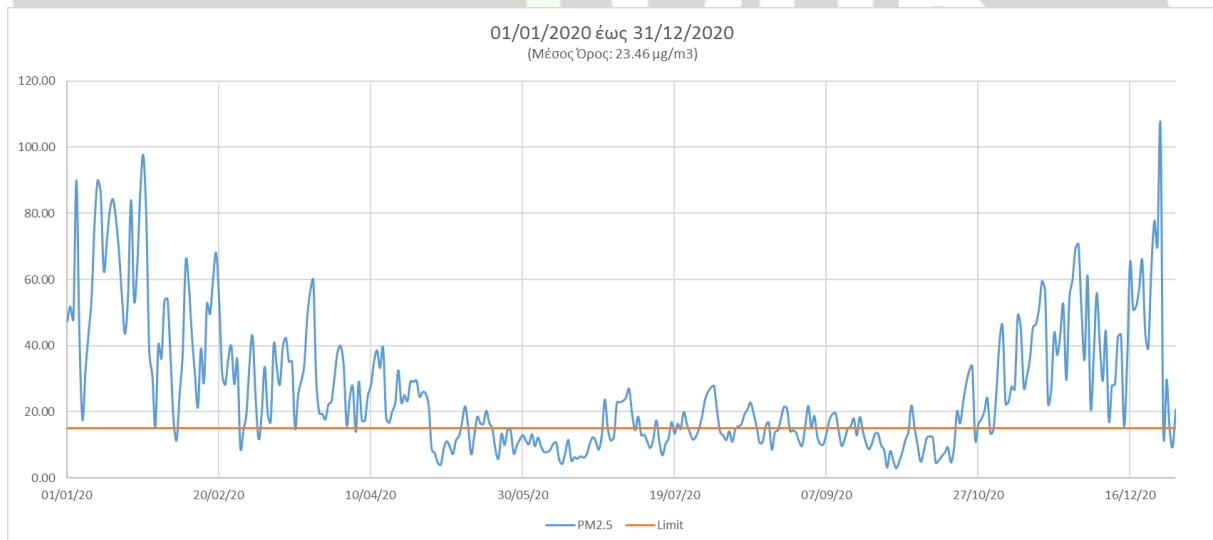
Μάιος 2021		Ιούνιος 2021		Ιούλιος 2021		Αύγουστος 2021	
Ώρια	Μέρες	Ώρια	Μέρες	Ώρια	Μέρες	Ώρια	Μέρες
0.00 - 15.00	29	0.00 - 15.00	18	0.00 - 15.00	12	0.00 - 15.00	19
15.01 - 20.00	1	15.01 - 20.00	10	15.01 - 20.00	9	15.01 - 20.00	6
20.01 - 30.00	1	20.01 - 30.00	2	20.01 - 30.00	10	20.01 - 30.00	3
30.01 - 35.00	0	30.01 - 35.00	0	30.01 - 35.00	0	30.01 - 35.00	1
35.01 - 40.00	0	35.01 - 40.00	0	35.01 - 40.00	0	35.01 - 40.00	0
40.01 - 45.00	0	40.01 - 45.00	0	40.01 - 45.00	0	40.01 - 45.00	0
45.01 - 50.00	0	45.01 - 50.00	0	45.01 - 50.00	0	45.01 - 50.00	1
50.01 - 55.00	0	50.01 - 55.00	0	50.01 - 55.00	0	50.01 - 55.00	0
55.01 - 60.00	0	55.01 - 60.00	0	55.01 - 60.00	0	55.01 - 60.00	0
60.01 - 65.00	0	60.01 - 65.00	0	60.01 - 65.00	0	60.01 - 65.00	0
65.01 - 70.00	0	65.01 - 70.00	0	65.01 - 70.00	0	65.01 - 70.00	0
70.01 - 75.00	0	70.01 - 75.00	0	70.01 - 75.00	0	70.01 - 75.00	1
75.01 - 80.00	0	75.01 - 80.00	0	75.01 - 80.00	0	75.01 - 80.00	0
80.01 - 85.00	0	80.01 - 85.00	0	80.01 - 85.00	0	80.01 - 85.00	0
85.01 - 90.00	0	85.01 - 90.00	0	85.01 - 90.00	0	85.01 - 90.00	0
90.01 - 95.00	0	90.01 - 95.00	0	90.01 - 95.00	0	90.01 - 95.00	0
95.01 - 100.00	0	95.01 - 100.00	0	95.01 - 100.00	0	95.01 - 100.00	0
Υπέρβαση	2	Υπέρβαση	12	Υπέρβαση	19	Υπέρβαση	12
Υπέρβαση %	6%	Υπέρβαση %	40%	Υπέρβαση %	61%	Υπέρβαση %	39%

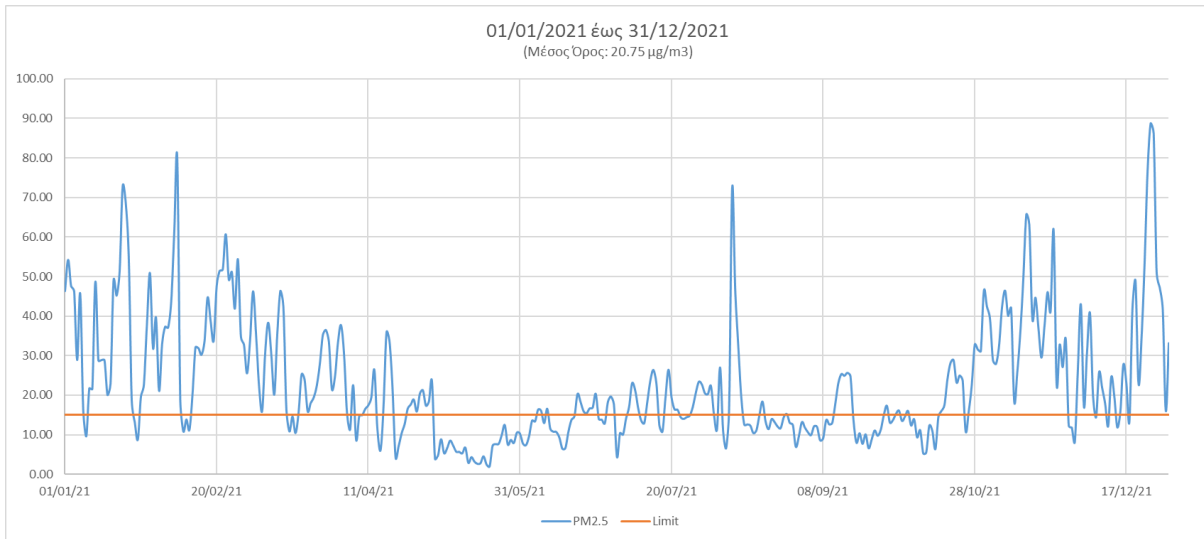


Σεπτέμβριος 2021		Οκτώβριος 2021		Νοέμβριος 2021		Δεκέμβριος 2021	
Όρια	Μέρες	Όρια	Μέρες	Όρια	Μέρες	Όρια	Μέρες
0.00 - 15.00	23	0.00 - 15.00	14	0.00 - 15.00	3	0.00 - 15.00	4
15.01 - 20.00	2	15.01 - 20.00	6	15.01 - 20.00	1	15.01 - 20.00	6
20.01 - 30.00	5	20.01 - 30.00	7	20.01 - 30.00	6	20.01 - 30.00	7
30.01 - 35.00	0	30.01 - 35.00	3	30.01 - 35.00	3	30.01 - 35.00	3
35.01 - 40.00	0	35.01 - 40.00	0	35.01 - 40.00	5	35.01 - 40.00	0
40.01 - 45.00	0	40.01 - 45.00	0	40.01 - 45.00	6	40.01 - 45.00	4
45.01 - 50.00	0	45.01 - 50.00	1	45.01 - 50.00	3	45.01 - 50.00	2
50.01 - 55.00	0	50.01 - 55.00	0	50.01 - 55.00	0	50.01 - 55.00	2
55.01 - 60.00	0	55.01 - 60.00	0	55.01 - 60.00	0	55.01 - 60.00	0
60.01 - 65.00	0	60.01 - 65.00	0	60.01 - 65.00	2	60.01 - 65.00	0
65.01 - 70.00	0	65.01 - 70.00	0	65.01 - 70.00	1	65.01 - 70.00	0
70.01 - 75.00	0	70.01 - 75.00	0	70.01 - 75.00	0	70.01 - 75.00	0
75.01 - 80.00	0	75.01 - 80.00	0	75.01 - 80.00	0	75.01 - 80.00	1
80.01 - 85.00	0	80.01 - 85.00	0	80.01 - 85.00	0	80.01 - 85.00	0
85.01 - 90.00	0	85.01 - 90.00	0	85.01 - 90.00	0	85.01 - 90.00	2
90.01 - 95.00	0	90.01 - 95.00	0	90.01 - 95.00	0	90.01 - 95.00	0
95.01 - 100.00	0	95.01 - 100.00	0	95.01 - 100.00	0	95.01 - 100.00	0
Υπέρβαση	7	Υπέρβαση	17	Υπέρβαση	27	Υπέρβαση	27
Υπέρβαση %	23%	Υπέρβαση %	55%	Υπέρβαση %	90%	Υπέρβαση %	87%

Ο αριθμός των ημερών που η μέση ημερήσια τιμή των PM2.5 ήταν πάνω από τα 15μg/m³ (το ημερήσιο όριο του παγκόσμιου οργανισμού υγείας - η ελληνική νομοθεσία δεν έχει ημερήσιο όριο) είναι ίσος για το 2020 με **231**, που αντιστοιχεί στο **63%** του χρόνου με μέσο αριθμό ημερών ανά μήνα **19** μέρες και για το 2021 με **224**, που αντιστοιχεί στο **62%** του χρόνου με μέσο αριθμό ημερών ανά μήνα **18.7** μέρες.

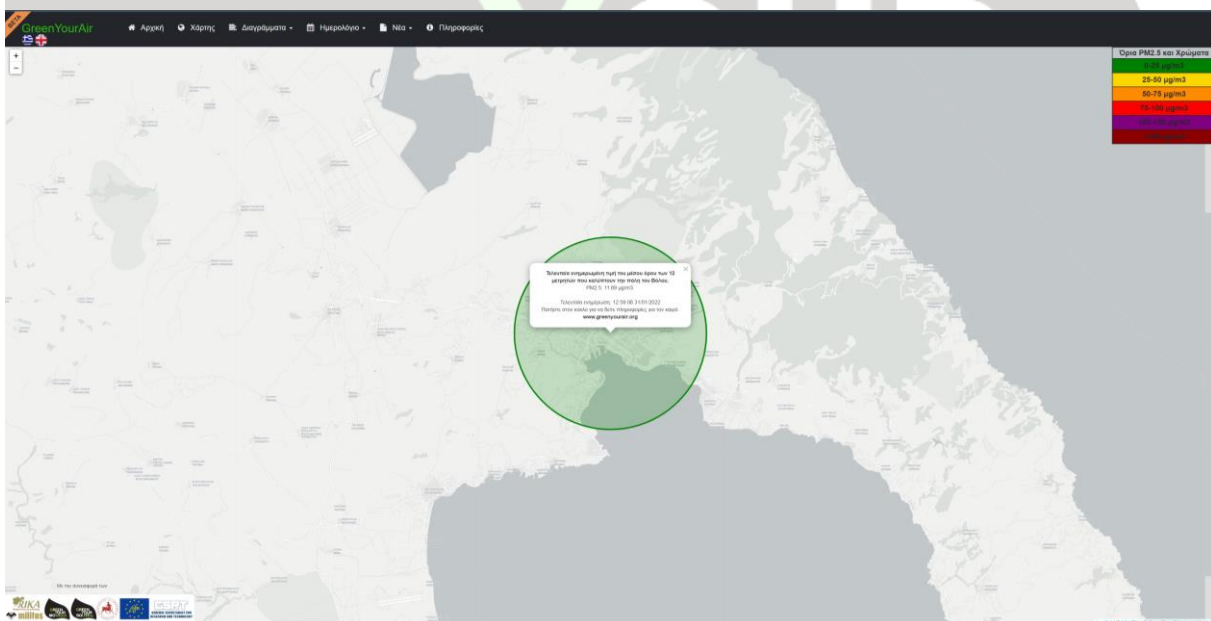
Τέλος, στα παρακάτω 2 διαγράμματα παρουσιάζονται οι μέσες ημερήσιες συγκεντρώσεις των PM2.5 για το έτος 2020 και το έτος 2021 αντίστοιχα.

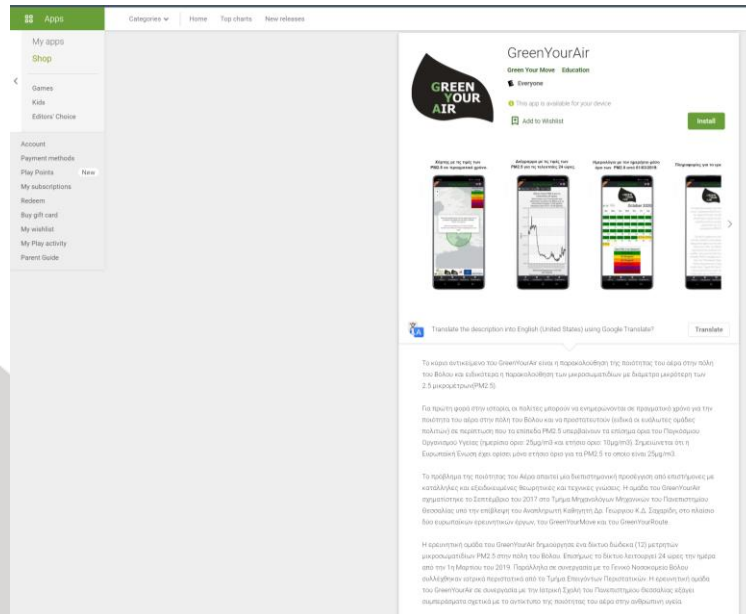




3 GreenYourAir: Ιστοσελίδα και εφαρμογή για κινητά και σταθερό υπολογιστή

Η ερευνητική ομάδα ανέπτυξε μια εφαρμογή για σταθερούς υπολογιστές (www.greenyourair.org) και μια εφαρμογή για κινητά (εφαρμογή διαθέσιμη στο Google Play) οι οποίες διατίθενται δωρεάν. Με τη χρήση αυτών των εφαρμογών οι πολίτες μπορούν να ενημερώνονται για τις τιμές των μικροσωματιδίων PM_{2.5} στην πόλη του Βόλου σε πραγματικό χρόνο. Στην παρακάτω φαίνονται οι δυο αυτές εφαρμογές.





Ο προγραμματισμός των εφαρμογών έγινε με την χρήση HTML, CSS και Java-script. Επίσης, δημιουργήθηκε ένα API για την επικοινωνία των εφαρμογών με τη βάση δεδομένων που συλλέγονται τα δεδομένα των μετρητών.

4 Επιμερισμός πηγών

Οι πηγές των αιωρούμενων σωματιδίων είναι φυσικές και ανθρωπογενείς. Σε γενικές γραμμές, ως φυσικές πηγές αιωρούμενων σωματιδίων μπορούν να θεωρηθούν τα σταγονίδια που περιέχουν διάφορα άλατα στην επιφάνεια θαλάσσιων περιοχών, οι εκπομπές σκόνης από την αιολική διάβρωση εδαφών π.χ. αφρικανική σκόνη, καύση βιογενούς ύλης (αιθάλης) και δευτερογενή σωματίδια που προέρχονται από την συμπίκνωση οργανικών ενώσεων που εκπέμπονται από φυτικούς οργανισμούς. Οι ανθρωπογενείς πηγές περιλαμβάνουν εκπομπές πρωτογενούς σωματιδιακής ύλης από ανθρώπινες δραστηριότητες και καύση ορυκτών καυσίμων. Οι πηγές των αιωρούμενων σωματιδίων, ακόμα, μπορεί να διαφέρουν και ανάλογα με το μέγεθος τους. Στις πηγές των λεπτόκοκκων σωματιδίων περιλαμβάνονται τα καυσαέρια των αυτοκινήτων, οι μεγάλες βιομηχανικές εγκαταστάσεις όπως εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, τα αεροδρόμια, τα λιμάνια, οι οικιακές θερμάνσεις, τα τζάκια, οι ψησταριές κτλ.

Η ερευνητική ομάδα GreenYourAir εκπόνησε μια μελέτη επιμερισμού πηγών σε ότι αφορά στη χωρική προέλευση των αιωρούμενων σωματιδίων ενώ τα κατέταξε και στις βασικές γνωστές πηγές ρύπανσης. Οι πηγές χωρίστηκαν σε 5 βασικές κατηγορίες με βάση την γεωγραφική τους κατανομή:

- Ρύπανση που προκαλείται μέσα στην πόλη του Βόλου.
- Μεταφερόμενη ρύπανση από τον Βορρά.
- Μεταφερόμενη ρύπανση από την Ανατολή.



- Μεταφερόμενη ρύπανση από τον Νότο.
- Μεταφερόμενη ρύπανση από την Δύση.

Στόχος αυτής της μελέτης ήταν να αναλυθεί το φαινόμενο της ρύπανσης στην πόλη του Βόλου και να οριστούν καλές πρακτικές που θα μπορούσαν να βελτιώσουν την ποιότητα του αέρα.

Για κάθε μια από τις γεωγραφικές περιοχές οριστήκαν οι βασικές πηγές ρύπανσης. Στη γεωγραφική περιοχή του πολεοδομικού συγκροτήματος του Βόλου αλλά και των περιοχών που βρίσκονται βόρεια της πόλης, οι βασικές πηγές ρύπανσης είναι: I) Θέρμανση/Εστίαση και II) Κυκλοφορία Οχημάτων. Σε ότι αφορά στην περιοχή που βρίσκεται ανατολικά της πόλης εκτός από αυτές τις δυο πηγές ρύπανσης μια επιπρόσθετη πηγή ρύπανσης είναι η βιομηχανική δραστηριότητα. Σε ότι αφορά στην νότια γεωγραφική περιοχή η βασική δραστηριότητα που υπάρχει είναι η βιομηχανική δραστηριότητα ενώ σε ότι αφορά στην δυτική γεωγραφική περιοχή δυο είναι οι βασικές πηγές ρύπανσης: I) Βιομηχανική Δραστηριότητα και II) Κυκλοφορία Οχημάτων.

Η μελέτη επιμερισμού πηγών ανέδειξε για τις 3 βασικές πηγές ότι: η Θέρμανση/Εστίαση συμμετείχε σε ποσοστό 21.64% για το 2020 και 22.46% για το 2021, η Κυκλοφορία Οχημάτων συμμετείχε σε ποσοστό 17.90% για το 2020 και 20.45% για το 2021 και η Βιομηχανική Δραστηριότητα συμμετείχε σε ποσοστό 49.22% για το 2020 και 50.23% για το 2021.

Μεσοσταθμικά, η μελέτη της ερευνητικής ομάδας GreenYourAir ανέδειξε ότι η θέρμανση και η εστίαση συμβάλουν μέχρι και 26,61% στη ρύπανση ενώ η κυκλοφορία οχημάτων συμβάλει έως και 24,88% για το 2020 και 27,53% και 29,71% για το 2021 αντίστοιχα. Παράλληλα, σημαντική είναι και η ρύπανση που φτάνει από τη δυτική γεωγραφική περιοχή στην πόλη με ποσοστό που φτάνει ως και 45,11% για το 2020 και 46,21% για το 2021 ενώ η ρύπανση που φτάνει από ανατολικά είναι μικρότερη αλλά σημαντική (έως 8,11% και 7,98%).

Έτος 2020	Ελάχιστο	Μέγιστο	Έτος 2021	Ελάχιστο	Μέγιστο
Βόλος Θέρμανση/Εστίαση	12.94%	26.61%	Βόλος Θέρμανση/Εστίαση	13.45%	27.53%
Βόλος Κυκλοφορία Οχημάτων	10.91%	24.88%	Βόλος Κυκλοφορία Οχημάτων	11.19%	29.71%
Δυτικά	27.56%	45.11%	Δυτικά	28.81%	46.21%
Ανατολικά	4.37%	8.11%	Ανατολικά	3.91%	7.98%
Νότια	5.32%	7.98%	Νότια	5.31%	8.24%
Βόρεια	0.91%	2.81%	Βόρεια	0.93%	3.01%

5 Συμπεράσματα

Το πρώτο βασικό συμπέρασμα που εκπορεύεται από την ερευνητική μελέτη σε ό,τι αφορά την πορεία της ποιότητας του αέρα στην πόλη του Βόλου είναι ότι το 2020 υπήρξε μια βελτίωση της τάξεως του 21,88% σε ότι αφορά τον ετήσιο μέσο όρο σε σχέση με το 2019 ενώ για το έτος 2021 υπήρξε μια επιπλέον βελτίωση της τάξεως του 11,55% (συνολική βελτίωση από το 2019, 30,9%).

Σε ό,τι αφορά τις βασικές πηγές ρύπανσης εμφανίζεται μια μείωση σε σχέση με το 2019 σε ό,τι αφορά την Θέρμανση/Εστίαση και την Κυκλοφορία Οχημάτων της τάξεως του 34,44% και 45,77% για το έτος 2020 αντίστοιχα και 31,94% και 38,03% σε ότι αφορά το 2021 αντίστοιχα. Σε ό,τι αφορά την βιομηχανία παρατηρείται μια αύξηση της συμμετοχής της σε σχέση με το 2019 η οποία είναι της τάξεως του 49,16% και 52,21% για το 2020 και το 2021 αντίστοιχα.



Οι παραπάνω διαφοροποιήσεις των ποσοστών συμμετοχής των πηγών σε σχέση με το 2019 μπορεί να εξηγηθεί με βάση τους παρακάτω λόγους:

- Είχαμε διαφορετικές καιρικές συνθήκες π.χ. το 2020 είχαμε 8 μέρες βροχής παραπάνω ενώ το 2021 είχαμε 21 μέρες βροχής παραπάνω σε σχέση με το 2019, οι οποίες επηρέασαν θετικά τους ημερήσιους μέσους όρους των επιπέδων των PM_{2.5},
- Είχαμε σημαντική μείωση κυκλοφοριακής συμφόρησης λόγω καταρχήν των περιορισμών μετακινήσεων με βάση τα μέτρα που αφορούν την πανδημία και κατά δεύτερο λόγο της κατασκευή των κυκλικών κόμβων και την πεζοδρόμηση συγκεκριμένων οδών στο κέντρο της πόλης του Βόλου,
- Είχαμε υλοποίηση συγκεκριμένων τεχνολογικών λύσεων (αναφέρονται ως Best Available Technologies από την ΕΕ) από την Βιομηχανία.

Να σημειωθεί ότι υπάρχουν και άλλοι λόγοι οι οποίοι επηρέασαν σημαντικά τις παραπάνω διαφοροποιήσεις, οι οποίοι δεν μπορούν να προσδιοριστούν με σιγουριά για τον αντίκτυπο που είχαν στη διαμόρφωση της ποιότητας του αέρα στην πόλη του Βόλου για τα έτη 2020 και 2021.

Κλείνοντας, θα θέλαμε να επισημάνουμε ότι το πρόβλημα της ποιότητας του αέρα συνεχίζει να υπάρχει στην πόλη του Βόλου. Καλό θα ήταν όλοι οι εμπλεκόμενοι φορείς να εργαστούν από κοινού σε συνεχή βάση με στόχο σε σύντομο χρονικό διάστημα η ποιότητα του αέρα στην πόλη του Βόλου να είναι σε μόνιμη βάση αυτή που όλοι θα θέλαμε.

GREEN
YOUR
AIR