



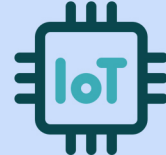
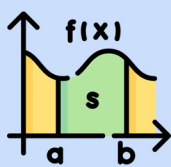
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ  
UNIVERSITY OF WEST ATTICA

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

## ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Ανάπτυξη κατάλληλου λογισμικού υπολογισμού της εξατομικευμένης  
δόσης πρόσληψης ρύπων

Development of a suitable software for calculating the individual pollutants intake dose



ΑΝΤΩΝΙΟΥ ΙΩΑΝΝΗΣ

A.M. : 46147018

Επιβλέπων: Δρ. Μουστρής Κωνσταντίνος

Αιγάλεω, Ιούλιος 2023

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....</b>	<b>1</b>
<b>ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΩΣ.....</b>	<b>5</b>
<b>ΜΕΛΗ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΟΜΕΝΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΕΙΣΗΓΗΤΗ.....</b>	<b>6</b>
<b>ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....</b>	<b>7</b>
<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....</b>	<b>8</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>10</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup> – Δείκτες Υπολογισμού Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης.....</b>	<b>13</b>
Γενική Περιγραφή.....	13
1.1 Τι είναι η ατμοσφαιρική ρύπανση.....	14
1.2 Ορισμός Συγκέντρωσης Ρύπων.....	14
1.3 Είδη Ρύπων στην Ατμόσφαιρα.....	15
1.4 Τρόποι Μέτρησης Συγκέντρωσης Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης.....	16
1.5 Τι είναι ο Δείκτης AQI.....	19
1.6 Ορισμός USA AQI.....	20
1.7 Ορισμός UK AQI.....	21
Σύνοψη Κεφαλαίου.....	22
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup> – Δείκτες Υπολογισμού Ατομικής Δόσης Ρύπανσης.....</b>	<b>25</b>
Γενική Περιγραφή.....	25
2.1 Οι Επιπτώσεις των Αιωρούμενων Σωματιδίων (PM) στον Άνθρωπο.....	26
2.2 Εισαγωγή στην Πνευμονική Λειτουργία.....	28
2.3 Εισαγωγή στους Καρδιακούς Παλμούς.....	33
2.4 Ορισμός Προσωπική Δόση Πρόσληψης Αερομεταφερόμενων Σωματιδίων.....	36
2.5 Ορισμός Minute Ventilation Model - Model (M <sub>1</sub> ).....	38
2.6 Ορισμός Minute Ventilation Model - Model (M <sub>2</sub> ).....	41
Σύνοψη Κεφαλαίου.....	43
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup> – Εισαγωγή στην Πληροφορική και τον Προγραμματισμό.....</b>	<b>46</b>
Γενική Περιγραφή.....	46

3.1	Τα είδη του προγραμματισμού στην επιστήμη της πληροφορικής.....	47
3.1.1	Περίπτωση Γλώσσας Δομημένου Προγραμματισμού: .....	49
3.1.2	Περίπτωση Διαδικαστικής Γλώσσα Προγραμματισμού: .....	49
3.2	Η γλώσσα Microsoft Visual C# .....	50
3.3	Τι είναι το .NET Framework version 4.7 .....	51
3.4	Ορισμός βιβλιοθήκες DLL .....	55
3.5	Ορισμός Αρχεία CSV .....	56
3.6	Ορισμός Αρχεία JSON .....	57
3.7	Ορισμός Αρχεία XML .....	59
3.8	Εισαγωγή στο PlantUML.....	61
	Σύνοψη Κεφαλαίου .....	64
	<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup> – Εισαγωγή στο HTTP και στο Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT) .....</b>	<b>67</b>
	Γενική Περιγραφή.....	67
4.1	Ορισμός Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT).....	69
4.2	Αρχιτεκτονική Συστημάτων IoT .....	70
4.3	Το Πρωτόκολλο HTTP .....	73
4.4	Περιγραφή του GET Method .....	76
4.5	Μηνύματα Αναγνώρισης Κατάστασης στο HTTP .....	77
4.6	Ορισμός API Calls.....	78
4.7	Purpleair Περίπτωση Απόκτησης Δεδομένων Αισθητήρα .....	79
4.8	Purpleair Περίπτωση Απόκτησης Ιστορικού.....	80
4.9	AQMesh Περίπτωση Απόκτησης Ιστορικού .....	81
	Σύνοψη Κεφαλαίου .....	83
	<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup> – Περιγραφή Υλοποίησης του Λογισμικού iPID v1.0.....</b>	<b>86</b>
	Γενική Περιγραφή.....	86
5.1	Γνωριμία με το πρόγραμμα iPID v1.0.....	88
5.2	Η καρτέλα των δεδομένων «Data Tab».....	89
5.3	Η καρτέλα του PurpleAir «PurpleAir Tab».....	90
5.4	Η καρτέλα του AQMesh «AQMesh Tab».....	92
5.5	Η καρτέλα της οπτικοποίησης των δεδομένων «Data Visualization Tab».....	93

5.6	Η καρτέλα της εξαγωγής των δεδομένων «Export Data Tab» .....	95
5.7	Η καρτέλα των ρυθμίσεων «Settings Tab».....	96
	Σύνοψη Κεφαλαίου .....	99
	<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6<sup>ο</sup> – Μελέτη Περίπτωσης με τη Χρήση του Λογισμικού iPID v1.0 .....</b>	<b>102</b>
	Γενική Περιγραφή.....	102
6.1	Εργασία με Πραγματικά Δεδομένα .....	103
6.2	Δείκτης BMI.....	104
6.3	Περιγραφή Πειράματος και Έλεγχος αξιοπιστίας του δείγματος .....	105
6.4	Υπολογισμός των Model 1 & 2 με το iPID.....	109
6.5	Υπολογισμός USA & UK AQI με το iPID.....	110
6.6	Υπολογισμός των TID (Total Intake Dose) .....	112
	Σύνοψη Κεφαλαίου .....	117
	<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7<sup>ο</sup> – Γενικά Συμπεράσματα και Αποτελέσματα.....</b>	<b>119</b>
	Γενική Περιγραφή.....	119
7.1	Γενικά Συμπεράσματα Μελέτης Περίπτωσης .....	120
7.2	Γενικά Συμπεράσματα Ανάπτυξης Λογισμικού .....	126
7.3	Γενική Επισκόπηση των δυνατοτήτων του προγράμματος iPID v1.0 και μια ματιά στο μέλλον. ....	128
	Σύνοψη Κεφαλαίου .....	130
	<b>Παράρτημα Α – Αλγόριθμος Ανάπτυξης του Δείκτη US AQI .....</b>	<b>131</b>
	<b>Παράρτημα Β – Αλγόριθμος Ανάπτυξης του Δείκτη UK AQI.....</b>	<b>134</b>
	<b>Παράρτημα Γ – Αλγόριθμος Ανάπτυξης του Μοντέλου ID1 .....</b>	<b>136</b>
	<b>Παράρτημα Δ – Αλγόριθμος Ανάπτυξης του Μοντέλου ID2.....</b>	<b>137</b>
	<b>Παράρτημα Ε – Κώδικας αλληλεπίδρασης μέσω προγραμματισμού με δεδομένα API Calls.....</b>	<b>138</b>
	<b>Παράρτημα ΣΤ – Εικονογραφημένη περιήγηση στο λογισμικό iPID v1.0 .....</b>	<b>140</b>
	<b>Παράρτημα Ζ – Συμπληρωματικοί Πίνακες Μελέτης Περίπτωσης .....</b>	<b>149</b>
	<b>Παράρτημα Η – Οπτική του λογισμικού μέσα από τον μεταγλωττιστή (Compiler) Microsoft Visual C# .....</b>	<b>153</b>
	<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....</b>	<b>155</b>



## ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΩΣ

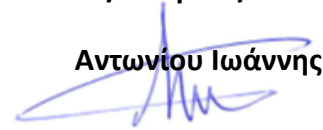
Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Αντωνίου Ιωάννης του Βασίλειου, με αριθμό μητρώου 46147018 φοιτητής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Μηχανικών του Τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής/διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

**Ο/Η Δηλών/ούσα**

**Αντωνίου Ιωάννης**



## ΜΕΛΗ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΟΜΕΝΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΕΙΣΗΓΗΤΗ

Η πτυχιακή/διπλωματική εργασία εξετάστηκε επιτυχώς από την κάτωθι εξεταστική επιτροπή:

Α/Α	ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ	ΒΑΘΜΙΔΑ ΙΔΙΟΤΗΤΑ	ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ
1	Δρ. Μουστρής Κωνσταντίνος	Καθηγητής	
2	Δρ. Σπυρόπουλος Γεώργιος	Ε.ΔΙ.Π	
3	κα Ντούρου Κλεοπάτρα	Ε.ΔΙ.Π	

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς ευχαριστίες μου στον σύμβουλο της διπλωματικής μου εργασίας, καθηγητή Δρ. Κωνσταντίνο Μουστρή, για την ανεκτίμητη καθοδήγηση, υποστήριξη και ενθάρρυνση σε όλη τη διάρκεια της διαδικασίας. Είμαι επίσης ευγνώμων στα μέλη ΔΕΠ/Ε.ΔΙ.Π. του Τμήματος Μηχανολόγων του Πανεπιστημίου όπου με τις συναρπαστικές τους διαλέξεις, εμβάθυναν σημαντικά τους ακαδημαϊκούς μου ορίζοντες. Τέλος, θα ήθελα να αναγνωρίσω την υποστήριξη της οικογένειάς μου, της οποίας η αγάπη, η υπομονή και η πίστη στις ικανότητές μου ήταν το σταθερό κίνητρό μου. Η αμέριστη υποστήριξή τους έπαιξε σημαντικό ρόλο στην εκπαιδευτική μου διαδρομή. Είμαι πραγματικά ευγνώμων για όλη την υποστήριξη και την ενθάρρυνση που έλαβα κατά τη διάρκεια των σπουδών μου.



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στα πλαίσια της διπλωματικής εργασίας, αναπτύχθηκε εξολοκλήρου και εκ του μηδενός, από τον συγγραφέα του παρόντος κειμένου Αντωνίου Ιωάννη, το λογισμικό «iPID v1.0» σύμφωνα με την καθοδήγηση του επιβλέποντος και επικεφαλής του εργαστηρίου ατμοσφαιρικής ρύπανσης του ΠΑ.Δ.Α. Δρ. Κωνσταντίνου Μουστρή. Το λογισμικό υπολογίζει την εξατομικευμένη δόση πρόσληψης ρύπων συλλέγοντας τόσο δεδομένα από IoT βάσεις του διαδικτύου που υποστηρίζουν API calls (Online), όσο και από ιστορικό δεδομένων εκτός σύνδεσης (Offline).

Στο πρώτο κεφάλαιο, παρέχεται η γενική περιγραφή των δεικτών υπολογισμού της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Το κεφάλαιο εξηγεί την έννοια της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και τον ορισμό της συγκέντρωσης των ρύπων. Στη συνέχεια εξετάζει τους διάφορους τύπους ρύπων που υπάρχουν στην ατμόσφαιρα καθώς και τις μεθόδους που χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση της συγκέντρωσής τους. Επίσης, το κεφάλαιο εισάγει τον Δείκτη Ποιότητας Αέρα (AQI) και εξετάζει τον ορισμό του με βάσει τα αμερικάνικα κριτήρια (USA AQI) και με τα βρετανικά (UK AQI).

Στο δεύτερο κεφάλαιο, έχουμε την γενική περιγραφή των δεικτών υπολογισμού ατομικής δόσης ρύπου. Διερευνάμε την επίδραση των σωματιδίων (PM) στην ανθρώπινη υγεία και αναλύουμε την αρχή της πνευμονικής λειτουργίας ώστε να καταλάβουμε την παράμετρο FVC. Επίσης, δίνεται η εισαγωγή της έννοιας των καρδιακών παλμών. Στη συνέχεια, το κεφάλαιο εξηγεί τον ορισμό της προσωπικής δόσης πρόσληψης ρύπου κατά τα μοντέλα «Minute Ventilation Model» M1 και M2.

Το τρίτο κεφάλαιο μας εισάγει στον τομέα της πληροφορικής και του προγραμματισμού. Ξεκινά με μια γενική περιγραφή των τύπων προγραμματισμού στην επιστήμη της πληροφορικής. Στην συνέχεια, γίνεται αναφορά στη Microsoft Visual C# και την έκδοση 4.7 του .NET Framework. Ορίζει επίσης τις βιβλιοθήκες DLL, τα αρχεία CSV, τα αρχεία JSON, τα αρχεία XML και μας εισάγει στο PlantUML, εργαλείο χρήσιμο για την σχεδίαση συστημάτων.

Το τέταρτο κεφάλαιο, παρέχει μια γενική περιγραφή του HTTP και του Internet of Things (IoT). Αρχικά, ορίζει το IoT και την αρχιτεκτονική δομή των συστημάτων IoT. Στη συνέχεια, το κεφάλαιο εξηγεί το πρωτόκολλο HTTP, περιγράφει τη μέθοδο GET του πρωτοκόλλου και εξερευνά τα μηνύματα επιβεβαίωσης κατάστασης στο HTTP. Στην συνέχεια, ορίζει περαιτέρω τις κλήσεις API Calls και παρουσιάζει τον τρόπο υλοποίησης αυτών στην πλατφόρμα της PurpleAir και της AQMesh.

Στο πέμπτο κεφάλαιο, έχουμε μια γενική περιγραφή του λογισμικού του iPID v1.0. Συνοπτικά, εξετάζονται οι καρτέλες του προγράμματος και με σύντομο και γενικό τρόπο οι περισσότερες λειτουργίες του.

Στο έκτο κεφάλαιο, παρουσιάζεται μια μελέτη περίπτωσης χρησιμοποιώντας το λογισμικό iPID v1.0. Γίνεται αναφορά για τον τρόπο συλλογής των δεδομένων καθώς και του τρόπου ελέγχου της αξιοπιστίας του δείγματος. Στη συνέχεια, ορίζεται ο δείκτης Μάζας Σώματος (ΔΜΣ) και περιγράφεται αναλυτικά η πορεία πραγματοποίησης της μελέτης μέσω του λογισμικού. Συνοπτικά, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα AQI, PID και TID.

Τέλος, στο έβδομο κεφάλαιο, αποτυπώνεται η συνολική εικόνα της εργασίας μέσω των αποτελεσμάτων και των συμπερασμάτων που προέκυψαν.

## ABSTRACT

As part of the diploma thesis, the software "**iPID v1.0**" was entirely developed from scratch by the author of this text, Ioannis Antoniou, under the guidance of Dr. Konstantinos Moustiris, the supervisor and head of the Atmospheric Pollution Laboratory at the University of West Attica. The software calculates personalized pollutant intake doses by collecting data from IoT databases through internet-supported API calls (Online method) and from offline history data.

In the first chapter, a general description of atmospheric pollution indices is provided. The chapter explains the concept of atmospheric pollution and the definition of pollutant concentration. Also, examines the various types of pollutants present in the atmosphere, as well as the methods used to measure their concentration. Additionally, the chapter introduces the Air Quality Index (AQI) and determines its definition based on both American criteria (USA AQI) and British criteria (UK AQI).

In the second chapter, we have the general description of pollutant intake dose calculation indices. We explore the impact of particulate matter (PM) on human health and analyze the principle of pulmonary function to understand the parameter FVC. Additionally, an introduction to the concept of heart rate is provided. The chapter then explains the definition of personal pollutant intake dose according to the models "**Minute Ventilation Model**"  $M_1$  and  $M_2$ .

The third chapter introduces us to the field of computer science and programming. It begins with a general description of programming types in the field of computer science. Then, Microsoft Visual C# and version 4.7 of the .NET Framework is explained. Also, DLL libraries, CSV files, JSON files, XML files and PlantUML a useful tool for systems designing are introduced.

In the fifth chapter, we have a general description of the iPID v1.0 software. Briefly, the program's tabs are examined, and most of its functions are explained in a concise and general manner.

In the sixth chapter, a case study is presented using the iPID v1.0 software. The data collection process and the method for ensuring sample reliability is also, discussed. Furthermore, the Body Mass Index (BMI) is defined, and the study's progression is described in detail through the use of the software. Briefly, the results for AQI, PID, and TID are presented.

Finally, in the seventh chapter, the overall picture of the work is captured through the presentation of results and conclusions that have been drawn.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup> – Δείκτες Υπολογισμού Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup> – Δείκτες Υπολογισμού Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης

### Γενική Περιγραφή

Το περιεχόμενο του πρώτου κεφαλαίου, καλύπτει θέματα σχετικά με την ατμοσφαιρική ρύπανση και τους δείκτες υπολογισμού της. Τις μεθόδους μέτρησης της συγκέντρωσης των ρύπων καθώς και τον ορισμό του δείκτη ποιότητας αέρα (AQI) στις Ηνωμένες Πολιτείες και το Ηνωμένο Βασίλειο.

Η ατμοσφαιρική ρύπανση στην Ενότητα 1.1, αναφέρεται στην παρουσία επιβλαβών ουσιών, για την ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον, στον αέρα. Στη συνέχεια, η Ενότητα 1.2 μας εισάγει στους δείκτες υπολογισμού που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση των επιπέδων ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Αυτοί οι δείκτες βοηθούν στην ποσοτικοποίηση της σοβαρότητας της αέριας ρύπανσης και παρέχουν έναν τυποποιημένο τρόπο μέτρησης και σύγκρισης των επιπέδων μόλυνσης της ατμόσφαιρας.

Η Ενότητα 1.3 εστιάζει στις μεθόδους που χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση της συγκέντρωσης των αέριων ρύπων. Περιγράφει τις τεχνικές και τα όργανα που χρησιμοποιούνται για τη συλλογή δεδομένων σχετικά με τις συγκεντρώσεις ρύπων στον αέρα.

Η έννοια της συγκέντρωσης ρύπων και ο υπολογισμός της επεξηγούνται στην Ενότητα 1.4. Σε αυτή την παράγραφο, γίνεται περιγραφή του τρόπου με τον οποίο υπολογίζονται οι συγκεντρώσεις των ρύπων, κοινώς, εξετάζουμε μια κρίσιμη παράμετρο, για την ακριβή αξιολόγηση των επιπέδων ρύπανσης.

Οι Ενότητες 1.5, 1.6 και 1.7 εμβαθύνουν στους ορισμούς του Δείκτη Ποιότητας Αέρα (AQI) σε διάφορες χώρες. Το AQI είναι μια αριθμητική κλίμακα που παρουσιάζει πληροφορίες για την ποιότητα του αέρα σε κατανοητή μορφή για το μη επιστημονικό κοινό. Ο δείκτης AQI των Ηνωμένων Πολιτειών (ενότητα 1.6) καθώς και ο δείκτης AQI του Ηνωμένου Βασιλείου (ενότητα 1.7) έχουν συγκεκριμένους ορισμούς και διαφορετικά όρια για την κατηγοριοποίηση των συνθηκών ποιότητας του αέρα.

Συνοπτικά, στο κεφάλαιο αυτό, καλύπτονται διάφορες πτυχές της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, συμπεριλαμβανομένου του ορισμού και των δεικτών υπολογισμού της, των μεθόδων μέτρησης της συγκέντρωσης ρύπων και του ορισμού του Δείκτη Ποιότητας Αέρα στις Ηνωμένες Πολιτείες και το Ηνωμένο Βασίλειο.

## 1.1 Τι είναι η ατμοσφαιρική ρύπανση

Η ατμοσφαιρική ρύπανση, γνωστή και ως ρύπανση της ατμόσφαιρας, είναι η παρουσία επιβλαβών ουσιών στον αέρα που αναπνέουμε. Αυτές οι ουσίες, που συχνά αναφέρονται ως ρύποι, μπορούν να προέρχονται από ποικίλες πηγές, όπως βιομηχανικές δραστηριότητες, μεταφορές και φυσικά γεγονότα όπως πυρκαγιές και ηφαιστειακές εκρήξεις.

Η ατμοσφαιρική ρύπανση μπορεί να έχει αρνητικές επιπτώσεις τόσο στην ανθρώπινη υγεία όσο και στο περιβάλλον. Όταν αναπνέουμε μολυσμένο αέρα, μπορεί να προκαλέσει μια σειρά από αναπνευστικά προβλήματα, όπως άσθμα, βρογχίτιδα και καρκίνο του πνεύμονα. Η ατμοσφαιρική ρύπανση μπορεί επίσης να επιδεινώσει τις υπάρχουσες συνθήκες υγείας, όπως οι καρδιακές παθήσεις και ο διαβήτης.

Εκτός από τις επιπτώσεις της στην ανθρώπινη υγεία, η ατμοσφαιρική ρύπανση μπορεί επίσης να βλάψει το περιβάλλον. Ο μολυσμένος αέρας μπορεί να βλάψει τις καλλιέργειες και τα δάση, να βλάψει την άγρια ζωή και να συμβάλει στην κλιματική αλλαγή.

Για την αντιμετώπιση του προβλήματος της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, κυβερνήσεις και οργανισμοί σε όλο τον κόσμο έχουν εφαρμόσει κανονισμούς καθώς και πρωτοβουλίες για τη μείωση των εκπομπών από διάφορες πηγές και την προώθηση καθαρότερης ενέργειας στις μεταφορές. Μειώνοντας την ατμοσφαιρική ρύπανση, μπορούμε να βελτιώσουμε την ανθρώπινη υγεία και να προστατεύσουμε το περιβάλλον για τις μελλοντικές γενιές.

## 1.2 Ορισμός Συγκέντρωσης Ρύπων

Η συγκέντρωση ρύπων αναφέρεται στην ποσότητα ενός ρύπου για παράδειγμα των  $PM_{10}$  που υπάρχουν σε δεδομένο όγκο αέρα, νερού ή εδάφους. Η συγκέντρωση ενός ρύπου συνήθως εκφράζεται σε μονάδες μάζας ανά μονάδα όγκου ή μάζα ανά μονάδα βάρους, όπως μικρογραμμάρια ανά κυβικό μέτρο ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) = ( $\text{ug}/\text{m}^3$ ) ή χλιοστόγραμμα ανά κυβικό μέτρο ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) ή μέρη ανά εκατομμύριο (ppm).

### 1.3 Είδη Ρύπων στην Ατμόσφαιρα

Η ατμόσφαιρα ρυπαίνεται από διάφορες πηγές, ενώ, οι ρύποι που εκπέμπονται είναι σε μορφή στερεών, αερίων ή υγρών σωματιδίων. Οι κύριες κατηγορίες ρύπων στην ατμόσφαιρα περιλαμβάνουν

1. **Αιωρούμενα Σωματίδια (PM):** Μετρά την ποσότητα στερεών και υγρών σωματιδίων που υπάρχουν στον αέρα. Τα PM2.5 και PM10 είναι οι πιο συχνά χρησιμοποιούμενες μετρήσεις. Ωστόσο υπάρχουν ξεχωριστές μετρήσεις συγκέντρωσης και για τα PM1.0.
2. **Οξείδια του αζώτου (NO<sub>x</sub>):** Πρόκειται για επιβλαβή αέρια που απελευθερώνονται από οχήματα και βιομηχανικές διεργασίες. Τα επίπεδα NO<sub>x</sub> χρησιμοποιούνται συχνά ως μέτρο εκτίμησης της ατμοσφαιρικής ρύπανσης.
3. **Διοξείδιο του θείου (SO<sub>2</sub>):** Ο συγκεκριμένος ρύπος απελευθερώνεται κυρίως από την καύση ορυκτών καυσίμων και συμβάλλει σημαντικά στην όξινη βροχή και στα αναπνευστικά προβλήματα.
4. **Μονοξείδιο του άνθρακα (CO):** Πρόκειται για ένα δηλητηριώδες αέριο που παράγεται όταν καίγεται κάποια καύσιμη ύλη. Τα υψηλά επίπεδα CO μπορεί να είναι επικίνδυνα για την ανθρώπινη υγεία.
5. **Όζον (O<sub>3</sub>):** Το όζον, σχηματίζεται από μια χημική αντίδραση μεταξύ NO<sub>x</sub> και πτητικών οργανικών ενώσεων (VOCs). Τα υψηλά επίπεδα όζοντος μπορεί να προκαλέσουν αναπνευστικά προβλήματα.
6. **Πτητικές οργανικές ενώσεις (VOCs):** Πρόκειται για χημικές ουσίες που απελευθερώνονται από οικιακά και βιομηχανικά προϊόντα, συμπεριλαμβανομένων χρωμάτων, διαλυτών και καθαριστικών. Οι πτητικές οργανικές ενώσεις μπορούν να αντιδράσουν με άλλους ρύπους για να σχηματίσουν επιβλαβείς ενώσεις.

Με την παρακολούθηση και τον υπολογισμό αυτών των δεικτών, οι επιστήμονες και οι ειδικοί της ατμοσφαιρικής ρύπανσης μπορούν να προσδιορίσουν το επίπεδο της ατμοσφαιρικής ρύπανσης σε μια δεδομένη περιοχή και να λάβουν τα κατάλληλα μέτρα για τη μείωσή της.



#### 1.4 Τρόποι Μέτρησης Συγκέντρωσης Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης

Οι δείκτες υπολογισμού της ατμοσφαιρικής ρύπανσης μετρώνται χρησιμοποιώντας μια ποικιλία μεθόδων και οργάνων παρακολούθησης. Στην συνέχεια, παραθέτουμε μερικές από τις πιο συχνά χρησιμοποιούμενες μεθόδους:

1. **Παρακολούθηση ποιότητας αέρα περιβάλλοντος (Ambient air quality monitoring):** Περιλαμβάνει τη συλλογή δειγμάτων αέρα σε διάφορες τοποθεσίες χρησιμοποιώντας εξειδικευμένα όργανα, όπως μόνιτορ ποιότητας αέρα. Η ανάλυση των δειγμάτων γίνεται σε ένα εργαστήριο για τον προσδιορισμό των επιπέδων των ρύπων.
2. **Τηλεπισκόπηση (Remote Sensing):** Η μέθοδος περιλαμβάνει τη χρήση δορυφορικών εικόνων και τεχνικών τηλεπισκόπησης για την παρακολούθηση της ποιότητας του αέρα σε μεγάλες περιοχές.
3. **Απογραφή Εκπομπών (Emissions Inventory):** Περιλαμβάνει την εκτίμηση της ποσότητας των ρύπων που εκπέμπονται από διάφορες πηγές, όπως βιομηχανικές δραστηριότητες, μεταφορές και μονάδες παραγωγής ενέργειας, χρησιμοποιώντας δεδομένα για την κατανάλωση καυσίμου, τους ρυθμούς παραγωγής και άλλους παράγοντες.
4. **Δοκιμή πηγών (Source testing):** Πρόκειται για την άμεση μέτρηση εκπομπών από συγκεκριμένες πηγές, όπως εστίες καπνού, χρησιμοποιώντας εξειδικευμένα όργανα.
5. **Μοντελοποίηση (Modelling):** Αυτό περιλαμβάνει τη χρήση μοντέλων υπολογιστή για την προσομοίωση της διασποράς των ρύπων στην ατμόσφαιρα με βάση δεδομένα εκπομπών, καιρικά μοτίβα και άλλους παράγοντες.

Μόλις συλλεχθούν τα δεδομένα χρησιμοποιώντας αυτές τις μεθόδους, οι δείκτες υπολογισμού της ατμοσφαιρικής ρύπανσης μπορούν να υπολογιστούν και να χρησιμοποιηθούν για την πρόληψη και την ανάπτυξη στρατηγικών μείωσής της. Η μέθοδος που χρησιμοποιείται κυρίως για τη μέτρηση των δεικτών υπολογισμού της ατμοσφαιρικής ρύπανσης καθορίζεται από τη συγκεκριμένη κατάσταση και τον σκοπό της παρακολούθησης.

Για παράδειγμα, η πρώτη μέθοδος παρακολούθηση της ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα χρησιμοποιείται συχνά σε αστικές περιοχές και σε συγκεκριμένα σημεία ενδιαφέροντος, όπως κοντά σε αυτοκινητόδρομους ή βιομηχανικές εγκαταστάσεις. Αυτή η μέθοδος παρέχει λεπτομερείς πληροφορίες σχετικά με τα επίπεδα διαφορετικών ρύπων στον αέρα και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον εντοπισμό περιοχών όπου η ρύπανση είναι ιδιαίτερα υψηλή.

Οι μέθοδοι τηλεπισκόπησης και μοντελοποίησης χρησιμοποιούνται συχνά για την παρακολούθηση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης σε μεγαλύτερες περιοχές, όπως ολόκληρες πόλεις ή μεγάλες εκτάσεις της περιφέρειας. Αυτές οι μέθοδοι παρέχουν μια ευρύτερη εικόνα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον εντοπισμό πηγών ρύπανσης και για την ανάπτυξη στρατηγικών μείωσης των εκπομπών.

Οι απογραφές εκπομπών και οι μέθοδοι δοκιμής πηγών χρησιμοποιούνται συνήθως για την εκτίμηση της ποσότητας των ρύπων που εκπέμπονται από πηγές όπως μονάδες ηλεκτροπαραγωγής ή βιομηχανικές εγκαταστάσεις ή ναυτιλία.

Η παρακολούθηση της ποιότητας του αέρα, περιλαμβάνει τη χρήση εξειδικευμένων οργάνων, συμπεριλαμβανομένων αισθητήρων, για τη συλλογή δειγμάτων και την μετέπειτα ανάλυση αυτών σε κατάλληλο εργαστήριο ώστε να προκύψουν τα επίπεδα διαφορετικών ρύπων.

Η παρακολούθηση βάσει αισθητήρων περιλαμβάνει τη χρήση μικρών, φορητών συσκευών, κατάλληλων να μετρούν μια ποικιλία ρύπων, όπως τα σωματίδια, τα οξείδια του αζώτου, το μονοξείδιο του άνθρακα και το όζον, ενώ παράλληλα, μπορούν να παρέχουν δεδομένα σε πραγματικό χρόνο για την ποιότητα του αέρα.

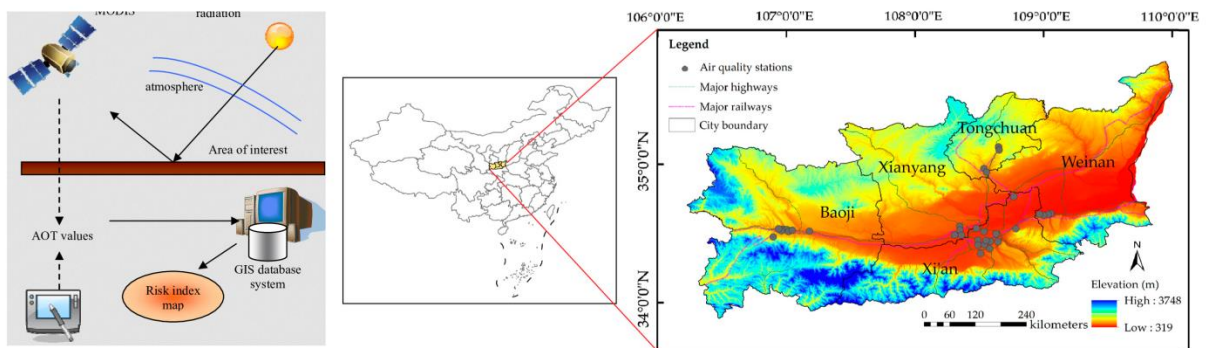
Η παρακολούθηση που βασίζεται σε αισθητήρες έχει γίνει ολοένα και πιο δημοφιλής τα τελευταία χρόνια λόγω της ανάπτυξης χαμηλού κόστους, φορητών συσκευών, καθώς και της αυξανόμενης διαθεσιμότητας εργαλείων ανάλυσης δεδομένων. Αυτή η μέθοδος μπορεί να παρέχει μια πιο λεπτομερή εικόνα των προτύπων ατμοσφαιρικής ρύπανσης και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον εντοπισμό πηγών ρύπανσης και για την ανάπτυξη στοχευμένων στρατηγικών μείωσης των εκπομπών.

Ωστόσο, είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η παρακολούθηση που βασίζεται σε αισθητήρες έχει τους περιορισμούς της. Η ακρίβεια των μετρήσεων μπορεί να ποικίλλει ανάλογα με την ποιότητα και τη βαθμονόμηση των οργάνων που χρησιμοποιούνται. Τα δεδομένα που συλλέγονται μπορεί να μην είναι πάντα άμεσα συγκρίσιμα με δεδομένα που συλλέγονται χρησιμοποιώντας άλλες μεθόδους παρακολούθησης. Ως εκ τούτου, είναι σημαντικό να προηγείται αξιολόγηση και επικύρωση των δεδομένων που λαμβάνονται από αισθητήρια όργανα προτού χρησιμοποιηθούν για σκοπούς λήψης αποφάσεων.



**Εικόνα 1** - Ανιχνευτής ποιότητας αέρα.

**Πηγή:** [https://img.fruugo.com/product/2/43/562905432\\_max.jpg](https://img.fruugo.com/product/2/43/562905432_max.jpg)



**Εικόνα 2** – Εκτίμηση της ποιότητας αέρα με την μέθοδο της τηλεπισκόπησης. Στην μέθοδο αυτή έχουμε ταυτόχρονη χρήση των GIS συστημάτων/δεδομένων.

**Πηγή:** <https://www.mdpi.com/2072-4292/12/18/3042>

## 1.5 Τι είναι ο Δείκτης AQI

Ο δείκτης AQI σημαίνει Air Quality Index, είναι ένα τυποποιημένο μέτρο που χρησιμοποιείται για την αναφορά ημερήσιων επιπέδων ποιότητας του αέρα. Ο δείκτης AQI παρέχει πληροφορίες σχετικά με το πόσο καθαρός ή μολυσμένος είναι ο αέρας σε μια δεδομένη περιοχή και υπολογίζεται με βάση τις συγκεντρώσεις πολλών ρύπων, συμπεριλαμβανομένων των αιωρούμενων σωματιδίων, του όζοντος, του διοξειδίου του αζώτου, του διοξειδίου του θείου και του μονοξειδίου του άνθρακα.

Παρέχοντας πληροφορίες σχετικά με την ποιότητα του αέρα σε μια κατανοητή μορφή, ο δείκτης AQI βοηθά τις κοινωνίες μας να λαμβάνουν ενημερωμένες αποφάσεις σχετικά με τις υπαίθριες δραστηριότητές των ανθρώπων και να λαμβάνουν μέτρα για την προστασία της υγείας μας σε περιόδους υψηλής ρύπανσης. Χρησιμοποιείται συνήθως από κυβερνητικούς φορείς, αξιωματούχους δημόσιας υγείας και περιβαλλοντικούς οργανισμούς για τη μετάδοση πληροφοριών αναφορικά με την ποιότητα του αέρα στο κοινό.

Ανάλογα με την χώρα προέλευσης, την κατά τόπο ρύπανση και ισχύουσα νομοθεσία αλλά και για άλλους λόγους, έχουν αναπτυχθεί αρκετά και διαφορετικά μοντέλα υπολογισμού του δείκτη AQI. Τα μοντέλα αυτά ενδεχομένως να διαφωνούν στο τελικό νούμερο, ωστόσο όλα συμφωνούν στην πρόληψη και εκτίμηση των ρύπων. Για παράδειγμα, η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει έναν παρόμοιο δείκτη που ονομάζεται European Air Quality Index (EAQI), ο οποίος επίσης, περιγράφει τα επίπεδα ποιότητας του αέρα με βάση τις συγκεντρώσεις πολλών ρύπων, συμπεριλαμβανομένων των σωματιδίων, του διοξειδίου του αζώτου, του διοξειδίου του θείου και του όζοντος.

Ομοίως, η Κίνα έχει το δικό της AQI, το οποίο βασίζεται σε ένα ελαφρώς διαφορετικό σύνολο ρύπων και έχει διαφορετική αριθμητική κλίμακα. Το κινεζικό AQI χρησιμοποιεί έξι ρύπους: PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>10</sub>, διοξείδιο του θείου, διοξείδιο του αζώτου, μονοξείδιο του άνθρακα και όζον. Η κλίμακα κυμαίνεται από 0 έως 500, με τιμές πάνω από 300 να υποδηλώνουν «σοβαρά μολυσμένο» αέρα.

Άλλες χώρες μπορεί επίσης να έχουν τις δικές τους εκδόσεις του AQI ή παρόμοιους δείκτες που έχουν σχεδιαστεί για να παρέχουν στο κοινό πληροφορίες σχετικά με τις τοπικές συνθήκες ποιότητας του αέρα και τους σχετικούς κινδύνους για την υγεία. Ωστόσο, ανεξάρτητα από τον συγκεκριμένο δείκτη που χρησιμοποιείται, ο στόχος είναι ο ίδιος: να παρέχονται έγκαιρες και ακριβείς πληροφορίες για την ποιότητα του αέρα ώστε να βοηθούν τους ανθρώπους να προστατεύσουν την υγεία τους και να λάβουν τεκμηριωμένες αποφάσεις για τις υπαίθριες δραστηριότητες.

## 1.6 Ορισμός USA AQI

Ο τυπικός δείκτης ποιότητας αέρα (AQI) που χρησιμοποιείται στις Ηνωμένες Πολιτείες είναι μια χρωματική κλίμακα που κυμαίνεται από 0 έως 500, με έξι κατηγορίες που αντιστοιχούν σε διαφορετικά επίπεδα ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Ακολουθούν οι κατηγορίες AQI και τα αντίστοιχα επίπεδα:

1. **Καλή (0-50):** Η ποιότητα του αέρα θεωρείται ικανοποιητική και η ατμοσφαιρική ρύπανση ενέχει ελάχιστο ή καθόλου κίνδυνο.
2. **Μέτρια (51-100):** Η ποιότητα του αέρα είναι αποδεκτή, αλλά ορισμένοι ρύποι μπορεί να προκαλέσουν μέτρια ανησυχία για την υγεία σε πολύ μικρό αριθμό ατόμων που είναι ασυνήθιστα ευαίσθητα στην ατμοσφαιρική ρύπανση.
3. **Ανθυγιεινό για ευαίσθητες ομάδες (101-150):** Μέλη ευαίσθητων ομάδων, όπως παιδιά, ηλικιωμένοι και άτομα με αναπνευστικές ή καρδιακές παθήσεις, μπορεί να παρουσιάσουν επιπτώσεις στην υγεία τους.
4. **Ανθυγιεινό (151-200):** Όλοι μπορεί να αρχίσουν να αντιμετωπίζουν επιπτώσεις στην υγεία τους και τα μέλη ευαίσθητων ομάδων μπορεί να εμφανίσουν πιο σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία τους.
5. **Πολύ Ανθυγιεινό (201-300):** Προειδοποιήσεις υγείας για καταστάσεις έκτακτης ανάγκης. Ολόκληρος ο πληθυσμός είναι πιο πιθανό να επηρεαστεί.
6. **Επικίνδυνο (301-500):** Προειδοποίηση για την υγεία: ο καθένας μπορεί να αντιμετωπίσει πιο σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία του.

Το AQI βασίζεται στις συγκεντρώσεις πέντε κύριων ατμοσφαιρικών ρύπων: όζον στο επίπεδο του εδάφους, σωματίδια, μονοξείδιο του άνθρακα, διοξείδιο του θείου και διοξείδιο του αζώτου. Το AQI υπολογίζεται για κάθε ρύπο και η υψηλότερη τιμή AQI για οποιονδήποτε ρύπο χρησιμοποιείται ως συνολική τιμή AQI για μια συγκεκριμένη τοποθεσία και χρονική περίοδο.

Παρέχοντας πληροφορίες σχετικά με την ποιότητα του αέρα σε μια κατανοητή μορφή, το AQI βοηθά τα άτομα να λαμβάνουν ενημερωμένες αποφάσεις σχετικά με τις υπαίθριες δραστηριότητές τους και να λαμβάνουν μέτρα για την προστασία της υγείας τους σε περιόδους υψηλής ρύπανσης. Χρησιμοποιείται συνήθως από κυβερνητικούς φορείς, αξιωματούχους δημόσιας υγείας και περιβαλλοντικούς οργανισμούς για τη μετάδοση πληροφοριών για την ποιότητα του αέρα στο κοινό.

## 1.7 Ορισμός UK AQI

Το Ηνωμένο Βασίλειο χρησιμοποιεί έναν διαφορετικό δείκτη ποιότητας αέρα που ονομάζεται Daily Air Quality Index (DAQI), ο οποίος είναι παρόμοιος με τον AQI που χρησιμοποιείται στις Ηνωμένες Πολιτείες. Το DAQI παρέχει επίσης πληροφορίες σχετικά με την ποιότητα του αέρα σε μια κατανοητή μορφή, χρησιμοποιώντας μια χρωματική κλίμακα που κυμαίνεται από 1 έως 10, με το 1 να είναι η καλύτερη ποιότητα αέρα και το 10 να είναι η χειρότερη ποιότητα αέρα. Ακολουθούν οι κατηγορίες DAQI και τα αντίστοιχα επίπεδα:

1. **Χαμηλή (1-3):** Η ποιότητα του αέρα είναι καλή και ενέχει χαμηλό κίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία.
2. **Μέτρια (4-6):** Η ποιότητα του αέρα είναι αποδεκτή, αλλά μερικοί άνθρωποι μπορεί να παρουσιάσουν μικρές επιπτώσεις στην υγεία.
3. **Υψηλό (7-9):** Η ποιότητα του αέρα είναι κακή και μπορεί να προκαλέσει μέτριες έως σημαντικές επιπτώσεις στην υγεία σε μερικούς ανθρώπους.
4. **Πολύ υψηλή (10):** Η ποιότητα του αέρα είναι πολύ κακή και μπορεί να προκαλέσει σημαντικές επιπτώσεις στην υγεία για τους περισσότερους ανθρώπους.

Ο DAQI υπολογίζεται με βάση τις συγκεντρώσεις τεσσάρων ρύπων: σωματίδια, διοξείδιο του αζώτου, διοξείδιο του θείου και όζον. Ο δείκτης υπολογίζεται για κάθε ρύπο και η υψηλότερη τιμή δείκτη για οποιονδήποτε ρύπο χρησιμοποιείται ως η συνολική τιμή DAQI για μια συγκεκριμένη τοποθεσία και χρονική περίοδο.

Όπως το AQI στις Ηνωμένες Πολιτείες, το DAQI παρέχει πληροφορίες στο κοινό σχετικά με τις συνθήκες ποιότητας του αέρα και τους σχετικούς κινδύνους για την υγεία, βοηθώντας τα άτομα να λαμβάνουν ενημερωμένες αποφάσεις σχετικά με τις υπαίθριες δραστηριότητες και να λαμβάνουν μέτρα για την προστασία της υγείας τους σε περιόδους υψηλής ρύπανσης.

## Σύνοψη Κεφαλαίου

1. Η ατμοσφαιρική ρύπανση αποτελείται από επιβλαβείς ουσίες στον αέρα, προερχόμενες από ποικίλες πηγές, όπως βιομηχανίες, μεταφορές και άλλα φυσικά γεγονότα.
2. Η ατμοσφαιρική ρύπανση έχει αρνητικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία, προκαλώντας αναπνευστικά προβλήματα και επιδεινώνοντας τις υπάρχουσες παθήσεις, ενώ επίσης πλήττει το περιβάλλον, προκαλώντας ζημιές στις καλλιέργειες, τα δάση, την άγρια ζωή και συμβάλλοντας στην κλιματική αλλαγή.
3. Οι συγκεντρώσεις ρύπων που συνθέτουν το πρόβλημα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης περιλαμβάνουν τα PM (σωματίδια σωματιδίων), NO<sub>x</sub> (οξειδία του αζώτου), SO<sub>2</sub> (διοξείδιο του θείου), CO (μονοξείδιο του άνθρακα), O<sub>3</sub> (όζον) και VOCs (πτητικές οργανικές ενώσεις).
4. Οι δείκτες υπολογισμού της ατμοσφαιρικής ρύπανσης χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση και την αξιολόγηση του επιπέδου της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και επιτρέπουν στους επιστήμονες και τους περιβαλλοντικούς εμπειρογνώμονες να λάβουν δράση για τη μείωση φαινομένων ρύπανσης.
5. Τρόποι μέτρησης της ατμοσφαιρικής ρύπανσης περιλαμβάνουν την παρακολούθηση ποιότητας αέρα περιβάλλοντος μέσω συλλογής δειγμάτων αέρα και τηλεπισκόπησης με χρήση δορυφορικών εικόνων.
6. Άλλοι τρόποι μέτρησης περιλαμβάνουν την απογραφή εκπομπών για την εκτίμηση της ποσότητας ρύπων που εκπέμπονται από πηγές και τη χρήση μοντελοποίησης για την προσομοίωση της διασποράς των ρύπων στην ατμόσφαιρα.
7. Η συγκέντρωση ρύπων αναφέρεται στην ποσότητα ενός ρύπου που υπάρχει σε έναν δεδομένο όγκο αέρα, νερού ή εδάφους, και εκφράζεται συνήθως σε μονάδες μάζας ανά μονάδα όγκου ή μάζας ανά μονάδα βάρους.
8. Ο υπολογισμός της συγκέντρωσης ρύπων πραγματοποιείται με τη χρήση διαφόρων τεχνικών και οργάνων ανάλογα με τον τύπο του ρύπου και το υπόδειγμα μέσου. Υπάρχει απαίτηση για αξιόπιστες και ακριβείς τεχνικές παρακολούθησης ώστε να προκύψουν ακριβείς και συνεπείς μετρήσεις.
9. Ο δείκτης AQI (Air Quality Index) είναι ένα τυποποιημένο μέτρο που χρησιμοποιείται για την αναφορά ημερήσιων επιπέδων ποιότητας του αέρα σε μια δεδομένη περιοχή. Οι δείκτες AQI των ρύπων, προκύπτουν από τις μετρούμενες συγκεντρώσεις, συμπεριλαμβανομένων των αιωρούμενων σωματιδίων (PM), του όζοντος (O<sub>3</sub>), του διοξειδίου του αζώτου (NO<sub>2</sub>), του διοξειδίου του θείου (SO<sub>2</sub>) και του μονοξειδίου του άνθρακα (CO).
10. Παρουσιάζοντας πληροφορίες για την ποιότητα του αέρα σε κατανοητή μορφή, ο δείκτης AQI βοηθά τους ανθρώπους να λαμβάνουν τεκμηριωμένες αποφάσεις σχετικά με τις υπαίθριες δραστηριότητές τους και να λαμβάνουν μέτρα για την προστασία της υγείας τους σε περιόδους υψηλής ρύπανσης. Χρησιμοποιείται συνήθως από κυβερνητικούς φορείς, αξιωματούχους δημόσιας υγείας και περιβαλλοντικούς οργανισμούς για τη μετάδοση πληροφοριών για την ποιότητα του αέρα στο κοινό.

11. Ο δείκτης USA AQI είναι μια χρωματική κλίμακα που κυμαίνεται από 0 έως 500, με έξι κατηγορίες που αντιστοιχούν σε διαφορετικά επίπεδα ατμοσφαιρικής ρύπανσης.
12. Ο ημερήσιος δείκτης ποιότητας αέρα του Ηνωμένου Βασιλείου (DAQI) χρησιμοποιεί μια χρωματική κλίμακα που κυμαίνεται από το 1 έως το 10 για να υποδείξει την ποιότητα του αέρα, με το 1 να είναι το καλύτερο και το 10 το χειρότερο.
13. Τόσο ο δείκτης DAQI όσο και ο δείκτης USA AQI, παρέχουν πληροφορίες σχετικά με την ποιότητα του αέρα σε κατανοητή μορφή, βοηθώντας τους ανθρώπους να λαμβάνουν τεκμηριωμένες αποφάσεις και να λαμβάνουν μέτρα για την προστασία της υγείας τους σε περιόδους υψηλής ρύπανσης.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup> – Δείκτες Υπολογισμού Ατομικής Δόσης Ρύπανσης



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup> – Δείκτες Υπολογισμού Ατομικής Δόσης Ρύπανσης

### Γενική Περιγραφή

Το δεύτερο κεφάλαιο, επικεντρώνεται στην επίδραση των αιωρούμενων σωματιδίων (PM) στην ανθρώπινη υγεία, με συγκεκριμένες ενότητες που εξετάζουν τις επιπτώσεις των PM, την πνευμονική λειτουργία, τον ορισμό της προσωπικής δόσης έκθεσης στα αιωρούμενα σωματίδια, καθώς και τα μοντέλα εξατομικευμένης δόσης ρύπανσης «Minute Ventilation Models»  $M_1$  και  $M_2$ .

Η Ενότητα 2.1 διερευνά τις συνέπειες των PM στην ανθρώπινη υγεία. Εξετάζει τις δυσμενείς επιπτώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων και υπογραμμίζει τους πιθανούς κινδύνους για την υγεία που συνδέονται με την έκθεση σε PM.

Στην Ενότητα 2.2, παρέχεται μια εισαγωγή στην πνευμονική λειτουργία. Το κεφάλαιο, παρέχει μια επισκόπηση της λειτουργίας των πνευμόνων και του αναπνευστικού συστήματος, τονίζοντας τη σημασία τους για τη διατήρηση της ανθρώπινης υγείας. Από τεχνικής απόψεως, μέσω της συγκεκριμένης ενότητας αποσκοπούμε στην διερεύνηση της γεωμετρίας των ανθρώπινων πνευμόνων και την κατανόηση όρων όπως για παράδειγμα του FVC που επηρεάζει σημαντικά την ατομική δόση ρύπου. Επιπλέον, η Ενότητα 2.3 μας εισάγει στην έννοια του καρδιακού ρυθμού που επηρεάζει κατακόρυφα τα μοντέλα πρόληψης ρύπου που θα αναλύσουμε στη συνέχεια.

Ο ορισμός της προσωπικής δόσης έκθεσης σε αιωρούμενα σωματίδια μελετάται στην Ενότητα 2.4. Αυτή η ενότητα εξηγεί πώς ποσοτικοποιείται η ποσότητα των σωματιδίων στα οποία εκτίθεται ένα άτομο, κάτι που είναι πολύτιμο για την κατανόηση των πιθανών επιπτώσεων στην υγεία από την έκθεση σε PM.

Οι Ενότητες 2.5 και 2.6 εισάγουν δύο μοντέλα: «Minute Ventilation Model»  $M_1$  και  $M_2$ . Αυτά τα μοντέλα στοχεύουν να εκτιμήσουν τον κατά λεπτό αερισμό, ο οποίος αντιπροσωπεύει τον όγκο του αέρα που αναπνέεται σε ένα λεπτό. Τα μοντέλα βοηθούν στην αξιολόγηση του ρυθμού εισπνοής και της πιθανής πρόσληψης αιωρούμενων σωματιδίων.

Συνοπτικά, το κεφάλαιο καλύπτει διάφορες πτυχές της επίδρασης των αιωρούμενων σωματιδίων στην ανθρώπινη υγεία. Περιλαμβάνει ενότητες για τις επιδράσεις των PM, την πνευμονική λειτουργία, τον ορισμό της προσωπικής δόσης έκθεσης στα αιωρούμενα σωματίδια, καθώς και τα «Minute Ventilation Models»  $M_1$

και  $M_2$ , τα οποία είναι χρήσιμα για την εκτίμηση των ρυθμών εισπνοής και της πρόσληψης σωματιδίων.

## 2.1 Οι Επιπτώσεις των Αιωρούμενων Σωματιδίων (PM) στον Άνθρωπο

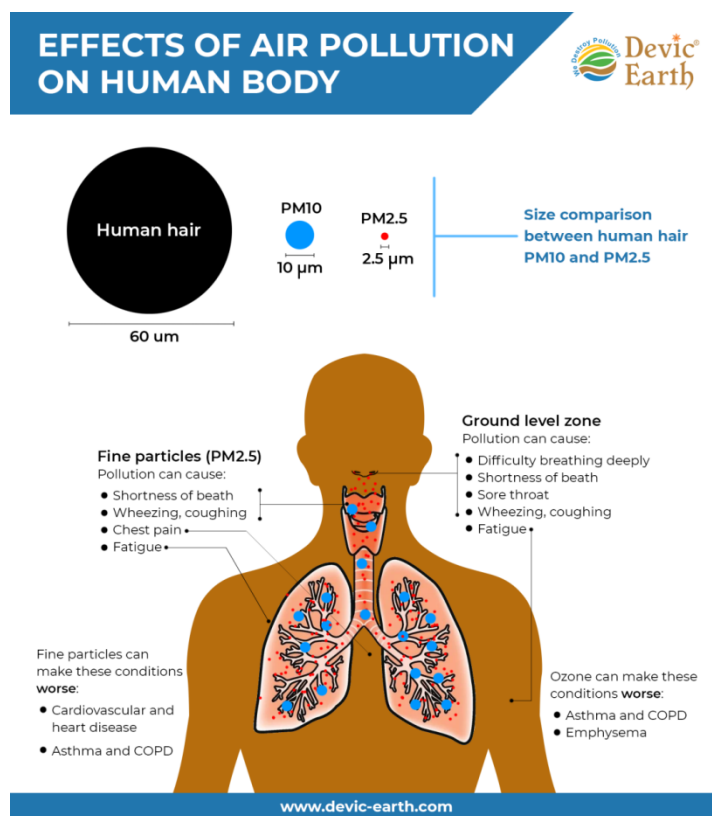
Τα σωματίδια PM, γνωστά και ως αιωρούμενα σωματίδια, μπορούν να έχουν επιβλαβείς επιπτώσεις στον ανθρώπινο οργανισμό καθώς εισέρχονται στο αιματοποιητικό σύστημα μέσω της εισπνοής. Τα σωματίδια PM αναφέρονται σε μικροσκοπικά σωματίδια που αιωρούνται στον αέρα, συμπεριλαμβανομένης της σκόνης, της αιθάλης, του καπνού και άλλων ρύπων, με διαμέτρους 10 και 2.5 μικρομέτρων (αναφέρονται ως  $PM_{10}$ ,  $PM_{2.5}$ ) ή μικρότερη.

Όταν τα σωματίδια PM εισπνέονται, μπορούν να διεισδύσουν βαθιά στο αναπνευστικό σύστημα και να εισέλθουν στην κυκλοφορία του αίματος μέσω των πνευμόνων. Μόλις εισέλθουν στην κυκλοφορία του αίματος, μπορεί να έχουν πολλές δυσμενείς επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία όπως:

1. **Φλεγμονή:** Τα σωματίδια PM μπορεί να πυροδοτήσουν μια φλεγμονώδη απόκριση στο σώμα, οδηγώντας στην παραγωγή προφλεγμονωδών ουσιών. Αυτές οι ουσίες μπορεί να προκαλέσουν συστολή και στένωση των αιμοφόρων αγγείων, οδηγώντας σε μειωμένη ροή αίματος.
2. **Ενδοθηλιακή δυσλειτουργία:** Τα σωματίδια PM μπορεί να βλάψουν τη λειτουργία του ενδοθηλίου, που είναι η εσωτερική επένδυση των αιμοφόρων αγγείων. Αυτή η δυσλειτουργία μπορεί να διαταράξει τη ρύθμιση της αρτηριακής πίεσης, την πήξη του αίματος και τον αγγειακό τόνο, αυξάνοντας τον κίνδυνο καρδιαγγειακών παθήσεων.
3. **Πήξη αίματος:** Η έκθεση σε σωματίδια PM μπορεί να προάγει την πήξη του αίματος ενεργοποιώντας τα αιμοπετάλια και αυξάνοντας την παραγωγή παραγόντων πήξης. Αυτό μπορεί να αυξήσει τον κίνδυνο θρόμβων αίματος, που μπορεί να οδηγήσει σε καταστάσεις όπως η εν τω βάθει φλεβική θρόμβωση ή φλεβοθρόμβωση (ΕΒΦΘ), καρδιακές προσβολές και εγκεφαλικά επεισόδια.
4. **Συστηματική φλεγμονή:** Τα σωματίδια PM μπορούν επίσης να προκαλέσουν συστηματική φλεγμονή σε όλο το σώμα, οδηγώντας σε αυξημένα επίπεδα φλεγμονωδών δεικτών στο αίμα. Η παρατεταμένη έκθεση σε σωματίδια PM και η χρόνια φλεγμονή μπορεί να συμβάλει στην ανάπτυξη καρδιαγγειακών παθήσεων, όπως η αθηροσκλήρωση.

5. **Οξειδωτικό στρες:** Τα σωματίδια PM μπορούν να δημιουργήσουν αντιδραστικά είδη οξυγόνου (ROS) στο σώμα, προκαλώντας οξειδωτικό στρες. Το οξειδωτικό στρες μπορεί να βλάψει κύτταρα και ιστούς, συμπεριλαμβανομένων εκείνων στα αιμοφόρα αγγεία, και να συμβάλει στην εξέλιξη των καρδιαγγειακών παθήσεων.

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η σοβαρότητα αυτών των επιπτώσεων μπορεί να ποικίλλει ανάλογα με τη συγκέντρωση και τη σύνθεση των σωματιδίων PM, καθώς και την ατομική ευαισθησία. Η παρατεταμένη ή επαναλαμβανόμενη έκθεση σε υψηλά επίπεδα ρύπανσης PM είναι πιο πιθανό να προκαλέσει σημαντική βλάβη στο αιματοποιητικό σύστημα και τη γενική υγεία. Για να ελαχιστοποιήσουμε την έκθεση, συνιστάται να παραμένουμε σε καλά αεριζόμενους χώρους, να χρησιμοποιούμε συσκευές καθαρισμού αέρα καθώς και να μειώνουμε την έκθεση σε πηγές ρύπανσης όταν και εφόσον είναι δυνατόν.

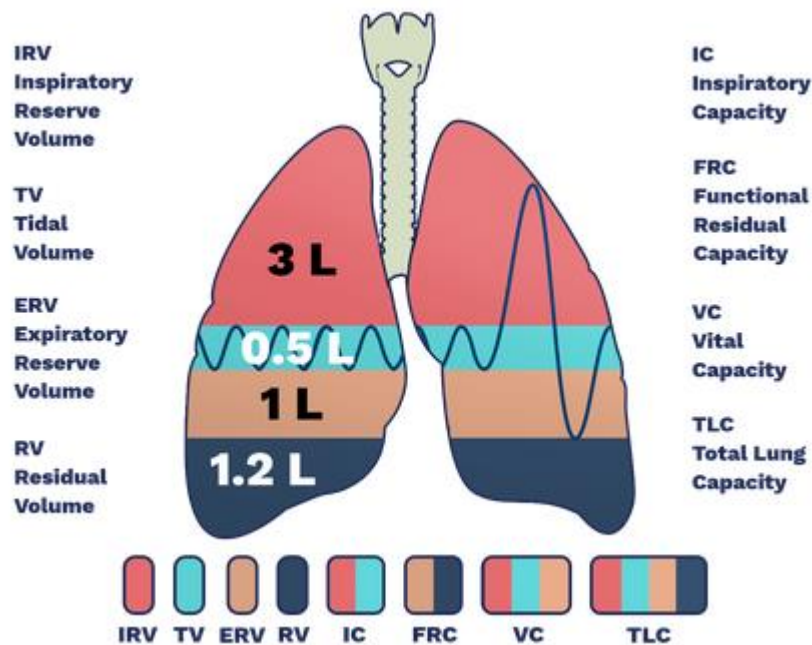


**Εικόνα 3** – Σημεία καθίζησης αιωρούμενων σωματιδίων στον ανθρώπινο οργανισμό. Σημείωση 1 $\mu\text{m}$  = 1 $\mu\text{m}$

**Πηγή:** <https://www.devic-earth.com/blog/what-are-pm2-5-and-pm10-how-they-affect-you-and-solutions>

## 2.2 Εισαγωγή στην Πνευμονική Λειτουργία

Οι πνεύμονες είναι ένα από τα κύρια όργανα του ανθρώπινου αναπνευστικού συστήματος. Η κύρια λειτουργία τους είναι να διευκολύνουν την ανταλλαγή οξυγόνου και διοξειδίου του άνθρακα μεταξύ του αέρα και της κυκλοφορίας του αίματος. Οι πνεύμονες αποτελούνται από δύο κύριους λοβούς στην αριστερή πλευρά και τρεις λοβούς στη δεξιά πλευρά, που περικλείονται μέσα στον κλωβό των πλευρών. Η μέση συνολική χωρητικότητα των πνευμόνων, είναι συνήθως περίπου 5-6 λίτρα. Ωστόσο, η μέση χωρητικότητα των πνευμόνων σε λίτρα μπορεί να ποικίλλει ανάλογα με παράγοντες όπως η ηλικία, το φύλο, το μέγεθος του σώματος και η συνολική υγεία.



**Εικόνα 4** – Προοπτική γεωμετρική αναπαράσταση, κατηγοριοποίηση της όγκο-χωρητικότητας των ανθρώπινων πνευμόνων.

Πηγή: <https://theory.labster.com/lung-capacities/>

Χρησιμοποιώντας σχεδόν αυτούσιες τις μεταφράσεις της κ. Ευδοξίας Τσίγκου και της κ. Ελένης Μπουτζούκα, επαγγελματιών υγείας, ώστε να αποφευχθούν λάθη επί της ιατρικής επιστήμης, παραθέτουμε την απόδοση των όρων της **Εικόνας 4**.

1. **IRV (Inspiratory reserve volume, Εισπνεόμενος εφεδρικός όγκος):** το μέγιστο ποσό του αέρα που μπορεί να εισπνευσθεί από το τέλος της ήρεμης εισπνοής (liters).

2. **IC (Inspiratory capacity-Εισπνευστική χωρητικότητα):** το μέγιστο ποσό του αέρα που μπορεί να εισπνευσθεί από το τέλος της εκπνοής (liters). Υπολογίζεται ως  $IC = TV + IRV$
3. **TV (Tidal volume- Αναπνεόμενος όγκος):** Όγκος αέρα που εισπνέεται ή εκπνέεται με κάθε κανονική αναπνοή. Κανονική τιμή: 500 ml
4. **FRC (Functional residual capacity, λειτουργική υπολειπόμενη χωρητικότητα):** ο όγκος του αέρα που παραμένει στον πνεύμονα στο τέλος μιας φυσιολογικής εκπνοής (liters). Υπολογίζεται ως  $FRC = ERV + RV$
5. **ERV (Expiratory reserve volume, Εκπνεόμενος εφεδρικός όγκος):** το μέγιστο ποσό του αέρα που μπορεί να εκπνευσθεί από το τέλος της ήρεμης εκπνοής (liters).
6. **VC (Vital Capacity - Ζωτική χωρητικότητα):** Είναι περισσότερο διαδεδομένο ως εξαναγκασμένη ζωτική χωρητικότητα (FVC) και αφορά τον όγκο αέρα που εκπνέεται αναγκαστικά μετά από μέγιστη εισπνοή  $VC = FVC = TV + IRV + ERV$
7. **RV (Residual volume-Υπολειπόμενος όγκος):** ο όγκος του αέρα που παραμένει στον πνεύμονα μετά τη μέγιστη εκπνοή (liters).
8. **TLC (Total lung capacity-Ολική πνευμονική χωρητικότητα):** ο όγκος του αέρα που περιέχεται στους πνεύμονες μετά μέγιστη εισπνοή (liters). Υπολογίζεται ως  $TLC = IRV + TV + ERV + RV$

Η χωρητικότητα των πνευμόνων αναφέρεται στον όγκο του αέρα που μπορούν να συγκρατήσουν ή να ανταλλάξουν οι πνεύμονες κατά την αναπνοή. Τα κύρια μεγέθη είναι το TV, IRV, ERV, RV. Συνδυαστικά με τα βασικά μεγέθη, μπορούν να υπολογιστούν τα μεγέθη IC, FRC, VC, TLC.

Η **Εισπνευστική Χωρητικότητα (IC)** υπολογίζεται αθροίζοντας τον Αναπνεόμενο Όγκο (TV) και τον Εισπνεόμενο Εφεδρικό Όγκο (IRV). Ο τύπος για τον υπολογισμό του IC είναι

$$IC = TV + IRV$$

1. **Αναπνεόμενος Όγκος (TV):** Ο αναπνεόμενος όγκος αντιπροσωπεύει τον όγκο του αέρα που εισπνέεται ή εκπνέεται κατά τη διάρκεια μιας κανονικής αναπνοής σε ηρεμία. Συνήθως είναι περίπου 500 ml.
2. **Εισπνεόμενος εφεδρικός όγκος (IRV):** Ο εισπνεόμενος εφεδρικός όγκος αναφέρεται στον πρόσθετο όγκο αέρα που μπορεί να εισπνεύσει με δύναμη μετά από μια κανονική εισπνοή. Αντιπροσωπεύει τη μέγιστη ποσότητα αέρα που μπορεί να εισπνεύσει πέρα από τον TV. Η μέση τιμή του IRV είναι συνήθως περίπου 3.000-3.500 ml.

Η **Λειτουργική Υπολειπόμενη Χωρητικότητα (FRC)** υπολογίζεται αθροίζοντας τον Εκπνεόμενο εφεδρικό όγκο (ERV) και τον Υπολειπόμενο Όγκο (RV). Ο τύπος για τον υπολογισμό του FRC έχει ως εξής:

$$\text{FRC} = \text{ERV} + \text{RV}$$

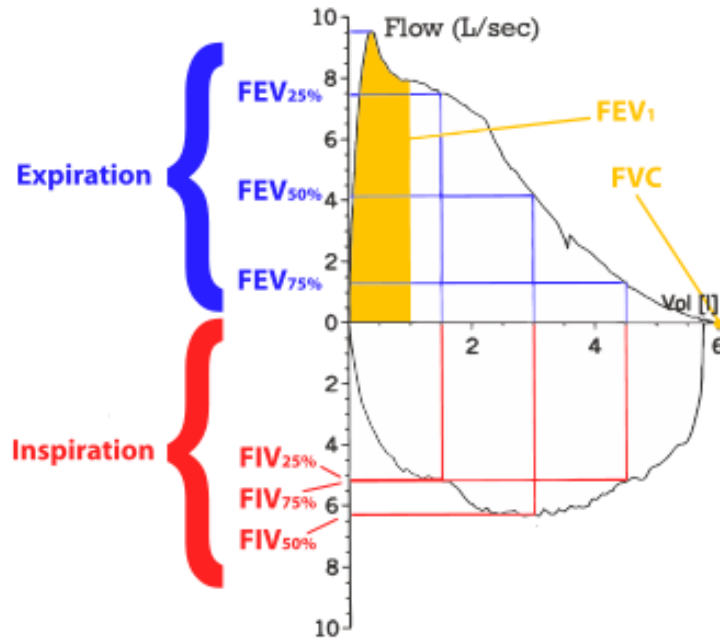
1. **Εκπνεόμενος Εφεδρικός Όγκος (ERV):** Ο ERV αντιπροσωπεύει τον πρόσθετο όγκο αέρα που μπορεί να εκπνεύσει με δύναμη μετά από μια κανονική εκπνοή. Είναι η μέγιστη ποσότητα αέρα που μπορεί να εκπνεύσει πέρα από τον TV. Η μέση τιμή του ERV είναι συνήθως περίπου 1.000-1.200 χιλιοστόλιτρα (ml).
2. **Υπολειπόμενος όγκος (RV):** Ο RV αντιπροσωπεύει τον όγκο του αέρα που παραμένει στους πνεύμονες ακόμη και μετά από μια μέγιστη εκπνοή. Διατηρεί τους πνεύμονες μερικώς φουσκωμένους για να διατηρήσουν τη δομική τους ακεραιότητα και να αποτρέψουν την κατάρρευση των πνευμόνων. Η μέση τιμή του RV είναι συνήθως περίπου 1.200-1.300 ml.

Η **ζωτική χωρητικότητα (VC)** υπολογίζεται αθροίζοντας τον αναπνεόμενο όγκο (TV), τον εφεδρικό όγκο εισπνοής (IRV) και τον εφεδρικό όγκο εκπνοής (ERV). Ο τύπος για τον υπολογισμό του VC έχει ως εξής:

$$\text{VC} = \text{FVC} = \text{TV} + \text{IRV} + \text{ERV}$$

Οι όροι Vital Capacity (VC) και Forced Vital Capacity (FVC) είναι ουσιαστικά η ίδια μέτρηση. Και οι δύο αναφέρονται στον μέγιστο όγκο αέρα που μπορεί να εκπνεύσει ο άνθρωπος με δύναμη μετά από μια μέγιστη εισπνοή. Αυτοί οι όροι χρησιμοποιούνται συχνά σε κλινικά πλαίσια και δοκιμές πνευμονικής λειτουργίας. Η δοκιμή (FVC) εκτελείται συνήθως για την αξιολόγηση της πνευμονικής λειτουργίας και είναι μια βασική παράμετρος στη σπιρομέτρηση, μια δοκιμή πνευμονικής λειτουργίας. Κατά τη διάρκεια μιας δοκιμής FVC, ένα άτομο παίρνει μια βαθιά αναπνοή και στη συνέχεια εκπνέει με δύναμη όσο το δυνατόν περισσότερο αέρα σε ένα σπιρόμετρο. Ο μέγιστος όγκος αέρα που εκπνέεται κατά τη διάρκεια αυτού του πειράματος είναι το FVC.

Σε όλα τα μοντέλα που θα περιγραφούν στην συνέχεια, κάνουν εκτενή χρήση του συντελεστού FVC. Συνεπώς, κρίνεται σκόπιμη η εκτενή του ανάλυση.



**Εικόνα 5** – Καμπύλη ροής – όγκου κατά την σπιρομέτρηση. Ο συντελεστής FEV αφορά τον δυναμικά εκπνεόμενο όγκο. Το FVC, όπως προκύπτει από την καμπύλη είναι ο μέγιστος όγκος εκπνευσμένου αέρα.

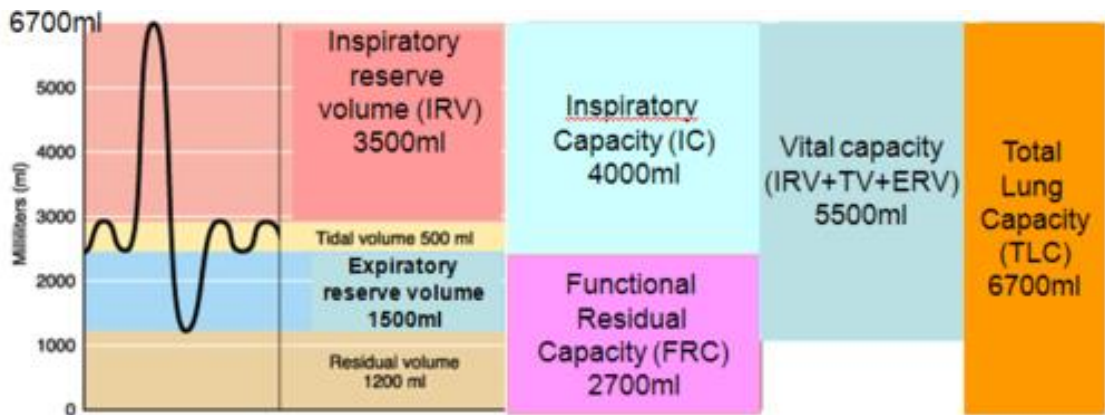
**Πηγή:** <https://www.ioanninamed.gr/topics/pulmonology/spirometry>

Η **Ολική Πνευμονική Χωρητικότητα (TLC)** υπολογίζεται αθροίζοντας όλους τους όγκους των πνευμόνων, συμπεριλαμβανομένου του εφεδρικού όγκου εισπνοής (IRV), του αναπνεόμενου όγκου (TV), του εφεδρικού όγκου εκπνοής (ERV) και του υπολειπόμενου όγκου (RV). Ο τύπος για τον υπολογισμό του TLC έχει ως εξής:

$$\text{TLC} = \text{IRV} + \text{TV} + \text{ERV} + \text{RV}$$

Υπάρχουν διάφορες δοκιμές πνευμονικής λειτουργίας (PFTs) που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση της υγείας και της λειτουργίας των πνευμόνων. Αυτές οι εξετάσεις συνήθως εκτελούνται από επαγγελματίες του ιατρικού τομέα, όπως πνευμονολόγους χρησιμοποιώντας εξειδικευμένο εξοπλισμό. Ευρέως γνωστό στους μη επαγγελματίες υγείας είναι η σπιρομέτρηση, ωστόσο, υπάρχουν και άλλες τεχνικές όπως η μέτρηση μέγιστης εκπνευστικής ροής (pef), η μέτρηση όγκου πνεύμονα, μέτρηση ικανότητας διάχυσης.

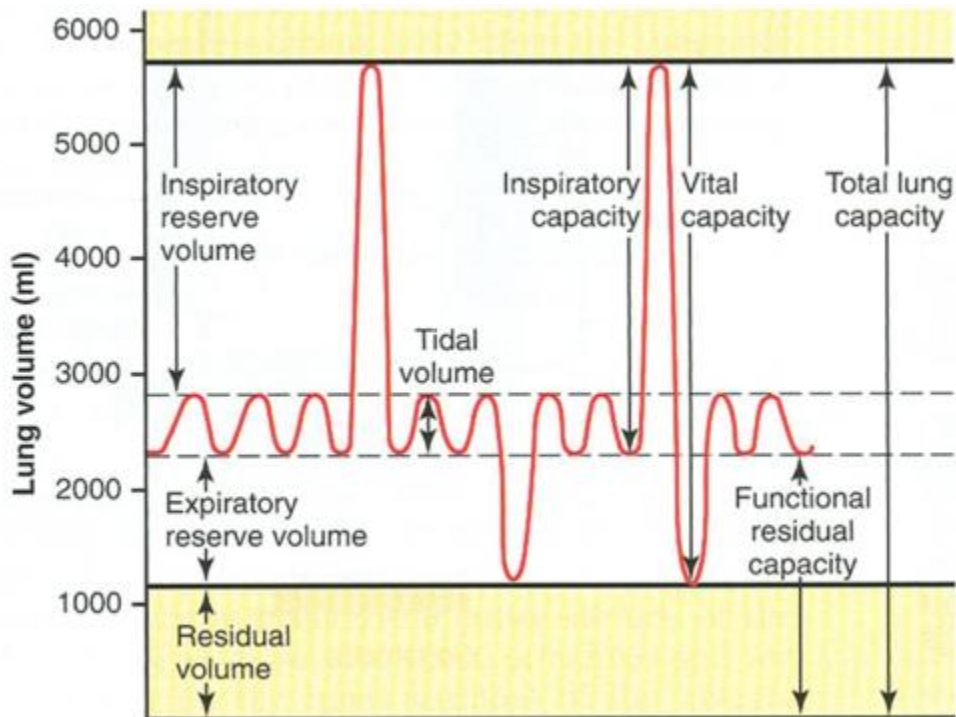




(a) Spirographic record for a male

**Εικόνα 6** – Οπτικοποίηση σήματος καταγραφής πνευμονικής λειτουργίας με αναφορά στον εκάστοτε όγκο.

**Πηγή:** <https://quizlet.com/338352508/lung-volumes-and-capacities-flash-cards/>

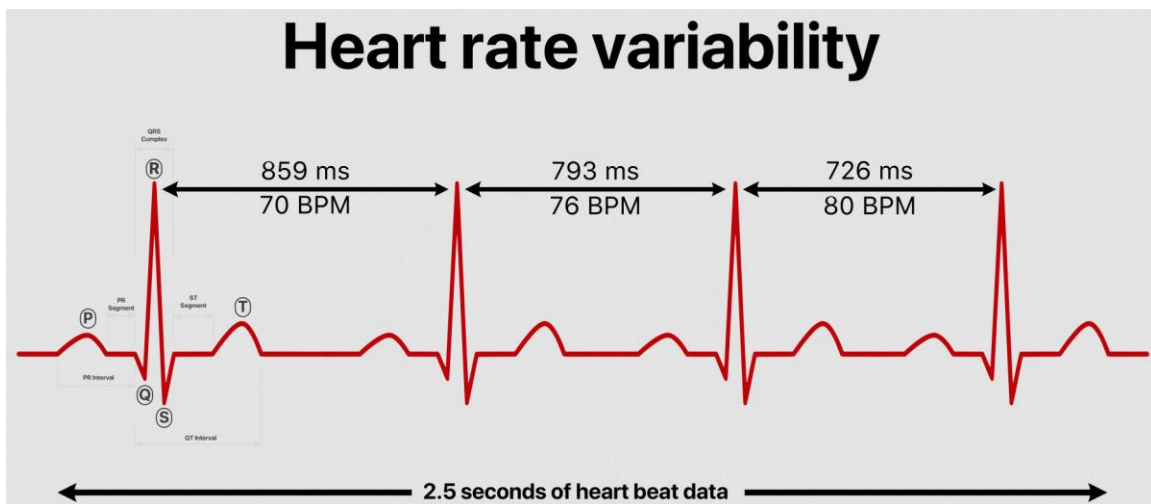


**Εικόνα 7** – Εναλλακτική μορφή του ανωτέρω σήματος σήματος.

**Πηγή:** <https://quizlet.com/338352508/lung-volumes-and-capacities-flash-cards/>

### 2.3 Εισαγωγή στους Καρδιακούς Παλμούς

Ο καρδιακός ρυθμός αναφέρεται στον αριθμό των χτύπων της καρδιάς ανά λεπτό (bpm). Είναι ένα ζωτικός δείκτης που αντικατοπτρίζει τον ρυθμό με τον οποίο, η καρδιά ως μυϊκή μονάδα, συστέλλεται και διαστέλλεται λειτουργώντας ως μια μηχανική αντλία διπλής ενέργειας. Στην μεν πρώτη ενέργεια μεταφέρει το οξυγόνο, θρεπτικές ουσίες και ορμόνες στους διάφορους ιστούς και όργανα, ενώ στην δεύτερη ενέργεια απομακρύνει τα απόβλητα όπως το διοξείδιο του άνθρακα. Ο καρδιακός ρυθμός μπορεί να ποικίλλει ανάλογα με παράγοντες όπως η ηλικία, το επίπεδο δραστηριότητας, το επίπεδο φυσικής κατάστασης, το άγχος και η γενική υγεία.



Εικόνα 8 – Παρουσίαση της μεταβλητότητας του καρδιακού ρυθμού.

Πηγή: [https://en.wikipedia.org/wiki/Heart\\_rate\\_variability](https://en.wikipedia.org/wiki/Heart_rate_variability)

Η παρακολούθηση του καρδιακού παλμού μπορεί να είναι χρήσιμη στα πλαίσια της άσκησης, της διαχείρισης του στρες και της ανίχνευσης ορισμένων καταστάσεων υγείας. Οι ιχνηλάτες γυμναστικής, τα έξυπνα ρολόγια και τα όργανα παρακολούθησης καρδιακών παλμών μπορούν να βοηθήσουν στη μέτρηση και την παρακολούθηση του καρδιακού παλμού κατά τη διάρκεια της ημέρας.

**Καρδιακός ρυθμός ηρεμίας (Resting heart rate)**, Είναι ο καρδιακός ρυθμός όταν βρισκόμαστε σε ηρεμία και συνήθως μετράται το πρωί μετά το ξύπνημα και πριν από οποιαδήποτε σωματική δραστηριότητα. Ο μέσος καρδιακός ρυθμός ηρεμίας για τους ενήλικες είναι συνήθως μεταξύ 60 και 100 bpm, με χαμηλότερους ρυθμούς γενικά να υποδηλώνουν καλύτερη καρδιαγγειακή ικανότητα.

<b>Resting Heart Rate Chart</b>						
<b>Men (beats per minute)</b>						
<b>Age</b>	<b>18 - 25</b>	<b>26 - 35</b>	<b>36 - 45</b>	<b>46 - 55</b>	<b>56 - 65</b>	<b>65 +</b>
<b>Athlete</b>	49 - 55	49 - 54	50 - 56	50 - 57	51 - 56	50 - 55
<b>Excellent</b>	56 - 61	55 - 61	57 - 62	58 - 63	57 - 61	56 - 61
<b>Great</b>	62 - 65	62 - 65	63 - 66	64 - 67	62 - 67	62 - 65
<b>Good</b>	66 - 69	66 - 70	67 - 70	68 - 71	68 - 71	66 - 69
<b>Average</b>	70 - 73	71 - 74	71 - 75	72 - 76	72 - 75	70 - 73
<b>Below Average</b>	74 - 81	75 - 81	76 - 82	77 - 83	76 - 81	74 - 79
<b>Poor</b>	82 +	82 +	83 +	84 +	82 +	80 +
<b>Women (beats per minute)</b>						
<b>Age</b>	<b>18 - 25</b>	<b>26 - 35</b>	<b>36 - 45</b>	<b>46 - 55</b>	<b>56 - 65</b>	<b>65 +</b>
<b>Athlete</b>	54 - 60	54 - 59	54 - 59	54 - 60	54 - 59	54 - 59
<b>Excellent</b>	61 - 65	60 - 64	60 - 64	61 - 65	60 - 64	60 - 64
<b>Great</b>	66 - 69	65 - 68	65 - 69	66 - 69	65 - 68	65 - 68
<b>Good</b>	70 - 73	69 - 72	70 - 73	70 - 73	69 - 73	69 - 72
<b>Average</b>	74 - 78	73 - 76	74 - 78	74 - 77	74 - 77	73 - 76
<b>Below Average</b>	79 - 84	77 - 82	79 - 84	78 - 83	78 - 83	77 - 84
<b>Poor</b>	85 +	83 +	85 +	84 +	84 +	85 +
agelessinvesting.com						

Εικόνα 9 – Πίνακας καρδιακών παλμών ηρεμίας ανά ηλικία και φύλο

Πηγή: <https://agelessinvesting.com/what-is-a-good-resting-heart-rate/>

**Μέγιστος καρδιακός ρυθμός (Maximum heart rate)**, Είναι ο υψηλότερος καρδιακός ρυθμός που μπορεί να πετύχει ένα άτομο κατά τη διάρκεια έντονης σωματικής άσκησης. Συχνά υπολογίζεται χρησιμοποιώντας τον τύπο:

$$\text{Μέγιστος καρδιακός ρυθμός (bpm)} = 220 - \text{Ηλικία.}$$

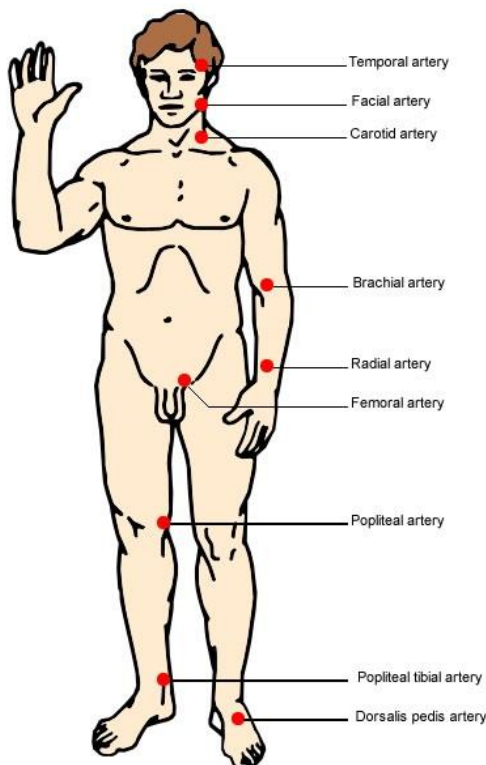
Ωστόσο, αυτός ο τύπος έχει περιορισμούς και προκύπτουν μεμονωμένες παραλλαγές.

**Καρδιακός ρυθμός στόχος (Target heart rate)**, πρόκειται για μετρήσεις κατά τη διάρκεια της άσκησης, οι ζώνες στόχου καρδιακού ρυθμού μπορούν να

χρησιμοποιηθούν ως κατευθυντήρια γραμμή για τον προσδιορισμό της επιθυμητής έντασης για βέλτιστα καρδιαγγειακά οφέλη. Αυτές οι ζώνες υπολογίζονται συνήθως ως ποσοστό του μέγιστου καρδιακού παλμού. Για παράδειγμα, μια προπόνηση μέτριας έντασης μπορεί να στοχεύει σε μια ζώνη στόχου καρδιακού ρυθμού 50-70% του μέγιστου καρδιακού ρυθμού.

**Μεταβλητότητα καρδιακού ρυθμού (Heart rate variability - HRV)**, πρόκειται για την διακύμανση των χρονικών διαστημάτων μεταξύ των διαδοχικών καρδιακών παλμών. Το υψηλότερο HRV γενικά σχετίζεται με καλύτερη καρδιαγγειακή υγεία και γενική φυσική κατάσταση. Μπορεί να επηρεαστεί από παράγοντες όπως η σωματική δραστηριότητα, τα επίπεδα του στρες και η λειτουργία του αυτόνομου νευρικού συστήματος.

Ο καρδιακός ρυθμός μπορεί να προσδιοριστεί και με τη χρήση ηλεκτροκαρδιογράφου ή ECG ή μόνιτορ καρδιακού παλμού. Οι συσκευές παρακολούθησης καρδιακών παλμών επιτρέπουν ακριβείς μετρήσεις του καρδιακού ρυθμού κατά τη διάρκεια της άσκησης καθώς και κατά τη διάρκεια της ανάπαυσης.



1. Κροταφική αρτηρία στα πλάγια του μετώπου (Temporal artery by the sides of the forehead)
2. Αρτηρία προσώπου στη γωνία των γνάθων (Facial artery at the angle of the jaws)
3. Καρωτίδα στον αυχένα (Carotid artery in the neck)
4. Βραχιόνια αρτηρία (Brachial artery)
5. Ακτινική αρτηρία στον καρπό (Radial artery at the wrist)
6. Μηριαία αρτηρία στη βουβωνική χώρα (Femoral artery at the groin)
7. Ικανοειδής αρτηρία πίσω από τα γόνατα (Popliteal artery behind the knees)
8. Οπίσθια κνημιαία αρτηρία (Posterior tibial artery)
9. Dorsalis pedis αρτηρία πάνω από το πόδι (Dorsalis pedis artery over the foot)

**Εικόνα 10** – Σημεία εντοπισμού καρδιακού παλμού στο ανθρώπινο σώμα

**Πηγή:** <https://www.news-medical.net/health/What-is-Heart-Rate.aspx>

## 2.4 Ορισμός Προσωπική Δόση Πρόσληψης Αερομεταφερόμενων Σωματιδίων

Η δόση πρόσληψης αναφέρεται στην ποσότητα των σωματιδίων που εισέρχονται στο αναπνευστικό σύστημα ενός ατόμου μέσω της εισπνοής. Επηρεάζεται από παράγοντες όπως η συγκέντρωση των σωματιδίων στον αέρα, ο ρυθμός αναπνοής του ατόμου και η διάρκεια της έκθεσης.

Η εισπνοή αερομεταφερόμενων σωματιδίων μπορεί να έχει δυσμενείς επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία, ειδικά εάν τα σωματίδια είναι τοξικά ή εάν η έκθεση συμβεί για παρατεταμένη περίοδο. Τα λεπτά σωματίδια ( $PM_{2.5}$ ) και τα εξαιρετικά λεπτά σωματίδια ( $PM_{1.0}$ ) προκαλούν ιδιαίτερη ανησυχία καθώς μπορούν να διεισδύσουν βαθιά στο αναπνευστικό σύστημα και ακόμη και να εισέλθουν στην κυκλοφορία του αίματος. Οι επιπτώσεις στην υγεία που σχετίζονται με την έκθεση σε αιωρούμενα σωματίδια περιλαμβάνουν αναπνευστικά και καρδιαγγειακά προβλήματα, αλλεργίες, άσθμα και άλλες αναπνευστικές ασθένειες.

Πολλές χώρες και οργανισμοί έχουν θεσπίσει πρότυπα, κατευθυντήριες γραμμές και κανονισμούς για την ποιότητα του αέρα για την προστασία της δημόσιας υγείας από τις βλαβερές επιπτώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων. Αυτά τα πρότυπα συχνά περιλαμβάνουν όρια στη συγκέντρωση ορισμένων τύπων και μεγεθών σωματιδίων στον αέρα για να διασφαλιστεί ότι η προσωπική δόση πρόσληψης παραμένει εντός αποδεκτών επιπέδων.

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η προσωπική δόση πρόσληψης αερομεταφερόμενων σωματιδίων μπορεί να ποικίλλει σημαντικά ανάλογα με μεμονωμένους παράγοντες όπως το επάγγελμα, η τοποθεσία και οι επιλογές του τρόπου ζωής.

Για τον υπολογισμό της Προσωπικής Δόσης Πρόσληψης (PID) των αιωρούμενων σωματιδίων, μπορεί να χρησιμοποιηθεί η ακόλουθη εξίσωση:

$$PID = \frac{C \cdot IR \cdot BR \cdot ET}{BW}$$

1. Το **PID** αντιπροσωπεύει την ποσότητα των σωματιδίων που εισπνέει ένα άτομο για μια καθορισμένη περίοδο.
2. **C** είναι η συγκέντρωση των αιωρούμενων σωματιδίων στη ζώνη αναπνοής (σωματίδια ανά μονάδα όγκου, όπως σωματίδια ανά κυβικό μέτρο).
3. Το **IR** είναι ο ρυθμός εισπνοής του ατόμου (όγκος αέρα που εισπνέεται ανά μονάδα χρόνου, συνήθως σε κυβικά μέτρα ανά λεπτό).

4. Το **BR** είναι το κλάσμα της αναπνοής (το ποσοστό του χρόνου που αναπνέει το άτομο).
5. **ET** είναι ο χρόνος έκθεσης (διάρκεια έκθεσης στα σωματίδια, συνήθως σε λεπτά).
6. **BW** είναι το σωματικό βάρος του ατόμου (σε κιλά).

Τοποθετώντας τις κατάλληλες τιμές για κάθε μεταβλητή, μπορούμε να υπολογίσουμε την **Προσωπική Δόση Πρόσληψης Αιωρούμενων Σωματιδίων** για μια συγκεκριμένη κατάσταση. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι αυτή η εξίσωση παρέχει μια εκτίμηση και μπορεί να έχει ορισμένους περιορισμούς, καθώς οι μεμονωμένοι παράγοντες και οι συνθήκες έκθεσης μπορεί να διαφέρουν.

Ωστόσο, μέσω κατάλληλων συσχετίσεων και απλοποιήσεων μπορούμε να υπολογίσουμε την **Προσωπική Δόση Πρόσληψης Αιωρούμενων Σωματιδίων** για κάποιο άτομο με την ακόλουθη σχέση:

$$PID = VE \cdot PM$$

Όπου:

1. Το VE αντιπροσωπεύει κατά λεπτό αερισμό (ltrs/min), που είναι ένα μέτρο του όγκου του αέρα που εισπνέεται σε ένα λεπτό από ένα άτομο. Για αυτή την παράμετρο έχουν αναπτυχθεί διάφορα μοντέλα άλλοτε ποσοτικά και άλλοτε ποιοτικά.
2. PM είναι η συγκέντρωση σωματιδίων που μετράται με κατάλληλο αισθητήρα σε ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) και που αντιπροσωπεύει τη συγκέντρωση των αιωρούμενων σωματιδίων στον περιβάλλοντα αέρα.

Πολλαπλασιάζοντας κατά λεπτό αερισμό (VE) με τη συγκέντρωση σωματιδίων (PM), μπορούμε να εκτιμήσουμε την ποσότητα των σωματιδίων που εισπνέει ένα άτομο σε μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο, παρέχοντας ένα μέτρο της έκθεσής του στα σωματίδια του αέρα. Η συγκεκριμένη προσέγγιση μας δίνει την δυνατότητα ανάπτυξης πολλαπλών μοντέλων από διαφορετικές ερευνητικές ομάδες με ευκολότερη ενσωμάτωση σε μηχανισμούς επεξεργασίας δεδομένων. Συνεπώς, επαγγελματίες υγείας, μπορούν να μελετούν και να αναπτύσσουν μοντέλα σχετικά με την πνευμονική λειτουργία σε ιδανικές καταστάσεις και κατά πόσο επηρεάζεται από γεωμετρικά, ποιοτικά κ.α. χαρακτηριστικά. Όμως με την προσθήκη στα μοντέλα αυτά, παραμέτρων σχετικών με τους ρύπους της ατμόσφαιρας μπορεί να ληφθεί η επίπτωση της περιβαλλοντικής ρύπανσης στον ανθρώπινο οργανισμό κατά περίπτωση.

## 2.5 Ορισμός Minute Ventilation Model - Model ( $M_1$ )

Το μοντέλο, *Minute Ventilation Model -  $M_1$  ( $VE_1$ )* είναι ένα μαθηματικό μοντέλο που υπολογίζει τον κατά λεπτό αερισμό, δηλαδή, είναι ο μέγιστος όγκος του αέρα που εισπνέεται και εκπνέεται σε διάστημα ενός λεπτού (1 min) σε έναν ανθρώπινο οργανισμό. Η μελέτη του  $M_1$ , πραγματοποιήθηκε από την ερευνητική ομάδα του καθηγητού Roby Greenwald. Η ομάδα, διεξήγαγε μια ανάλυση συγκεντρωτικών δεδομένων για την ανάπτυξη κατάλληλου μοντέλου εκτίμησης της εισπνεόμενης δόσης ρύπου καθώς και της παροχής εισπνεόμενου οξυγόνου σε ατομική βάση.

Το μοντέλο  $VE_1$  ενσωματώνει πολλές μεταβλητές για την πρόβλεψη του εισπνεόμενου αέρα. Αυτές οι μεταβλητές περιλαμβάνουν τον καρδιακό ρυθμό (HR), την ηλικία, το φύλο και την βίαιη ζωτική χωρητικότητα (FVC). Η τελευταία μεταβλητή, αφορά, το συνολικό όγκο αέρα που εκπνέεται βίαια, από τη μέγιστη εισπνευστική θέση έως την μέγιστη εκπνευστική θέση ενώ, η μονάδα μέτρησής του είναι τα λίτρα. Συνεπώς, ο δείκτης FVC αποτελεί ένα μέτρο ένδειξης της πνευμονικής λειτουργίας. Ο δείκτης HR αντιπροσωπεύει τον αριθμό των καρδιακών παλμών ανά λεπτό σε bpm (beeps per minutes), ενώ η παράμετρος age υποδηλώνει την ηλικία του συμμετέχοντος σε έτη. Το φύλο κωδικοποιείται ως 1 για τους άνδρες και 2 για τις γυναίκες.

Για την ανάπτυξη του μοντέλου  $VE_1$ , η ερευνητική ομάδα, συγκέντρωσε δεδομένα από 471 άτομα από 8 διαφορετικές μελέτες, με αποτέλεσμα ένα σύνολο δεδομένων 14.550 σημείων που αφορούν τιμές ανά λεπτό της ώρας. Χρησιμοποίησαν γραμμικά μικτά μοντέλα και τεχνικές διασταυρούμενης επικύρωσης για να αξιολογήσουν την απόδοση διαφορετικών μοντέλων. Το μοντέλο με τις καλύτερες επιδόσεις που επιλέχθηκε από τους ερευνητές περιλαμβάνει ως ανεξάρτητες μεταβλητές τους καρδιακούς παλμούς (HR), την ηλικία (age), το φύλο (sex), το ύψος (height), το βάρος (weight) καθώς και την B.Z.X (FVC), ως προγνωστικούς παράγοντες. Όμως, προηγούμενες μελέτες έδειξαν ότι η παρουσία παραμέτρων όπως το ύψος, βάρος, δηλαδή οι παράμετροι που ορίζουν το Δείκτη Μάζας Σώματος (BMI), επηρεάζουν ελάχιστα ή αμελητέα το μοντέλο  $M_1$  λόγω της ταυτόχρονης παρουσίας των FVC, HR. Είναι χαρακτηριστικό ότι, σε μελέτες, παρατηρήθηκε πως άτομα με μικρότερο ανάστημα τείνουν να έχουν υψηλότερο HR και χαμηλότερο FVC. Ωστόσο, όταν το FVC δεν περιλαμβάνεται ως προγνωστικός παράγοντας στο μοντέλο, η επίδραση του ύψους γίνεται πιο έντονη και στατιστικά σημαντική.

Έχοντας λάβει υπόψη τα ανωτέρω, κρατώντας μόνο τις παραμέτρους που έχουν σημαντικές επιπτώσεις στην εισπνοή ανά λεπτό, θα μπορούσαμε να συνοψίσουμε στην ακόλουθη μαθηματική αναπαράσταση:

$$\dot{V}_E^1 = e^{-9.59} \cdot HR^{2.39} \cdot age^{0.274} \cdot sex^{-0.204} \cdot FVC^{0.520} \quad (1)$$

Όπου,

1.  **$\dot{V}_{E1}$** : Ο αερισμός σε λεπτό ( $\dot{V}_{E1}$ ) αντιπροσωπεύει τον όγκο του αέρα που εισπνέεται και εξέρχεται σε ένα λεπτό. Η μονάδα του εκφράζεται τυπικά σε λίτρα ανά λεπτό (L/min).
2. **e**: Η μαθηματική σταθερά e είναι περίπου ίση με 2.71828. Είναι η βάση του φυσικού λογάριθμου και χρησιμοποιείται εδώ ως μαθηματική συνάρτηση.
3. **HR**: Ο καρδιακός ρυθμός αναφέρεται στον αριθμό των καρδιακών παλμών ανά λεπτό και μετράται σε παλμούς ανά λεπτό (bpm).
4. **age**: Η ηλικία αντιπροσωπεύει την ηλικία του ατόμου που συμμετέχει στη μελέτη και μετράται σε έτη.
5. **sex**: Το φύλο είναι μια δυαδική μεταβλητή που χρησιμοποιείται για τη διαφοροποίηση μεταξύ αρσενικών και θηλυκών. Στην εξίσωση, η τιμή του 1 αντιπροσωπεύει τα αρσενικά και η τιμή του 2 αντιπροσωπεύει τα θηλυκά. Είναι παράμετρος χωρίς μονάδα.
6. **FVC**: Η εξαναγκασμένη ζωτική χωρητικότητα (FVC) είναι ένα μέτρο της μέγιστης ποσότητας αέρα που μπορεί να εκπνεύσει ένα άτομο μετά από μια βαθιά αναπνοή. Συνήθως μετριέται σε λίτρα (L).

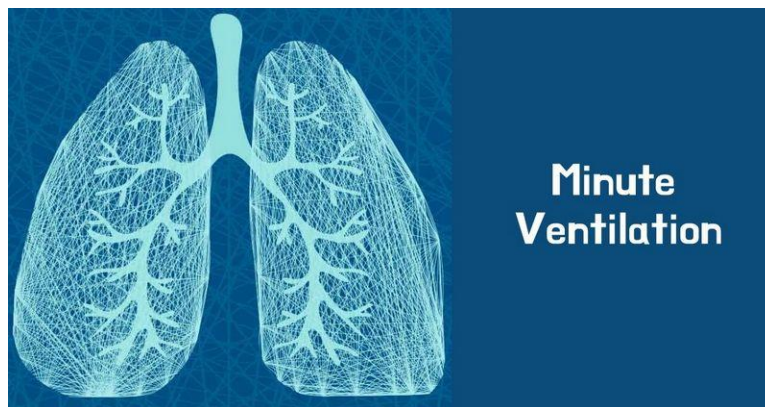
Διερευνώντας την εξίσωση (1), θα προκύψουν τα παρακάτω συμπεράσματα.

1.  **$e^{(-9.59)}$** : Ο όρος  $e^{(-9.59)}$  είναι μια μαθηματική συνάρτηση όπου το e αυξάνεται στη δύναμη -9.59. Λειτουργεί ως παράγοντας κλίμακας για την εξίσωση.
2.  **$HR^{(2.39)}$** : Ο καρδιακός ρυθμός (HR) αυξάνεται στην δύναμη του 2.39, υποδεικνύοντας ότι το HR έχει θετική επίδραση στην ανά λεπτό εισπνοή. Καθώς ο καρδιακός ρυθμός αυξάνεται, ο όρος συνολικά, αναμένεται να αυξηθεί.  
 **$age^{(0.274)}$** : Η ηλικία αυξάνεται στην δύναμη του 0.274, υποδεικνύοντας μια θετική αλλά σχετικά μικρότερη επίδραση στην ανά λεπτό εισπνοή. Καθώς η ηλικία αυξάνεται, η παράμετρος αναμένεται να αυξηθεί ελαφρώς.  
 **$sex^{(-0,204)}$** : Η παράμετρος φύλο αυξάνεται στην δύναμη -0.204, υποδεικνύοντας ότι έχει αρνητική επίδραση στην ανά λεπτό εισπνοή. Αυτό υποδηλώνει ότι τα θηλυκά (φύλο = 2) μπορεί να έχουν χαμηλότερο δείκτη σε σύγκριση με τα αρσενικά (φύλο = 1).
3.  **$FVC^{(0.520)}$** : Η εξαναγκασμένη ζωτική χωρητικότητα (FVC) αυξάνεται στην δύναμη του 0.520, υποδεικνύοντας ότι έχει θετική επίδραση στην εξίσωση. Καθώς αυξάνεται το FVC, το μοντέλο, συνολικά, αναμένεται να αυξηθεί.



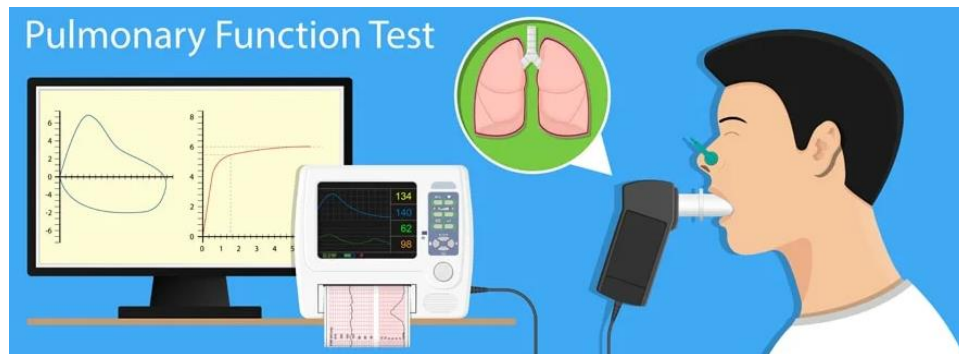
A/A	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ
1	αύξηση των παλμών ↑, σηματοδοτεί ισχυρή αύξηση και του δείκτη VE1 ↑.
2	η αύξηση της ηλικίας ↑, θα αυξήσει και το δείκτη VE1 ↑.
3	οι άνδρες παρουσιάζουν μεγαλύτερο VE1 ↑ έναντι των γυναικών
4	Αύξηση της παραμέτρου FVC ↑, θα αυξήσει και το δείκτη VE1 ↑.

**Πίνακας 1** – Τα συμπεράσματα του μοντέλου M<sub>1</sub>. Προφανώς ισχύει και η αντίστροφη σειρά



**Εικόνα 11** - Ο όγκος των πνευμόνων και η ζωτική χωρητικότητα των πνευμόνων είναι στατικά χαρακτηριστικά που μετρώνται σε έναν αναπνευστικό κύκλο

**Πηγή:** [http://www.respiratoryupdate.com/members/Minute\\_Ventilation\\_VE.cfm](http://www.respiratoryupdate.com/members/Minute_Ventilation_VE.cfm)



**Εικόνα 12** – Οπτικοποίηση εξετάσεων πνευμονικής λειτουργίας - Pulmonary Function Tests (PFTs)

**Πηγή:** <https://www.allergyindiana.com/pulmonary-function-tests/>

## 2.6 Ορισμός Minute Ventilation Model - Model (M2)

Το μοντέλο, *Minute Ventilation Model – M<sub>2</sub> (VE<sub>2</sub>)* ομοίως με το *M<sub>2</sub>* είναι ένα μαθηματικό μοντέλο που υπολογίζει τον κατά λεπτό αερισμό, εισηγμένο από την ερευνητική ομάδα του καθηγητού Moniek Zuurbier. Στην πραγματικότητα, αποτελεί μια απλοποιημένη προσέγγιση λαμβάνοντας ως παράμετρο τον καρδιακό ρυθμό (HR) και το φύλλο. Τα συμπεράσματα και η μαθηματική τους προτυποποίηση προέκυψε από ένα δείγμα 34 εθελοντών που έλαβαν μέρος στην μελέτη «TRAVEL Study». Η συγκεκριμένη μελέτη, εξετάζει την έκθεση στην ατμοσφαιρική ρύπανση ποδηλατών, επιβατών αυτοκινήτων και επιβατών λεωφορείων και διατυπώνει τις βραχυπρόθεσμες επιπτώσεις αυτών των εκθέσεων στη λειτουργία των πνευμόνων, στην αντίσταση των αεραγωγών, στα επίπεδα εκπνεόμενου οξειδίου του αζώτου και σε δείκτες αίματος, μεταξύ άλλων δεικτών φλεγμονής και πήξης.

Η μαθηματική εξίσωση για τον υπολογισμό του VE<sub>2</sub> είναι η εξής:

$$\dot{V}_E^2 = (\alpha \cdot HR + b)^e \quad (2)$$

όπου το

1. **VE<sub>2</sub>**: Αντιπροσωπεύει τον όγκο της πρόσληψης οξυγόνου κατά τη διάρκεια της άσκησης. Υποδεικνύει την ποσότητα οξυγόνου που καταναλώνει ο οργανισμός κατά τη διάρκεια της φυσικής δραστηριότητας. Η μονάδα του είναι τα λίτρα ανά λεπτό (L/min)
2. **α και β**: Οι συντελεστές είναι συγκεκριμένοι για το φύλο και έχουν διαφορετικές τιμές για γυναίκες και τους άνδρες. Για τις γυναίκες,  $a = 0.023$  και  $b = 0.57$ , ενώ για τους άνδρες,  $a = 0.021$  και  $b = 1.03$ . Αυτοί οι συντελεστές χρησιμοποιούνται για την προσαρμογή της συμβολής του καρδιακού ρυθμού στην εκτίμηση της πρόσληψης οξυγόνου. Αντιπροσωπεύουν την κλίση και την τομή με τον ψ-άξονα με βάση το φύλο και αποτελούν διατύπωση επί των εξισώσεων παλινδρόμησης που αναπτύχθηκαν πάνω στο δείγμα μελέτης.
3. **HR**: Αυτό αντιπροσωπεύει τον καρδιακό ρυθμό που μετράται σε παλμούς ανά λεπτό (bpm). Ο καρδιακός ρυθμός είναι ένας δείκτης της έντασης της άσκησης.
4. **ε**: Αυτή είναι η φυσική σταθερά που αντιπροσωπεύει τη βάση του φυσικού λογάριθμου. Η τιμή του  $e$  είναι περίπου 2.71828. Χρησιμοποιείται ως εκθέτης για τον υπολογισμό της ισχύος της έκφρασης  $(a \cdot HR + b)$ .

Αν τοποθετήσουμε αριθμητικές τιμές στην εξίσωση (2), θα παρατηρήσουμε ότι οι γυναίκες έχουν μικρότερο δείκτη VE<sub>2</sub>.

Για παράδειγμα, ας πούμε ότι έχουμε μια γυναίκα και ένας άνδρας με καρδιακό ρυθμό 80 bpm. Θα έχουμε:

$$a = 0.023 \text{ (για γυναίκες)}$$

$$b = 0.57 \text{ (για γυναίκες)}$$

$$HR = 80 \text{ bpm}$$

$$e = 2.71828 \text{ (η τιμή της φυσικής σταθεράς)}$$

**Για την γυναίκα:**

$$VE_2 = (0,023 * 80 + 0,57)^{2.71828} = 10.93 \text{ lt/min}$$

**Για τον άνδρα:**

$$VE_2 = (0.021 * 80 + 1.03)^{2.71828} = 15.03 \text{ lt/min}$$

Συνεπώς, το φύλο επηρεάζει σημαντικά τις ανάγκες οξυγόνου στον οργανισμό. Προφανώς, η αύξηση των καρδιακών παλμών πολλαπλασιάζει με την σειρά της τον δείκτη αερισμού

Date	Type	Exercise Respiration Rate			Exercise Heart Rate			HR÷RR ratio		
		Min	Max	Avg	Min	Max	Avg	Min	Max	Avg
3/30/20	Run	23	46	37	76	165	144	3.3	3.6	3.9
3/29/20	Strength	15	29	21	57	133	97	3.8	4.6	4.6
3/28/20	Elliptical	19	43	30	84	170	120	4.4	4.0	4.0
3/27/20	Run	14	53	38	58	161	136	4.1	3.0	3.6
3/27/20	Strength	18	37	27	87	140	121	4.8	3.8	4.5
3/26/20	Run	16	53	36	71	180	151	4.4	3.4	4.2
3/26/20	Strength	18	45	31	82	149	128	4.6	3.3	4.1
3/25/20	Run	21	42	31	66	158	130	3.1	3.8	4.2
3/24/20	Strength	17	33	25	69	Abnormal	105	4.1	Abnormal	4.2
3/24/20	Run	19	58	39	73	166	136	3.8	2.9	3.5
3/22/20	Run	21	53	39	105	179	156	5.0	3.4	4.0
3/22/20	Run	11	40	25	60	148	115	5.5	3.7	4.6
3/21/20	Elliptical	15	36	27	92	145	118	6.1	4.0	4.4
3/20/20	Strength	17	35	25	63	131	101	3.7	3.7	4.0
3/17/20	Strength	18	31	24	64	142	103	3.6	4.6	4.3
3/17/20	Strength	17	45	32	72	155	134	4.2	3.4	4.2
3/15/20	Strength	19	29	23	74	146	107	3.9	5.0	4.7
	<b>Avg</b>	<b>18</b>	<b>42</b>	<b>30</b>	<b>74</b>	<b>154</b>	<b>124</b>	<b>4.2</b>	<b>3.7</b>	<b>4.1</b>

**Εικόνα 13** - Η μέση αναλογία αναπνοής προς καρδιακό ρυθμό του ενήλικα είναι περίπου 1:4, πράγμα που σημαίνει ότι για κάθε αναπνοή, η καρδιά χτυπά 4 φορές.

**Πηγή:** <https://www.garmin.com/en-PH/blog/critical-relationship-between-respiratory-rate-heart-rate-and-cadence/>

## Σύνοψη Κεφαλαίου

1. Τα σωματίδια PM, γνωστά και ως αερομεταφερόμενα σωματίδια, μπορούν να έχουν επιβλαβείς επιπτώσεις στο ανθρώπινο αιματοποιητικό σύστημα όταν εισπνέονται. Αυτά τα μικροσκοπικά σωματίδια, συμπεριλαμβανομένης της σκόνης, της αιθάλης, του καπνού και άλλων ρύπων με διαμέτρους 10, 2.5 και μικρότερων μικρομέτρων (αναφέρονται ως PM10, PM2.5), μπορούν να διεισδύσουν βαθιά στο αναπνευστικό σύστημα και να εισέλθουν στην κυκλοφορία του αίματος μέσω των πνευμόνων. Μόλις εισέλθουν, μπορούν να προκαλέσουν φλεγμονώδεις αποκρίσεις, να διαταράξουν τη λειτουργία του ενδοθηλίου, να προάγουν την πήξη του αίματος, να προκαλέσουν συστηματική φλεγμονή και οξειδωτικό στρες.
2. Η σοβαρότητα αυτών των επιδράσεων μπορεί να ποικίλλει ανάλογα με τη συγκέντρωση και τη σύνθεση των σωματιδίων PM, καθώς και την ατομική ευαισθησία. Η παρατεταμένη ή επαναλαμβανόμενη έκθεση σε υψηλά επίπεδα ρύπανσης PM είναι πιο πιθανό να προκαλέσει σημαντική βλάβη στον ανθρώπινο οργανισμό. Για την ελαχιστοποίηση της έκθεσης, συνιστάται η παραμονή σε καλά αεριζόμενους χώρους, η χρήση συσκευών καθαρισμού του αέρα και η μείωση της έκθεσης σε πηγές ρύπανσης όποτε είναι δυνατόν.
3. Οι πνεύμονες είναι ένα από τα κύρια όργανα του ανθρώπινου αναπνευστικού συστήματος, υπεύθυνο για τη διευκόλυνση της ανταλλαγής οξυγόνου και διοξειδίου του άνθρακα μεταξύ του αέρα και της κυκλοφορίας του αίματος.
4. Η πνευμονική λειτουργία μπορεί να μετρηθεί χρησιμοποιώντας διάφορες πνευμονικές ικανότητες, όπως ο εισπνευστικός εφεδρικός όγκος (IRV), η εισπνευστική χωρητικότητα (IC), ο αναπνεόμενος όγκος (TV), η λειτουργική υπολειπόμενη χωρητικότητα (FRC), ο εφεδρικός όγκος εκπνοής (ERV), η ζωτική χωρητικότητα (VC), υπολειπόμενος όγκος (RV) και συνολική χωρητικότητα πνευμόνων (TLC).
5. Η προσωπική δόση πρόσληψης αερομεταφερόμενων σωματιδίων εξαρτάται από τη συγκέντρωση των σωματιδίων στον αέρα, τον ρυθμό αναπνοής και τη διάρκεια της έκθεσης.
6. Τα λεπτά σωματίδια (PM2.5) και τα εξαιρετικά λεπτά σωματίδια (PM1.0) αποτελούν ανησυχητικούς παράγοντες, καθώς μπορούν να προκαλέσουν αναπνευστικά, καρδιαγγειακά προβλήματα, αλλεργίες και άλλες αναπνευστικές ασθένειες.
7. Ο καρδιακός ρυθμός αναφέρεται στον αριθμό των χτύπων της καρδιάς ανά λεπτό (bpm) και αντικατοπτρίζει τον ρυθμό συστολής και διαστολής της

καρδιάς. Ο καρδιακός ρυθμός μπορεί να ποικίλλει ανάλογα με την ηλικία, τη δραστηριότητα, τη φυσική κατάσταση, το άγχος και τη γενική υγεία.

8. Το Minute Ventilation Model -  $M_1$  ( $VE_1$ ) είναι ένα μαθηματικό μοντέλο που υπολογίζει τον λεπτό αερισμό, ο οποίος αντιπροσωπεύει τον μέγιστο όγκο αέρα που εισπνέεται και εκπνέεται σε ένα λεπτό σε έναν ανθρώπινο οργανισμό. Ενσωματώνει μεταβλητές όπως ο καρδιακός ρυθμός (HR), η ηλικία, το φύλο και η εξαναγκασμένη ζωτική ικανότητα (FVC) για την πρόβλεψη του εισπνεόμενου αέρα.
9. Η ανάπτυξη του μοντέλου  $VE_1$  αφορούσε τη συλλογή δεδομένων από 471 άτομα σε 8 διαφορετικές μελέτες, με αποτέλεσμα ένα σύνολο δεδομένων 14.550 σημείων δεδομένων. Χρησιμοποιήθηκαν γραμμικά μικτά μοντέλα και τεχνικές διασταυρούμενης επικύρωσης για την αξιολόγηση της απόδοσης διαφορετικών μοντέλων, με το επιλεγμένο μοντέλο να περιλαμβάνει HR, ηλικία, φύλο, ύψος, βάρος και FVC ως ανεξάρτητες μεταβλητές. Ωστόσο, προηγούμενες μελέτες έδειξαν ότι παράμετροι όπως το ύψος και το βάρος (δείκτης μάζας σώματος - ΔΜΣ) έχουν ελάχιστη ή αμελητέα επίδραση στο μοντέλο  $M_1$  λόγω της ταυτόχρονης παρουσίας FVC και HR.
10. Το Minute Ventilation Model -  $M_2$  ( $VE_2$ ), είναι ένα μαθηματικό μοντέλο που υπολογίζει τον λεπτό αερισμό με βάση τον καρδιακό ρυθμό (HR) και το φύλο. Είναι μια απλοποιημένη προσέγγιση που αναπτύχθηκε από την ερευνητική ομάδα του καθηγητή Moniek Zuurbier.
11. Το μοντέλο Minute Ventilation Model -  $M_2$  ( $VE_2$ ), χρησιμοποιεί συγκεκριμένους συντελεστές ( $\alpha$  και  $\beta$ ) για διαφορετικά φύλα για να προσαρμόσει τη συμβολή του καρδιακού ρυθμού στην εκτίμηση της πρόσληψης οξυγόνου. Αυτοί οι συντελεστές αντιπροσωπεύουν την μαθηματική κλίση και τομή με βάση το φύλο και προέρχονται από εξισώσεις παλινδρόμησης που αναπτύχθηκαν από το δείγμα της μελέτης.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup> – Εισαγωγή στην Πληροφορική και τον Προγραμματισμό



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup> – Εισαγωγή στην Πληροφορική και τον Προγραμματισμό

### Γενική Περιγραφή

Το τρίτο κεφάλαιο, περιλαμβάνει διάφορα θέματα που σχετίζονται με τον προγραμματισμό στον τομέα της επιστήμης των υπολογιστών. Περιλαμβάνει ενότητες που εισάγουν τον αναγνώστη στα είδη προγραμματισμού, τη γλώσσα Microsoft Visual C#, την έκδοση 4.7 του .NET Framework, τις βιβλιοθήκες DLL, τα αρχεία CSV, τα αρχεία JSON και τα αρχεία XML.

Η Ενότητα 3.1 μας εισάγει στους διαφορετικούς τύπους προγραμματισμού στην επιστήμη των υπολογιστών. Διερευνά τα διάφορα είδη προγραμματισμού και μεθοδολογίες που χρησιμοποιούνται στο πεδίο.

Στην Ενότητα 3.2, γίνεται αναφορά στη γλώσσα Microsoft Visual C#. Παρέχει μια ιστορική επισκόπηση της γλώσσας προγραμματισμού, η οποία χρησιμοποιείται ευρέως για την ανάπτυξη εφαρμογών στο Microsoft .NET Framework.

Η Ενότητα 3.3 εμβαθύνει στην έκδοση 4.7 του .NET Framework. Εξηγεί τι είναι το .NET Framework και επισημαίνει τις δυνατότητες και τις βελτιώσεις που εισήχθησαν έως την έκδοση 4.7.

Ο ορισμός των βιβλιοθηκών DLL (Dynamic Link Library) καλύπτεται στην Ενότητα 3.4. Εδώ αναλύεται η χρήση των βιβλιοθηκών δυναμικής σύνδεσης, οι οποίες είναι συλλογές προ-μεταγλωττισμένων συναρτήσεων και πόρων που μπορούν να μοιραστούν μεταξύ πολλών εφαρμογών.

Οι Ενότητες 3.5, 3.6 και 3.7 επικεντρώνονται σε συγκεκριμένες μορφές αρχείων που χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση δεδομένων. Ορίζουν τα αρχεία CSV (Comma-Separated Values), τα αρχεία JSON (JavaScript Object Notation) και τα αρχεία XML (eXtensible Markup Language), αντίστοιχα. Αυτές οι μορφές αρχείων χρησιμοποιούνται συνήθως για την οργάνωση και την ανταλλαγή δομημένων δεδομένων.

Συνοπτικά, το κεφάλαιο, παρέχει μια επισκόπηση των διαφόρων πτυχών του προγραμματισμού στην επιστήμη των υπολογιστών. Καλύπτει μια αναφορά στη γλώσσα προγραμματισμού Microsoft Visual C#, την έκδοση 4.7 του .NET Framework, τις βιβλιοθήκες DLL, καθώς και μορφές αρχείων όπως CSV, JSON και XML. Έτσι, προσφέρονται πληροφορίες σχετικά με τις έννοιες προγραμματισμού, τα εργαλεία και

τις μεθόδους αποθήκευσης δεδομένων που χρησιμοποιούνται στον τομέα της επιστήμης των υπολογιστών.

### **3.1 Τα είδη του προγραμματισμού στην επιστήμη της πληροφορικής**

Υπάρχουν διάφορες κατηγορίες προγραμματισμού που χρησιμοποιούνται στην επιστήμη των υπολογιστών. Ακολουθούν μερικοί από τους πιο συνηθισμένους τύπους, μαζί με ένα παράδειγμα γλώσσας προγραμματισμού για την εκάστοτε κατηγορία:

#### **Διαδικαστικός Προγραμματισμός:**

Ο διαδικαστικός προγραμματισμός είναι ένας τύπος προγραμματισμού που περιλαμβάνει τη σύνταξη ενός συνόλου εντολών που εκτελούνται σε μια ακολουθία. Συνήθως χρησιμοποιείται για μικρού έως μεσαίου μεγέθους έργα που δεν απαιτούν πολύπλοκες δομές δεδομένων. Παραδείγματα διαδικαστικών γλωσσών προγραμματισμού περιλαμβάνουν τις C, Pascal και Fortran.

#### **Αντικειμενοστραφής προγραμματισμός (OOP):**

Ο αντικειμενοστραφής προγραμματισμός είναι ένας τύπος προγραμματισμού που περιλαμβάνει τη δημιουργία αντικειμένων που περιέχουν δεδομένα και συμπεριφορά. Δίνει έμφαση στη χρήση κλάσεων και αντικειμένων για την οργάνωση και τη δομή κώδικα. Παραδείγματα γλωσσών OOP περιλαμβάνουν Java, Python και C++.

#### **Λειτουργικός Προγραμματισμός:**

Ο λειτουργικός προγραμματισμός είναι ένας τύπος προγραμματισμού που εστιάζει στη χρήση συναρτήσεων για την εκτέλεση υπολογισμών. Τονίζει την αμετάβλητη και αποφεύγει τις παρενέργειες. Παραδείγματα γλωσσών λειτουργικού προγραμματισμού περιλαμβάνουν τις Haskell, Lisp και Scheme.

#### **Δηλωτικός Προγραμματισμός:**

Ο δηλωτικός προγραμματισμός είναι ένας τύπος προγραμματισμού που περιλαμβάνει την περιγραφή του προβλήματος που πρέπει να λυθεί παρά τον καθορισμό των ακριβών βημάτων για την επίλυσή του. Συνήθως χρησιμοποιείται για συστήματα μεγάλης κλίμακας που απαιτούν πολύπλοκες δομές δεδομένων. Παραδείγματα δηλωτικών γλωσσών προγραμματισμού περιλαμβάνουν SQL, Prolog και XSLT – XML.



### **Προγραμματισμός βάσει συμβάντων:**

Ο προγραμματισμός βάσει συμβάντων είναι τις τύπος προγραμματισμού που περιλαμβάνει ανταπόκριση σε συμβάντα, τις ενέργειες χρήστη ή συμβάντα συστήματος. Συνήθως χρησιμοποιείται για γραφικές διεπαφές χρήστη (GUI) και εφαρμογές πολυμέσων. Παραδείγματα γλωσσών προγραμματισμού που βασίζονται σε συμβάντα περιλαμβάνουν JavaScript, Python και C#.

### **Ταυτόχρονος προγραμματισμός:**

Ο ταυτόχρονος προγραμματισμός είναι τις τύπος προγραμματισμού που περιλαμβάνει πολλαπλές εργασίες που εκτελούνται ταυτόχρονα. Συνήθως χρησιμοποιείται για συστήματα που απαιτούν υψηλή απόδοση και ανταπόκριση. Παραδείγματα ταυτόχρονων γλωσσών προγραμματισμού περιλαμβάνουν Java, Python και Erlang.

### **Λογικός Προγραμματισμός:**

Ο λογικός προγραμματισμός είναι ένας τύπος προγραμματισμού που χρησιμοποιεί τυπική λογική για να περιγράψει περιορισμούς προβλημάτων και σχέσεις μεταξύ μεταβλητών. Συνήθως χρησιμοποιείται για εφαρμογές όπως η αυτοματοποιημένη απόδειξη θεωρημάτων, τα έμπειρα συστήματα και η επεξεργασία φυσικής γλώσσας. Παραδείγματα γλωσσών λογικού προγραμματισμού περιλαμβάνουν την Prolog και τον προγραμματισμό συνόλων απαντήσεων (ASP).

Ο δομημένος προγραμματισμός και ο διαδικαστικός προγραμματισμός είναι σχετικές έννοιες, αλλά δεν είναι ακριβώς το ίδιο πράγμα. Ο δομημένος προγραμματισμός είναι ένα πρότυπο προγραμματισμού που δίνει έμφαση στη χρήση δομών ροής δομημένου ελέγχου, όπως βρόχους, συνθηκών και υπορουτίνες, για τη δημιουργία προγραμμάτων που είναι ευκολότερα κατανοητά, δοκιμασμένα και βελτιστοποιημένα και αυστηρά καθορισμένα. Ο δομημένος προγραμματισμός μπορεί να εφαρμοστεί σε οποιαδήποτε γλώσσα προγραμματισμού, συμπεριλαμβανομένων γλωσσών διαδικασιών όπως C, Pascal και Fortran.

Ο διαδικαστικός προγραμματισμός, από την άλλη πλευρά, είναι ένας συγκεκριμένος τύπος δομημένου προγραμματισμού που εστιάζει στη δημιουργία επαναχρησιμοποιήσιμων διαδικασιών ή υπορουτινών που εκτελούν συγκεκριμένες εργασίες και μπορούν να κληθούν από άλλα μέρη του προγράμματος. Οι διαδικαστικές γλώσσες προγραμματισμού χρησιμοποιούν συνήθως μια προσέγγιση από πάνω προς τα κάτω για το σχεδιασμό του προγράμματος, όπου το πρόγραμμα αποσυντίθεται σε μια σειρά μικρότερων διαδικασιών που στη συνέχεια υλοποιούνται με τη σειρά.

Έτσι, ενώ ο διαδικαστικός προγραμματισμός είναι ένας συγκεκριμένος τύπος δομημένου προγραμματισμού, δεν είναι απαραίτητως διαδικαστικός όλος ο δομημένος προγραμματισμός. Για παράδειγμα, ο αντικειμενοστραφής προγραμματισμός μπορεί επίσης να θεωρηθεί ένας τύπος δομημένου προγραμματισμού, καθώς δίνει έμφαση στη χρήση δομών ροής δομημένου ελέγχου και στην αρθρωτότητα για τη δημιουργία συντηρήσιμων και κλιμακούμενων συστημάτων λογισμικού.

### **3.1.1 Περίπτωση Γλώσσας Δομημένου Προγραμματισμού:**

Ένα παράδειγμα δομημένης γλώσσας προγραμματισμού είναι η Python. Η Python είναι μια υψηλού επιπέδου, γλώσσα που υποστηρίζει δομές δομημένου προγραμματισμού όπως συνθηκών (εντολές if/else), βρόχους (βρόχους while/for) και συναρτήσεις. Η Python υποστηρίζει επίσης αντικειμενοστραφή προγραμματισμό και άλλα παραδείγματα προγραμματισμού, αλλά η σύνταξη και ο σχεδιασμός της τονίζουν τη χρήση δομημένων εννοιών προγραμματισμού για τη δημιουργία σαφούς, ευανάγνωστου και διατηρήσιμου κώδικα.

### **3.1.2 Περίπτωση Διαδικαστικής Γλώσσα Προγραμματισμού:**

Ένα παράδειγμα διαδικαστικής γλώσσας προγραμματισμού είναι η C. Η C είναι μια γλώσσα χαμηλού επιπέδου που χρησιμοποιείται ευρέως για προγραμματισμό συστημάτων, ενσωματωμένα συστήματα και άλλες εφαρμογές που απαιτούν άμεση πρόσβαση σε υλικό και μνήμη. Η C είναι μια διαδικαστική γλώσσα με την έννοια ότι εστιάζει στη δημιουργία επαναχρησιμοποιήσιμων διαδικασιών ή συναρτήσεων που εκτελούν συγκεκριμένες εργασίες και μπορούν να κληθούν από άλλα μέρη του προγράμματος. Η γλώσσα C, υποστηρίζει επίσης δομές δομημένου προγραμματισμού, όπως συνθηκών, βρόχους και πίνακες, αλλά η σύνταξη και ο σχεδιασμός της δίνουν έμφαση στην αποτελεσματικότητα και τον έλεγχο χαμηλού επιπέδου.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία, στα πλαίσια της ανάπτυξης του προγράμματος «iPID v1.0», έχουν χρησιμοποιηθεί και τα πέντε πρώτα είδη προγραμματισμού, τουλάχιστον, σε κάποιο στάδιο της υλοποίησης του λογισμικού. Επιπλέον, η γλώσσα υλοποίησης είναι η Microsoft Visual C# υπό το .NET Framework version 4.7

### 3.2 Η γλώσσα Microsoft Visual C#

Η Microsoft Visual C# είναι μια γλώσσα προγραμματισμού που εισήχθη από τη Microsoft το 2000 ως μέρος του .NET Framework. Είναι μια σύγχρονη, αντικειμενοστραφής γλώσσα, σχεδιασμένη για την ανάπτυξη εφαρμογών για την πλατφόρμα Windows, καθώς και για ανάπτυξη ιστού και κινητών.

Η C# δημιουργήθηκε από μια ομάδα προγραμματιστών της Microsoft, με επικεφαλής τον Anders Hejlsberg. Η γλώσσα αναπτύχθηκε ως απάντηση στην αυξανόμενη δημοτικότητα της Java, η οποία είχε γίνει δημοφιλής επιλογή για ανάπτυξη πολλαπλών πλατφορμών. Η Microsoft ήθελε να δημιουργήσει μια παρόμοια γλώσσα για τις δικές της πλατφόρμες που θα προσφέρει βελτιωμένη απόδοση, καλύτερη ενοποίηση με τα Windows και πιο σύγχρονη σύνταξη.

Η C# κυκλοφόρησε επίσημα το 2002 ως μέρος της πρώτης έκδοσης του .NET Framework. Έκτοτε, έχει γίνει μια από τις πιο δημοφιλείς γλώσσες προγραμματισμού στον κόσμο και χρησιμοποιείται ευρέως για μια ποικιλία εφαρμογών, όπως λογισμικό επιτραπέζιου υπολογιστή, ανάπτυξη ιστού και ανάπτυξη παιχνιδιών. Η γλώσσα έχει υποστεί αρκετές ενημερώσεις και αναθεωρήσεις από την αρχική της κυκλοφορία, με την πιο πρόσφατη έκδοση να είναι η C# 10.0, που κυκλοφόρησε το 2021.

Η C# είναι μια ευέλικτη γλώσσα προγραμματισμού που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών. Ακολουθούν μερικές από τις πιο κοινές χρήσεις της C#:

1. **Ανάπτυξη εφαρμογών για επιτραπέζιους υπολογιστές:** Η C# χρησιμοποιείται συνήθως για την ανάπτυξη εφαρμογών επιφάνειας εργασίας για την πλατφόρμα των Windows, συμπεριλαμβανομένων εφαρμογών όπως το Microsoft Office και το ίδιο το Visual Studio.
2. **Ανάπτυξη Ιστού:** Η C# χρησιμοποιείται ευρέως στην ανάπτυξη Ιστού, ιδιαίτερα με το πλαίσιο ASP.NET. Παρέχει στους προγραμματιστές μια ισχυρή και ευέλικτη γλώσσα για τη δημιουργία εφαρμογών ιστού και API από την πλευρά του διακομιστή.
3. **Ανάπτυξη παιχνιδιών:** Η C# χρησιμοποιείται επίσης συνήθως στην ανάπτυξη παιχνιδιών, ιδιαίτερα με τη μηχανή παιχνιδιών Unity. Το Unity παρέχει ένα C# scripting API που επιτρέπει στους προγραμματιστές να δημιουργούν πολύπλοκα και εξαιρετικά διαδραστικά παιχνίδια με ευκολία.
4. **Ανάπτυξη φορητών συσκευών:** Η C# μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για ανάπτυξη κινητών, ιδιαίτερα με το Xamarin, ένα πλαίσιο που επιτρέπει στους

προγραμματιστές να δημιουργούν εγγενείς εφαρμογές για κινητά για iOS, Android και Windows χρησιμοποιώντας C#.

5. **Μηχανική μάθηση και τεχνητή νοημοσύνη:** Η C# χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο στον τομέα της μηχανικής μάθησης και της τεχνητής νοημοσύνης, ιδιαίτερα με την ανάπτυξη πλαισίων όπως το ML.NET και οι Γνωσιακές Υπηρεσίες της Microsoft.

Συνολικά, η C# είναι μια ισχυρή και ευέλικτη γλώσσα που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών, καθιστώντας την μια δημοφιλή επιλογή για προγραμματιστές σε διαφορετικούς κλάδους και τομείς.

		Most popular in	Least popular in
Javascript*	12.4M	Web, Cloud	DS/ML, AR/VR
Python	9.0M	DS/ML, IoT apps	Mobile, Web
Java	8.2M	Mobile, Cloud	DS/ML, Web
C/C++	6.3M	IoT apps, IoT devices, AR/VR	Web, Cloud, Mobile
PHP	6.1M	Web, Cloud	DS/ML, Mobile
C#	6.0M	Games, AR/VR, Desktop	DS/ML, Mobile
Visual development tools	2.8M	Desktop, AR/VR	Cloud, Web
Swift	2.4M	Mobile, AR/VR	Cloud, IoT devices
Kotlin	2.3M	Mobile, AR/VR	DS/ML, Desktop
Go	1.5M	Cloud, AR/VR	DS/ML, Web

**Εικόνα 14** - Κατάταξη χρήσης γλωσσών προγραμματισμού

Πηγή: <https://visualstudiomagazine.com/articles/2020/10/23/slashdata-csharp.aspx>

### 3.3 Τι είναι το .NET Framework version 4.7

Το .NET Framework είναι ένα πλαίσιο λογισμικού που αναπτύχθηκε από τη Microsoft και παρέχει ένα μοντέλο προγραμματισμού για τη δημιουργία και εκτέλεση εφαρμογών λογισμικού στο λειτουργικό σύστημα Windows. Αποτελείται από μια μεγάλη βιβλιοθήκη προκατασκευασμένου κώδικα που μπορούν να χρησιμοποιήσουν

οι προγραμματιστές για να δημιουργήσουν εφαρμογές που εκτελούνται στο .NET Framework.

Το .NET Framework κυκλοφόρησε για πρώτη φορά το 2002 και από τότε έχει υποστεί αρκετές επαναλήψεις και ενημερώσεις. Υποστηρίζει πολλές γλώσσες προγραμματισμού, συμπεριλαμβανομένων των C#, Visual Basic και F#, και περιλαμβάνει λειτουργίες όπως διαχείριση μνήμης, ασφάλεια και διαλειτουργικότητα με άλλες γλώσσες και πλατφόρμες.

Ένα από τα βασικά πλεονεκτήματα του .NET Framework είναι η ικανότητά του να απλοποιεί και να επιταχύνει την ανάπτυξη εφαρμογών παρέχοντας στους προγραμματιστές μια ευρεία γκάμα προκατασκευασμένων στοιχείων και βιβλιοθηκών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη γρήγορη δημιουργία ισχυρών, αξιόπιστων εφαρμογών. Περιλαμβάνει επίσης ένα περιβάλλον χρόνου εκτέλεσης που διαχειρίζεται την εκτέλεση του κώδικα και παρέχει υπηρεσίες όπως διαχείριση μνήμης και ασφάλεια.

Εκτός από το .NET Framework, η Microsoft έχει επίσης αναπτύξει ένα νεότερο πλαίσιο πολλαπλών πλατφορμών που ονομάζεται .NET Core, το οποίο έχει σχεδιαστεί για να υποστηρίζει την ανάπτυξη σε πολλές πλατφόρμες, συμπεριλαμβανομένων των Windows, macOS και Linux. Το .NET Core προσφέρει πολλές από τις ίδιες δυνατότητες με το .NET Framework, αλλά με μικρότερο αποτύπωμα και βελτιωμένη απόδοση.

Το .NET Framework παρέχει ένα ευρύ φάσμα λειτουργιών μέσω των βιβλιοθηκών κλάσεων και άλλων ενσωματωμένων στοιχείων. Ακολουθούν ορισμένα παραδείγματα της πρόσθετης λειτουργικότητας που είναι διαθέσιμη σε διαφορετικές εκδόσεις του πλαισίου:

**.NET Framework 2.0:** Παρουσίασε πολλές νέες δυνατότητες, συμπεριλαμβανομένων γενικών, μερικών τύπων και τύπων μηδενικών τιμών. Περιλάμβανε επίσης ενημερώσεις στα ASP.NET, ADO.NET και Windows Forms.

**.NET Framework 3.0:** Προστέθηκαν πολλές νέες τεχνολογίες, όπως το Windows Presentation Foundation (WPF), το Windows Communication Foundation (WCF) και το Windows Workflow Foundation (WF). Αυτές οι τεχνολογίες παρείχαν νέους τρόπους για τη δημιουργία πλούσιων, διαδραστικών εφαρμογών με προηγμένες δυνατότητες διεπαφής χρήστη, επικοινωνίας και ροής εργασίας.

**.NET Framework 3.5:** Προστέθηκαν νέες δυνατότητες όπως το LINQ (Language Integrated Query), το οποίο παρέχει έναν τρόπο αναζήτησης διαφορετικών πηγών δεδομένων χρησιμοποιώντας μια κοινή σύνταξη και υποστήριξη για το ASP.NET AJAX,

το οποίο επιτρέπει στους προγραμματιστές να δημιουργούν πλούσιες, διαδραστικές εφαρμογές web.

**.NET Framework 4:** Παρουσίασε πολλές νέες δυνατότητες, όπως υποστήριξη για παράλληλους υπολογιστές, δυναμικό προγραμματισμό και βελτιωμένη απόδοση και επεκτασιμότητα. Περιλάμβανε επίσης ενημερώσεις στα ASP.NET, WCF και WF.

**.NET Framework 4.5:** Προστέθηκαν νέες δυνατότητες όπως `async/await`, που παρέχει έναν τρόπο εγγραφής ασύγχρονου κώδικα με πιο φυσικό τρόπο και υποστήριξη για φορητές βιβλιοθήκες κλάσεων, που επιτρέπει στους προγραμματιστές να δημιουργούν βιβλιοθήκες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε διαφορετικές πλατφόρμες και συσκευές .

**.NET Framework 4.6:** Προστέθηκαν πολλές νέες δυνατότητες, όπως υποστήριξη για το πρωτόκολλο HTTP/2, νέα API κρυπτογράφησης και βελτιωμένα εργαλεία εντοπισμού σφαλμάτων και δημιουργίας προφίλ.

Αυτά είναι μερικά μόνο παραδείγματα της πρόσθετης λειτουργικότητας που είναι διαθέσιμη σε διαφορετικές εκδόσεις του .NET Framework. Κάθε έκδοση έχει εισαγάγει νέες δυνατότητες και βελτιώσεις που επέκτειναν τις δυνατότητες του πλαισίου και παρείχαν στους προγραμματιστές νέα εργαλεία και τεχνολογίες για τη δημιουργία καινοτόμων εφαρμογών.

# .NET

<b>.NET APIs for Store /UWP apps</b>	<b>Task-Based Async Model</b>	<b>4.5</b> 2012		
<b>Parallel LINQ</b>	<b>Task Parallel Library</b>	<b>4.0</b> 2010		
<b>LINQ</b>	<b>EntityFramework</b>	<b>3.5</b> 2007		
<b>WPF</b>	<b>WCF</b>	<b>WF</b>	<b>Card Space</b>	<b>3.0</b> 2006
<b>WinForms</b>	<b>ASP.NET</b>	<b>ADO.NET</b>	<b>2.0</b> 2005	
<b>Framework Class Library</b>				
<b>Common Language Runtime</b>				

**Εικόνα 15** - Στοιβά στοιχείων .NET Framework  
Πηγή: [https://en.wikipedia.org/wiki/.NET\\_Framework](https://en.wikipedia.org/wiki/.NET_Framework)

### 3.4 Ορισμός βιβλιοθήκες DLL

Ένα αρχείο DLL (Dynamic Link Library) είναι ένας τύπος αρχείου που περιέχει κώδικα, δεδομένα και πόρους που μπορούν να χρησιμοποιηθούν από πολλά προγράμματα ταυτόχρονα. Τα αρχεία DLL χρησιμοποιούνται κυρίως σε λειτουργικά συστήματα Microsoft Windows και φορτώνονται στη μνήμη όταν ένα πρόγραμμα χρειάζεται να χρησιμοποιήσει τις λειτουργίες ή τους πόρους που παρέχονται από το DLL.

Τα αρχεία DLL εισήχθησαν στις αρχές της δεκαετίας του 1990 ως μέρος του λειτουργικού συστήματος Windows 3.0, το οποίο αναπτύχθηκε από την Microsoft Corporation. Από τότε, τα αρχεία DLL έχουν γίνει τυπικό στοιχείο του λειτουργικού συστήματος Windows και χρησιμοποιούνται από πολλές διαφορετικές εφαρμογές λογισμικού.

Το κύριο πλεονέκτημα των αρχείων DLL είναι ότι επιτρέπουν στα προγράμματα να μοιράζονται κώδικα και πόρους, γεγονός που μπορεί να βοηθήσει στη μείωση του χώρου στο δίσκο και της μνήμης που απαιτείται από κάθε πρόγραμμα. Χρησιμοποιώντας αρχεία DLL, πολλά προγράμματα μπορούν να χρησιμοποιήσουν τον ίδιο κώδικα και πόρους, γεγονός που μπορεί να βελτιώσει την απόδοση του συστήματος και να μειώσει τον κίνδυνο σφαλμάτων.

Ένα άλλο πλεονέκτημα των αρχείων DLL είναι ότι μπορούν να ενημερωθούν ή να αντικατασταθούν χωρίς να απαιτούνται αλλαγές στα προγράμματα που τα χρησιμοποιούν. Αυτό διευκολύνει τους προγραμματιστές να διορθώνουν σφάλματα ή να προσθέτουν νέες δυνατότητες στα προγράμματά τους, χωρίς να διακόπτεται η λειτουργία άλλων προγραμμάτων που χρησιμοποιούν το ίδιο DLL.

Τα αρχεία DLL είναι επίσης χρήσιμα για τη δημιουργία προσθηκών λογισμικού ή πρόσθετων, τα οποία μπορούν να επεκτείνουν τη λειτουργικότητα των υπάρχουσών εφαρμογών λογισμικού. Για παράδειγμα, ένα πρόγραμμα περιήγησης Ιστού μπορεί να χρησιμοποιήσει ένα αρχείο DLL για να παρέχει υποστήριξη για έναν συγκεκριμένο τύπο περιεχομένου πολυμέσων, όπως το Adobe Flash.

Συνολικά, τα αρχεία DLL είναι ένα ισχυρό και ευέλικτο εργαλείο για προγραμματιστές λογισμικού, παρέχοντας έναν τρόπο κοινής χρήσης κώδικα και πόρων μεταξύ πολλών προγραμμάτων, βελτίωσης της απόδοσης του συστήματος και βελτίωσης της λειτουργικότητας των υπάρχουσών εφαρμογών λογισμικού.



### 3.5 Ορισμός Αρχεία CSV

Τα αρχεία CSV (Comma-Separated Values) γνωστά ως τιμές διαχωρισμένες με κόμματα, είναι μια ευρέως χρησιμοποιούμενη μορφή αρχείου για την αποθήκευση και την ανταλλαγή δεδομένων με απλό και δομημένο τρόπο. Παρουσιάστηκαν στις αρχές της δεκαετίας του 1970, αλλά η ακριβής προέλευσή τους δεν είναι καλά τεκμηριωμένη. Πιστεύεται ευρέως ότι δημιουργήθηκαν από τη Microsoft για χρήση στο πρόγραμμα υπολογιστικών φύλλων της, το Excel, αλλά έκτοτε έχουν γίνει μια τυπική μορφή αρχείου που μπορεί να χρησιμοποιηθεί από οποιοδήποτε λογισμικό.

Τα αρχεία CSV αποτελούνται από μια σειρά σειρών, καθεμία από τις οποίες αντιπροσωπεύει μια εγγραφή, και στήλες, που η καθεμία περιέχει έναν συγκεκριμένο τύπο δεδομένων. Τα δεδομένα σε κάθε στήλη διαχωρίζονται με έναν οριοθέτη, ο οποίος είναι συνήθως κόμμα, αλλά μπορεί επίσης να είναι μια καρτέλα ή άλλος χαρακτήρας. Η πρώτη σειρά του αρχείου περιέχει συνήθως κεφαλίδες, οι οποίες ορίζουν το όνομα κάθε στήλης και τον τύπο των δεδομένων που περιέχει.

Για παράδειγμα, ένα αρχείο CSV που περιέχει δεδομένα πελατών για ένα κατάστημα μπορεί να έχει κεφαλίδες όπως "Όνομα πελάτη", "Διεύθυνση", "Ηλεκτρονικό ταχυδρομείο" και "Αριθμός τηλεφώνου". Κάθε σειρά στο αρχείο θα περιέχει στη συνέχεια τα δεδομένα για έναν πελάτη, με τα δεδομένα για κάθε στήλη να χωρίζονται με κόμματα.

Τα αρχεία CSV χρησιμοποιούνται συχνά για την ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ διαφορετικών συστημάτων λογισμικού, καθώς είναι μια απλή και ευρέως υποστηριζόμενη μορφή αρχείου που μπορεί εύκολα να διαβαστεί και να αναλυθεί από τις περισσότερες γλώσσες προγραμματισμού. Χρησιμοποιούνται επίσης συνήθως για ανάλυση και χειρισμό δεδομένων, καθώς μπορούν εύκολα να εισαχθούν σε προγράμματα υπολογιστικών φύλλων όπως το Excel ή το Google Sheets ή να διαβαστούν σε γλώσσες προγραμματισμού όπως η Python ή η R για πιο προηγμένη ανάλυση.

Συνολικά, τα αρχεία CSV είναι μια απλή και ευέλικτη μορφή αρχείου που έχει γίνει πρότυπο για την ανταλλαγή και το χειρισμό δεδομένων με οργανωμένο τρόπο.

### 3.6 Ορισμός Αρχεία JSON

Τα αρχεία JSON (JavaScript Object Notation) είναι μια δημοφιλής μορφή αρχείου που χρησιμοποιείται για την αποθήκευση και την ανταλλαγή δεδομένων με δομημένο τρόπο. Εισήχθησαν στις αρχές της δεκαετίας του 2000 από τον Douglas Crockford, έναν προγραμματιστή και επιχειρηματία λογισμικού, ο οποίος πρότεινε το JSON ως εναλλακτική λύση στη XML (eXtensible Markup Language), η οποία ήταν η κυρίαρχη μορφή αρχείου για την ανταλλαγή δεδομένων εκείνη την εποχή.

Τα αρχεία JSON αποτελούνται από μια σειρά ζευγών κλειδιού-τιμής, με κάθε κλειδί να αντιπροσωπεύει ένα τμήμα δεδομένων και κάθε τιμή περιέχει την αντίστοιχη τιμή. Τα ζεύγη κλειδιών-τιμών διαχωρίζονται με κόμματα και περικλείονται σε σγουρές αγκύλες, με ολόκληρο το αρχείο συνήθως να περιβάλλεται από αγκύλες για να υποδείξει ότι περιέχει μια σειρά από αντικείμενα δεδομένων. Τα κλειδιά και οι τιμές μπορεί να είναι διαφόρων τύπων δεδομένων, όπως συμβολοσειρές, αριθμοί, λογικές τιμές, null τιμές, ακόμη και άλλα αντικείμενα ή πίνακες JSON.

Τα αρχεία JSON χρησιμοποιούνται ευρέως για την ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ διαφορετικών συστημάτων λογισμικού, καθώς είναι μια ελαφριά και ευανάγνωστη μορφή αρχείου που μπορεί εύκολα να αναλυθεί από τις περισσότερες γλώσσες προγραμματισμού. Χρησιμοποιούνται επίσης συνήθως για την αποθήκευση δεδομένων διαμόρφωσης, καθώς μπορούν εύκολα να διαβαστούν και να τροποποιηθούν τόσο από ανθρώπους όσο και από μηχανές. Συνολικά, τα αρχεία JSON είναι μια ευέλικτη και ισχυρή μορφή αρχείου που έχει γίνει βασικό εργαλείο στη σύγχρονη ανάπτυξη λογισμικού.

Για παράδειγμα, ένα αρχείο JSON που περιέχει δεδομένα ασθενών που αποτελεί προφίλ λειτουργίας του προγράμματος iPID v1.0 έχει την μορφή της **Εικόνα 13**

Το παρεχόμενο αρχείο JSON αντιπροσωπεύει τις ρυθμίσεις ασθενούς σε δομημένη μορφή. Το κύριο αντικείμενο είναι το "PatientSettings", το οποίο περιέχει διάφορα ζεύγη κλειδιών-τιμών που αντιπροσωπεύουν διαφορετικές πτυχές των πληροφοριών του ασθενούς.

```
1 [
2 {
3   "PatientSettings": {
4     "PatientHeartRate": "70",
5     "PatientAge": "35",
6     "PatientForcedVitalCapacity": "5",
7     "PatientSexIndex": "0",
8     "PatientSex": "Male"
9   }
10 }
11 ]
```

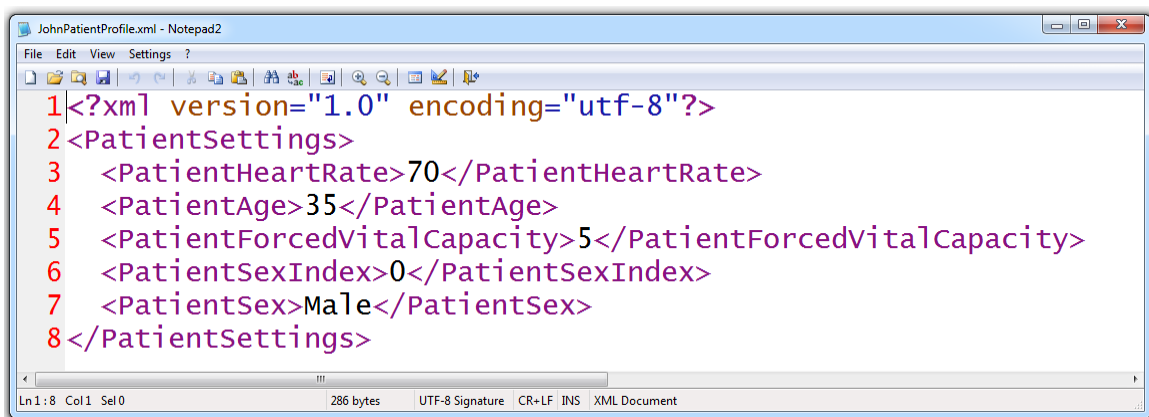
**Εικόνα 16** – Η ανατομία του αρχείου JSON. Πρόκειται για μια δομή που επινοήθηκε στα πλαίσια της διπλωματικής εργασίας για την εξυπηρέτηση του προφίλ ασθενή.

### 3.7 Ορισμός Αρχεία XML

Τα αρχεία XML (eXtensible Markup Language) είναι μια ευρέως χρησιμοποιούμενη μορφή αρχείου για την αποθήκευση και την ανταλλαγή δομημένων δεδομένων. Εισήχθησαν στα τέλη της δεκαετίας του 1990 από την Κοινοπραξία του Παγκόσμιου Ιστού (W3C), μια διεθνή κοινότητα προγραμματιστών και οργανισμών αφοσιωμένων στην ανάπτυξη προτύπων Ιστού.

Τα αρχεία XML αποτελούνται από μια σειρά στοιχείων, με κάθε στοιχείο να περιέχει ένα τμήμα δεδομένων και πιθανώς ένα ή περισσότερα θυγατρικά στοιχεία. Κάθε στοιχείο περικλείεται σε γωνιακές αγκύλες, με την ετικέτα ανοίγματος να υποδεικνύει το όνομα του στοιχείου και τυχόν χαρακτηριστικά που σχετίζονται με αυτό, και την ετικέτα κλεισίματος να δείχνει το τέλος του στοιχείου. Τα δεδομένα σε κάθε στοιχείο μπορεί να είναι διαφόρων τύπων, συμπεριλαμβανομένων συμβολοσειρών, αριθμών, ημερομηνιών, ακόμη και άλλων στοιχείων XML.

Τα αρχεία XML χρησιμοποιούνται συνήθως για την ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ διαφορετικών συστημάτων λογισμικού, καθώς παρέχουν έναν τυποποιημένο τρόπο αναπαράστασης δομημένων δεδομένων που μπορούν εύκολα να αναλυθούν και να χειριστούν οι υπολογιστές. Χρησιμοποιούνται επίσης συνήθως για την αποθήκευση δεδομένων διαμόρφωσης, καθώς παρέχουν μια αναγνώσιμη από τον άνθρωπο και μηχανικά αναγνώσιμη μορφή για τον καθορισμό ρυθμίσεων και προτιμήσεων. Συνολικά, τα αρχεία XML είναι μια ισχυρή και ευέλικτη μορφή αρχείου που έχει γίνει βασικό εργαλείο στη σύγχρονη ανάπτυξη λογισμικού.



```
1<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
2<PatientSettings>
3 <PatientHeartRate>70</PatientHeartRate>
4 <PatientAge>35</PatientAge>
5 <PatientForcedVitalCapacity>5</PatientForcedVitalCapacity>
6 <PatientSexIndex>0</PatientSexIndex>
7 <PatientSex>Male</PatientSex>
8</PatientSettings>
```

**Εικόνα 17** – Η ανατομία του αρχείου XML. Μετατροπή της δομή JSON της εικόνας 12 σε δομή XML

Για παράδειγμα, ένα αρχείο XML που περιέχει δεδομένα πελατών για ένα κατάστημα μπορεί να έχει την ακόλουθη μορφή της **Εικόνας 14**

Το παρεχόμενο αρχείο XML αντιπροσωπεύει τις ρυθμίσεις ασθενούς σε δομημένη μορφή. Ξεκινά με τη δήλωση XML που δηλώνει την έκδοση και την κωδικοποίηση χαρακτήρων που χρησιμοποιείται. Το ριζικό στοιχείο (root), «PatientSettings», ενσωματώνει τις ρυθμίσεις που σχετίζονται με τον ασθενή. Μέσα σε αυτό το στοιχείο, υπάρχουν πολλά θυγατρικά στοιχεία.

Το στοιχείο «PatientHeartRate» υποδεικνύει τον καρδιακό ρυθμό του ασθενούς, ο οποίος έχει οριστεί στους 70 παλμούς ανά λεπτό. Το στοιχείο «PatientAge» υποδηλώνει την ηλικία του ασθενούς, η οποία καταγράφεται ως 35 έτη. Το στοιχείο «PatientForcedVitalCapacity» υποδηλώνει την εξαναγκασμένη ζωτική χωρητικότητα του ασθενούς, με τιμή 5 λίτρα. Το στοιχείο «PatientSexIndex» υποδεικνύει τον δείκτη φύλου του ασθενούς, που αντιπροσωπεύεται από την τιμή 0, η οποία αντιστοιχεί σε ένα αρσενικό φύλο. Τέλος, το στοιχείο «PatientSex» αναφέρει ρητά ότι το βιολογικό φύλο του ασθενούς είναι αρσενικό.

Αυτά τα στοιχεία XML και οι αντίστοιχες τιμές τους παρέχουν βασικές πληροφορίες για τον ασθενή και γίνονται χρήση από το πρόγραμμα «iPID v1.0» που αναπτύχθηκε στα πλαίσια της διπλωματικής εργασίας.. Η δομημένη μορφή επιτρέπει την εύκολη ερμηνεία και χειρισμό των δεδομένων.

### 3.8 Εισαγωγή στο PlantUML

Το PlantUML είναι ένα εργαλείο ανοιχτού κώδικα που μας επιτρέπει να δημιουργούμε διαγράμματα χρησιμοποιώντας μια απλή περιγραφή κειμένου. Παρέχει έναν τρόπο περιγραφής διαγραμμάτων σε μια ευανάγνωστη από τον άνθρωπο και διαισθητική γλώσσα και στη συνέχεια δημιουργεί αυτόματα αντίστοιχα διαγράμματα. Το PlantUML υποστηρίζει διάφορους τύπους διαγραμμάτων, όπως διαγράμματα κλάσεων, διαγράμματα ακολουθίας, διαγράμματα περίπτωσης χρήσης, διαγράμματα δραστηριότητας και πολλά άλλα. Το PlantUML είναι μια γλώσσα DSL (Domain-Specific Language) που χρησιμοποιείται για τη δημιουργία διαγραμμάτων UML. Παρέχει μια απλή και διαισθητική σύνταξη για την περιγραφή διαφόρων τύπων διαγραμμάτων UML, όπως διαγράμματα κλάσεων, διαγράμματα ακολουθίας, διαγράμματα δραστηριότητας και πολλά άλλα.

Το πλεονέκτημα της χρήσης PlantUML είναι ότι μας επιτρέπει να εστιάζουμε στη δομή και το περιεχόμενο του διαγράμματος αντί να ασχολούμαστε με την οπτική διάταξη. Δουλεύοντας με μια περιγραφή απλού κειμένου, γίνεται εύκολος ο έλεγχος έκδοσης, η συνεργασία και η ενσωμάτωση διαγραμμάτων στην τεκμηρίωσή μας ή στη βάση κώδικα.

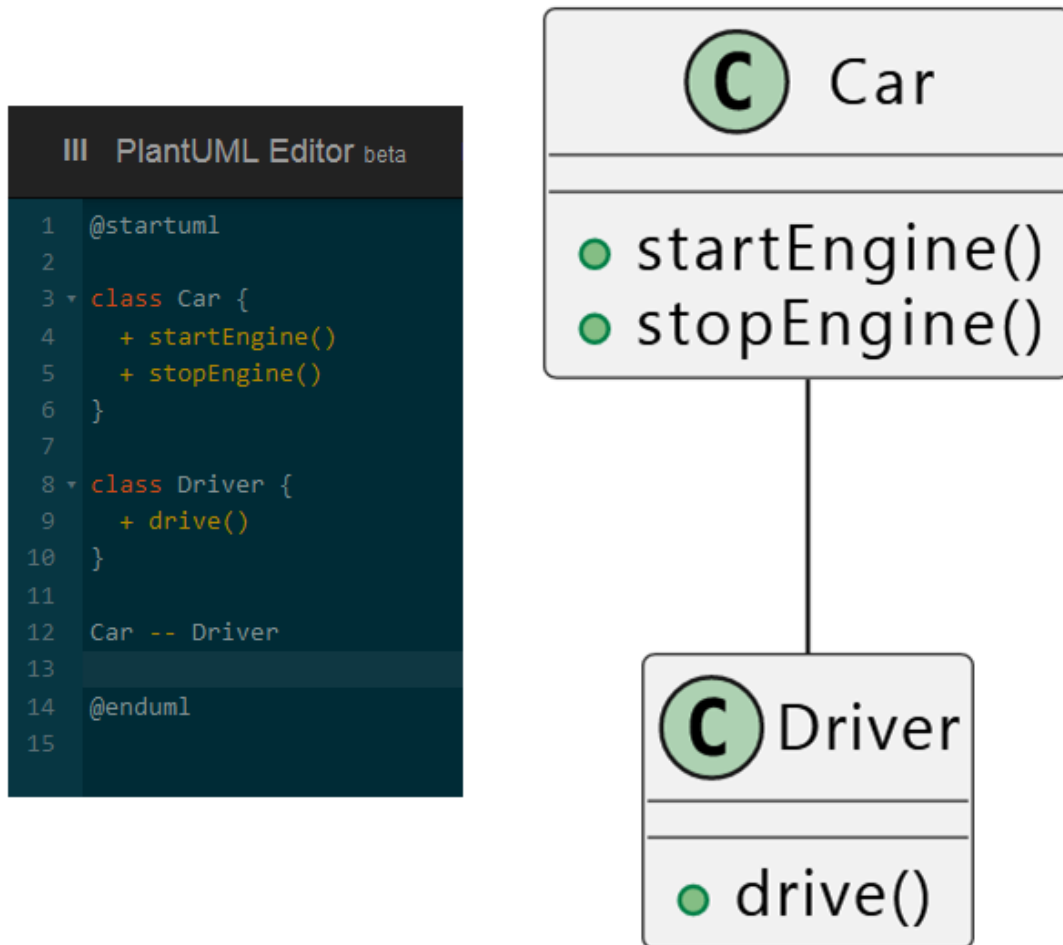
Ο κώδικας στο πλαίσιο του PlantUML αναφέρεται στη γλώσσα ή τη σύνταξη που χρησιμοποιείται για την περιγραφή των διαγραμμάτων. Αντί να χρησιμοποιήσουμε μια γραφική διεπαφή ή να κάνουμε μεταφορά και απόθεση στοιχείων (drag and drop) όπως σε ένα πρόγραμμα εισαγωγής σχημάτων, το PlantUML μας επιτρέπει να παράγουμε μια αναπαράσταση ενός διαγράμματος χρησιμοποιώντας μια συγκεκριμένη σύνταξη κειμένου (κώδικα).

Η σύνταξη έχει σχεδιαστεί για να είναι απλή, διαισθητική και εύκολη στην ανάγνωση και εγγραφή. Χρησιμοποιεί λέξεις-κλειδιά, σύμβολα και εσοχές για να ορίσει στοιχεία και σχέσεις σε ένα διάγραμμα. Για παράδειγμα, για να δημιουργήσετε ένα διάγραμμα κλάσεων, θα χρησιμοποιούσατε λέξεις-κλειδιά όπως "class", "interface" και "abstract" για να ορίσετε κλάσεις και σύμβολα όπως "--" και "<>" για να αναπαραστήσετε τις σχέσεις μεταξύ των κλάσεων.

Το UML σημαίνει Unified Modeling Language. Είναι μια τυποποιημένη γραφική γλώσσα που χρησιμοποιείται για την απεικόνιση, τον προσδιορισμό, την κατασκευή και την τεκμηρίωση των τεχνουργημάτων ενός συστήματος λογισμικού. Η UML παρέχει ένα σύνολο σημειώσεων και διαγραμμάτων που βοηθούν τους προγραμματιστές

λογισμικού, τους αρχιτέκτονες και τους σχεδιαστές να επικοινωνούν και να κατανοούν τη δομή, τη συμπεριφορά και τις σχέσεις σύνθετων συστημάτων.

Τα διαγράμματα UML χρησιμεύουν ως κοινή γλώσσα για τους επαγγελματίες λογισμικού για την επικοινωνία, την ανάλυση και τον σχεδιασμό συστημάτων, επιτρέποντας καλύτερη κατανόηση, συνεργασία και τεκμηρίωση σε όλο τον κύκλο ζωής ανάπτυξης λογισμικού.



**Εικόνα 18** – Παράδειγμα UML αναπαράσταση με την χρήση της DSL γλώσσας plantUML

Το UML αναπτύχθηκε στα μέσα της δεκαετίας του 1990 από τους Grady Booch, James Rumbaugh και Ivar Jacobson, οι οποίοι συνδύασαν τις μεμονωμένες αντικειμενοστρεφείς μεθόδους μοντελοποίησης τους σε μια ενοποιημένη γλώσσα. Έκτοτε διατηρείται από την Ομάδα Διαχείρισης Αντικειμένων (OMG) και η πιο πρόσφατη προδιαγραφή είναι η UML 2.5.1.

Η UML προσφέρει μια ποικιλία τύπων διαγραμμάτων, καθένας από τους οποίους εξυπηρετεί διαφορετικό σκοπό και παρέχει διαφορετική προοπτική σε ένα σύστημα. Μερικά από τα διαγράμματα UML που χρησιμοποιούνται συνήθως περιλαμβάνουν:

1. **Διάγραμμα Κλάσεων (Class Diagram):** Αντιπροσωπεύει τη στατική δομή ενός συστήματος, δείχνοντας κλάσεις, τα χαρακτηριστικά, τις μεθόδους και τις σχέσεις τους.
2. **Διάγραμμα Ακολουθίας (Sequence Diagram):** Παρουσιάζει τη δυναμική συμπεριφορά ενός συστήματος, δείχνοντας τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των αντικειμένων με την πάροδο του χρόνου.
3. **Διάγραμμα Περίπτωσης Χρήσης (Usage Case Diagram):** Περιγράφει τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των φορέων (χρήστες ή εξωτερικά συστήματα) και του συστήματος, αποτυπώνοντας τη λειτουργικότητα του συστήματος από την οπτική γωνία του χρήστη.
4. **Διάγραμμα Δραστηριότητας (Activity Diagram):** Μοντελοποιεί τη ροή εργασιών ή τη ροή των δραστηριοτήτων μέσα σε ένα σύστημα, οπτικοποιώντας τα βήματα και τις αποφάσεις που περιλαμβάνονται σε μια διαδικασία.
5. **Διάγραμμα Μηχανής Κατάστασης (State Machine Diagram):** Αντιπροσωπεύει τη συμπεριφορά ενός συστήματος ή ενός μεμονωμένου αντικειμένου ως μια σειρά καταστάσεων και μεταβάσεων.
6. **Διάγραμμα Στοιχείων (Component Diagram):** Δείχνει την οργάνωση και τις εξαρτήσεις μεταξύ των στοιχείων, τα οποία είναι αρθρωτές μονάδες ενός συστήματος.
7. **Διάγραμμα Ανάπτυξης (Deployment Diagram):** Περιγράφει τη φυσική ανάπτυξη στοιχείων λογισμικού σε κόμβους υλικού ή περιβάλλοντα εκτέλεσης.

Η UML παρέχει αρκετούς άλλους τύπους διαγραμμάτων για την καταγραφή διαφορετικών πτυχών της αρχιτεκτονικής, της συμπεριφοράς και της αλληλεπίδρασης ενός συστήματος. Ουσιαστικά, αποτελεί μια μοναδική γλώσσα επικοινωνίας στα πλαίσια ανάπτυξης συστημάτων που απαιτούν διαφορετικές ειδικότητες μηχανικών, κατασκευαστών και επιστημόνων.



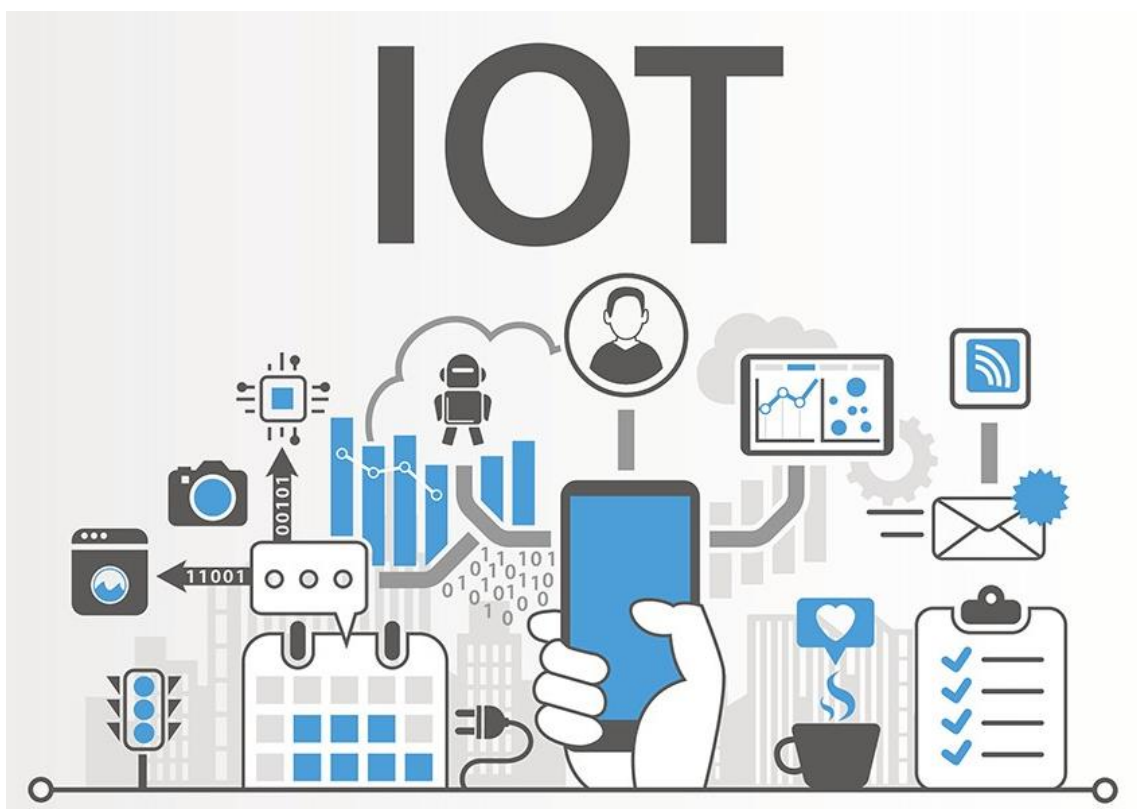
## Σύνοψη Κεφαλαίου

1. **Διαδικαστικός Προγραμματισμός:** Είναι ένας τύπος προγραμματισμού που εστιάζει στη σύνταξη μιας ακολουθίας εντολών ή διαδικασιών για την επίλυση ενός προβλήματος. Ένα παράδειγμα διαδικαστικής γλώσσας προγραμματισμού είναι η γλώσσα C.
2. **Αντικειμενοστραφής προγραμματισμός (OOP):** Πρόκειται για ένα πρότυπο προγραμματισμού που οργανώνει δεδομένα και λειτουργίες σε αντικείμενα, επιτρέποντας αρθρωτό και επαναχρησιμοποιήσιμο κώδικα. Ένα παράδειγμα αντικειμενοστραφούς γλώσσας προγραμματισμού είναι η Java.
3. Η γλώσσα Microsoft Visual C# εισήχθη από τη Microsoft το 2000 ως μέρος του .NET Framework. Είναι μια σύγχρονη, αντικειμενοστραφής γλώσσα σχεδιασμένη για την ανάπτυξη εφαρμογών για την πλατφόρμα Windows, καθώς και για την ανάπτυξη εφαρμογών ιστού (Web Applications) και κινητών (Mobile Applications).
4. Η C# χρησιμοποιείται ευρέως για μια ποικιλία εφαρμογών, συμπεριλαμβανομένης της ανάπτυξης λογισμικού για Desktop υπολογιστές με Windows, της ανάπτυξης εφαρμογών ιστού με χρήση ASP.NET, της ανάπτυξης παιχνιδιών με Unity, της ανάπτυξης εφαρμογών κινητών τηλεφώνων μέσω του Xamarin καθώς και στους τομείς της μηχανικής μάθησης και της τεχνητής νοημοσύνης.
5. Το .NET Framework είναι ένα πλαίσιο λογισμικού που αναπτύχθηκε από τη Microsoft και παρέχει ένα μοντέλο προγραμματισμού για τη δημιουργία και εκτέλεση εφαρμογών στο λειτουργικό σύστημα Windows.
6. Το .NET Framework παρέχει προκατασκευασμένο κώδικα, βιβλιοθήκες και ενοποιημένο περιβάλλον εκτέλεσης που απλοποιούν και επιταχύνουν την ανάπτυξη εφαρμογών, παρέχοντας ισχυρές λειτουργίες όπως διαχείριση μνήμης, ασφάλεια και διαλειτουργικότητα.
7. Τα αρχεία DLL επιτρέπουν την κοινή χρήση κώδικα και πόρων μεταξύ πολλών προγραμμάτων, μειώνοντας τον απαιτούμενο χώρο στο δίσκο και τη μνήμη για κάθε πρόγραμμα.
8. Τα αρχεία DLL μπορούν να ενημερωθούν ή να αντικατασταθούν χωρίς να απαιτούνται αλλαγές στα προγράμματα που τα χρησιμοποιούν, επιτρέποντας ευέλικτη ανάπτυξη και διόρθωση σφαλμάτων.
9. Τα αρχεία CSV είναι μια ευρέως χρησιμοποιούμενη μορφή αρχείου για την αποθήκευση και ανταλλαγή δεδομένων με απλό και ομοιογενή τρόπο, που προέρχονται από τη δεκαετία του 1970, ενώ, έχουν γίνει πρότυπο σε πολλά λογισμικά.
10. Τα αρχεία CSV αποτελούνται από σειρές και στήλες, όπου κάθε σειρά αντιστοιχεί σε μια εγγραφή και οι στήλες περιέχουν δεδομένα με διαχωριστή συνήθως το κόμμα.

Χρησιμοποιούνται για ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ συστημάτων και ανάλυση δεδομένων σε προγράμματα όπως το Excel και η Python.

11. Τα αρχεία JSON είναι μια δημοφιλής μορφή αρχείου που χρησιμοποιείται για την αποθήκευση και την ανταλλαγή δεδομένων με ομοιογενή τρόπο.
12. Τα αρχεία JSON αποτελούνται από μια σειρά ζευγών κλειδιού-τιμής, με κάθε κλειδί να αντιπροσωπεύει ένα τμήμα δεδομένων και κάθε τιμή να περιέχει την αντίστοιχη τιμή.
13. Η XML (eXtensible Markup Language) είναι μια ευρέως χρησιμοποιούμενη μορφή αρχείου για την αποθήκευση και την ανταλλαγή δομημένων δεδομένων, που εισήχθη στα τέλη της δεκαετίας του 1990 από την Κοινοπραξία του Παγκόσμιου Ιστού (W3C).
14. Τα αρχεία XML αποτελούνται από μια σειρά στοιχείων, με κάθε στοιχείο να περιέχει ένα τμήμα δεδομένων και πιθανώς ένα ή περισσότερα θυγατρικά στοιχεία. Κάθε στοιχείο περικλείεται σε γωνιακές αγκύλες, με την ετικέτα ανοίγματος να υποδεικνύει το όνομα του στοιχείου και τυχόν συναφή χαρακτηριστικά και την ετικέτα κλεισίματος να δείχνει το τέλος του στοιχείου. Τα δεδομένα σε κάθε στοιχείο μπορεί να είναι διαφόρων τύπων, συμπεριλαμβανομένων συμβολοσειρών, αριθμών, ημερομηνιών, ακόμη και άλλων στοιχείων XML.
15. Η UML (Unified Modeling Language) είναι μια τυποποιημένη γλώσσα μοντελοποίησης που χρησιμοποιείται στη μηχανική λογισμικού για την οπτική αναπαράσταση, προσδιορισμό, κατασκευή και τεκμηρίωση συστημάτων λογισμικού. Η γλώσσα εισήχθη στα μέσα της δεκαετίας του 1990 από τους Grady Booch, James Rumbaugh και Ivar Jacobson, οι οποίοι συγχώνευσαν τις αντίστοιχες γλώσσες μοντελοποίησης τους (μέθοδος Booch, Object Modeling Technique και Object-Oriented Software Engineering) για να δημιουργήσουν ένα ενοποιημένο πρότυπο.
16. Το PlantUML είναι ένα εργαλείο ανοιχτού κώδικα που μας επιτρέπει να δημιουργούμε διαγράμματα UML χρησιμοποιώντας μια απλή σύνταξη κειμένου. Υποστηρίζει διάφορους τύπους διαγραμμάτων UML, συμπεριλαμβανομένων διαγραμμάτων κλάσεων, διαγραμμάτων ακολουθίας, διαγραμμάτων δραστηριότητας και πολλά άλλα. Με το PlantUML, μπορούμε να δημιουργούμε διαγράμματα σε διαφορετικές μορφές όπως PNG, SVG και PDF, καθιστώντας το βολικό για τεκμηρίωση και συνεργασία. Το PlantUML έχει μια ενεργή κοινότητα και χρησιμοποιείται ευρέως για την οπτικοποίηση σχεδίων και αρχιτεκτονικών λογισμικού.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup> – Εισαγωγή στο HTTP και στο Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT)



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup> – Εισαγωγή στο HTTP και στο Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT)

### Γενική Περιγραφή

Το τέταρτο κεφάλαιο, καλύπτει μια εισαγωγή στο Internet of Things (IoT) και τις σχετικές τεχνολογίες. Περιλαμβάνει ενότητες που επεξηγούν τον ορισμό του IoT, την αρχιτεκτονική του συστήματος IoT, το πρωτόκολλο HTTP, τη μέθοδο GET και τα μηνύματα κωδικού κατάστασης στο HTTP, κλήσεις API, καθώς και μελέτες περιπτώσεων για την απόκτηση δεδομένων από αισθητήρες Purpleair και AQMesh.

Η Ενότητα 4.1 μας εισάγει στην έννοια του Διαδικτύου των Πραγμάτων (IoT), η οποία αναφέρεται στο δίκτυο των διασυνδεδεμένων φυσικών συσκευών που μπορούν να συλλέγουν και να ανταλλάσσουν δεδομένα. Επίσης, υπογραμμίζει τον θεμελιώδη ορισμό και τις αρχές του IoT.

Στην Ενότητα 4.2, επικεντρωνόμαστε στην αρχιτεκτονική των συστημάτων IoT. Εξηγούνται τα διαφορετικά επίπεδα και στοιχεία που αποτελούν ένα σύστημα IoT, συμπεριλαμβανομένων αισθητήρων, δικτύων, επεξεργασίας δεδομένων και εφαρμογών.

Η Ενότητα 4.3 εμβαθύνει στο πρωτόκολλο HTTP, το οποίο είναι ένα θεμελιώδες πρωτόκολλο που χρησιμοποιείται για την επικοινωνία στο Παγκόσμιο Ιστό. Περιγράφει τα βασικά χαρακτηριστικά και τις λειτουργίες του HTTP για τη διευκόλυνση της μεταφοράς δεδομένων μεταξύ πελατών (**Client**) και διακομιστών (**Server**).

Η Ενότητα 4.4 περιγράφει τη μέθοδο GET στο πλαίσιο του HTTP. Εξηγεί πώς χρησιμοποιείται η μέθοδος GET για την ανάκτηση δεδομένων από έναν διακομιστή και παρέχει μια επισκόπηση της χρήσης και της σύνταξής της.

Η Ενότητα 4.5 διερευνά τα μηνύματα κωδικού κατάστασης στο HTTP. Εξετάζει τους διαφορετικούς τύπους κωδικών κατάστασης που υποδεικνύουν το αποτέλεσμα ενός αιτήματος HTTP και τη σημασία τους για την κατανόηση της επιτυχίας ή της αποτυχίας ενός αιτήματος.

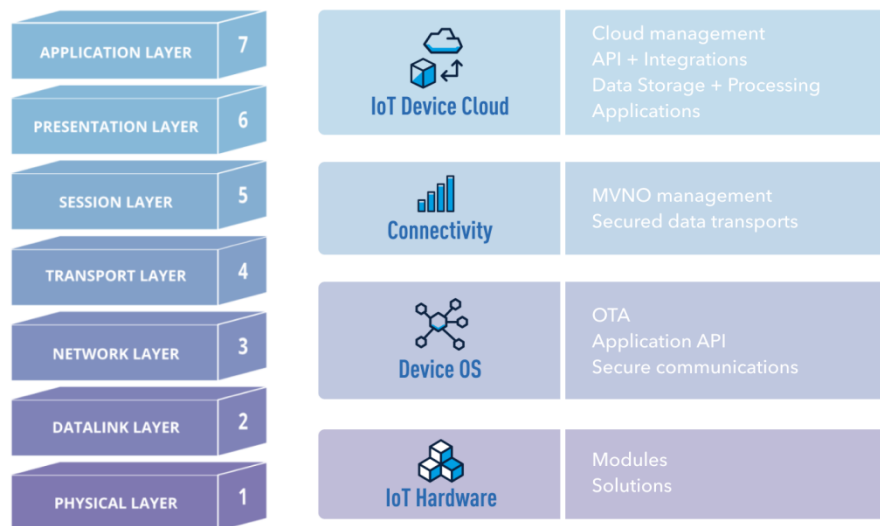
Ο ορισμός των κλήσεων API καλύπτεται στην Ενότητα 4.6. Εδώ, γίνεται ανάλυση για το πώς οι διεπαφές προγραμματισμού εφαρμογών (API) επιτρέπουν την επικοινωνία και την αλληλεπίδραση μεταξύ διαφορετικών συστημάτων λογισμικού, επιτρέποντας την ανάκτηση και τον χειρισμό δεδομένων.

Οι Ενότητες 4.7, 4.8 και 4.9 παρουσιάζουν περιπτωσιολογικές μελέτες που σχετίζονται με την απόκτηση δεδομένων. Συγκεκριμένα, παρουσιάζεται ο τρόπος απόκτησης δεδομένων από αισθητήρες της Purpleair και της ιδιωτικής εταιρείας AQMesh, επισημαίνοντας τη διαδικασία και τις μεθοδολογίες που εμπλέκονται στη λήψη δεδομένων ιστορικού από τα συστήματα αισθητήρων.

Συνοπτικά, το κεφάλαιο, παρέχει μια επισκόπηση βασικών εννοιών και τεχνολογιών που σχετίζονται με το Internet of Things (IoT). Καλύπτει τον ορισμό του IoT, την αρχιτεκτονική του συστήματος, το πρωτόκολλο HTTP, τις κλήσεις API και περιλαμβάνει μελέτες περιπτώσεων για την απόκτηση δεδομένων από αισθητήρες Purpleair και AQMesh. Συμβάλλοντας στην κατανόηση των αρχών, των πρωτοκόλλων και των πρακτικών των συστημάτων IoT

## The IoT Protocol Stack

— \*Particle —



**Εικόνα 19** – Συσχέτιση στοίβας TCP με την στοίβα του IoT

**Πηγή:** <https://www.particle.io/iot-guides-and-resources/iot-protocols-and-standards/>

#### 4.1 Ορισμός Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT)

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT) αναφέρεται στο δίκτυο φυσικών συσκευών, οχημάτων, οικιακών συσκευών και άλλων αντικειμένων που είναι ενσωματωμένα με αισθητήρες, λογισμικό και συνδεσιμότητα για να τους επιτρέπουν να ανταλλάσσουν δεδομένα και να συνδέονται στο διαδίκτυο. Η τεχνολογία IoT επιτρέπει τη δημιουργία ενός δικτύου συνδεδεμένων συσκευών, επιτρέποντας την ανταλλαγή δεδομένων και τον αυτοματισμό.

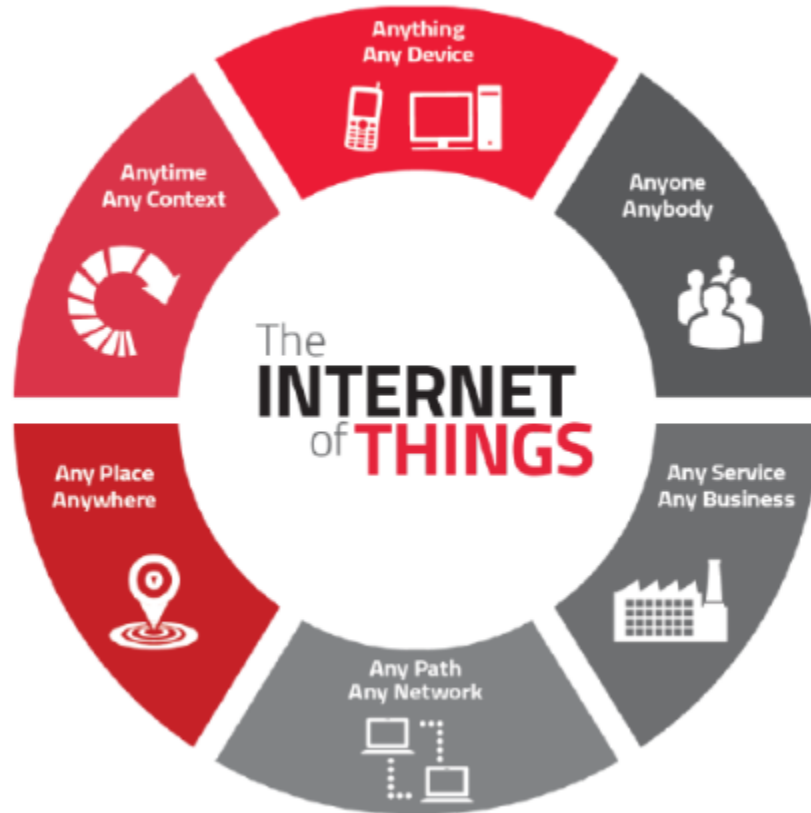
Η έννοια του IoT εισήχθη για πρώτη φορά στα τέλη της δεκαετίας του 1990 από τον Kevin Ashton, έναν Βρετανό πρωτοπόρο τεχνολογίας και συνιδρυτή του Auto-ID Center στο MIT. Ο Ashton χρησιμοποίησε για πρώτη φορά τον όρο "**Internet of Things**" σε μια παρουσίαση που έκανε το 1999.

Μερικά από τα οφέλη της τεχνολογίας IoT περιλαμβάνουν:

1. **Αυξημένη απόδοση:** Η τεχνολογία IoT μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη βελτιστοποίηση και την αυτοματοποίηση των διαδικασιών, οδηγώντας σε αυξημένη απόδοση και μειωμένο κόστος. Για παράδειγμα, οι αισθητήρες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παρακολούθηση και τη βελτιστοποίηση της χρήσης ενέργειας στα κτίρια ή για την παρακολούθηση του αποθέματος στις αποθήκες.
2. **Βελτιωμένη ασφάλεια:** Η τεχνολογία IoT μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη βελτίωση της ασφάλειας σε διάφορες ρυθμίσεις, όπως η παρακολούθηση και ο έλεγχος της ροής της κυκλοφορίας, η ανίχνευση πιθανών κινδύνων σε βιομηχανικά περιβάλλοντα ή η παρακολούθηση της υγείας των ασθενών από απόσταση.
3. **Βελτιωμένη εμπειρία πελάτη:** Η τεχνολογία IoT μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία εξατομικευμένων εμπειριών για τους πελάτες, όπως έξυπνα σπίτια που μπορούν να προσαρμόσουν τον φωτισμό, τη θερμοκρασία και τη μουσική με βάση τις προτιμήσεις των χρηστών.
4. **Data Insights:** Η τεχνολογία IoT μπορεί να δημιουργήσει τεράστιες ποσότητες δεδομένων, τα οποία μπορούν να αναλυθούν για να αποκτηθούν πληροφορίες και να ληφθούν αποφάσεις βάσει δεδομένων.
5. **Καινοτομία :** Η τεχνολογία IoT έχει τη δυνατότητα να προωθήσει την καινοτομία και να δημιουργήσει νέα προϊόντα και υπηρεσίες, όπως φορητές συσκευές που παρακολουθούν δεδομένα φυσικής κατάστασης και υγείας ή έξυπνες συσκευές που μπορούν να ελεγχθούν εξ αποστάσεως.

Συνολικά, η τεχνολογία IoT έχει τη δυνατότητα να φέρει επανάσταση σε πολλούς κλάδους και να βελτιώσει τον τρόπο που ζούμε και εργαζόμαστε. Καθώς η

τεχνολογία συνεχίζει να προοδεύει και να υιοθετείται ευρύτερα, μπορούμε να αναμένουμε να δούμε ακόμη περισσότερα οφέλη και ευκαιρίες να αναδύονται.



Εικόνα 20 – Αρχιτεκτονική IoT – Πώς λειτουργεί το IoT

Πηγή: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Internet\\_of\\_Things\\_%28IoT%29.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Internet_of_Things_%28IoT%29.png)

#### 4.2 Αρχιτεκτονική Συστημάτων IoT

Η αρχιτεκτονική των συστημάτων IoT περιλαμβάνει συνήθως πολλά στρώματα στοιχείων, συμπεριλαμβανομένων των συσκευών ή αισθητήρων αιχμής, των πυλών διαδικτύου, του cloud και της διεπαφής χρήστη. Στην συνέχεια, ακολουθεί μια σύντομη περιγραφή καθενός από αυτά τα επίπεδα:

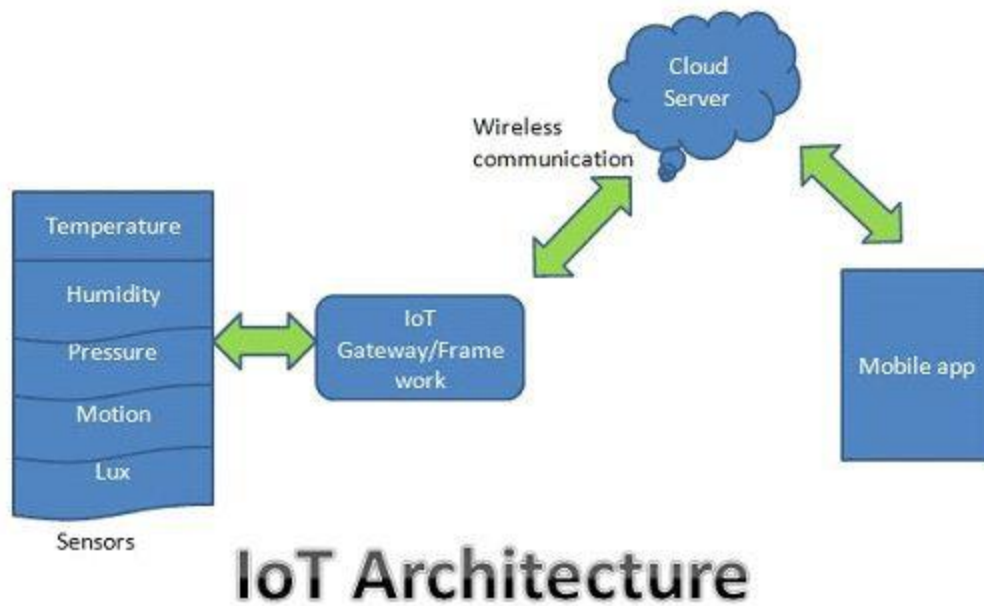
1. **Συσκευές/αισθητήρες αιχμής (Edge devices/sensors):** Αυτές είναι οι φυσικές συσκευές που συλλέγουν δεδομένα από το περιβάλλον, όπως θερμοκρασία,

υγρασία ή κίνηση κ.α.. Συνδέονται στο διαδίκτυο και στέλνουν δεδομένα στην πύλη διαδικτύου για επεξεργασία.

2. **Πύλες Διαδικτύου (Gateways):** Αυτές είναι οι συσκευές που συνδέουν τις συσκευές αιχμής με το cloud. Λειτουργούν ως ενδιάμεσοι μεταξύ των αισθητήρων και του cloud, εκτελώντας λειτουργίες επεξεργασίας και συγκέντρωσης δεδομένων. Συνήθως έχουν μεγαλύτερη υπολογιστική ισχύ και χωρητικότητα αποθήκευσης από τις αισθητήριες συσκευές, επιτρέποντάς τους να εκτελούν πιο προηγμένες αναλύσεις και φιλτράρισμα.
3. **Cloud:** Αυτός είναι ο κεντρικός κόμβος του συστήματος IoT όπου τα δεδομένα αποθηκεύονται, επεξεργάζονται και αναλύονται. Οι υπηρεσίες cloud περιλαμβάνουν συνήθως την αποθήκευση δεδομένων, την ανάλυση δεδομένων, τη μηχανική μάθηση και τα εργαλεία τεχνητής νοημοσύνης. Μπορούν να παρέχονται από τρίτους παρόχους ή να φιλοξενούνται επί τόπου από τον εκάστοτε οργανισμό.
4. **Διεπαφή χρήστη (User interface):** Αυτό είναι το επίπεδο που παρέχει μια οπτική αναπαράσταση των δεδομένων που συλλέγονται από τις συσκευές αιχμής. Θα μπορούσε να είναι ένας πίνακας ελέγχου ιστού, μια εφαρμογή για κινητά ή ακόμα και μια διεπαφή φωνητικού βοηθού. Επιτρέπει στους χρήστες να αλληλεπιδρούν με τα δεδομένα και να ελέγχουν τις συσκευές εξ αποστάσεως.

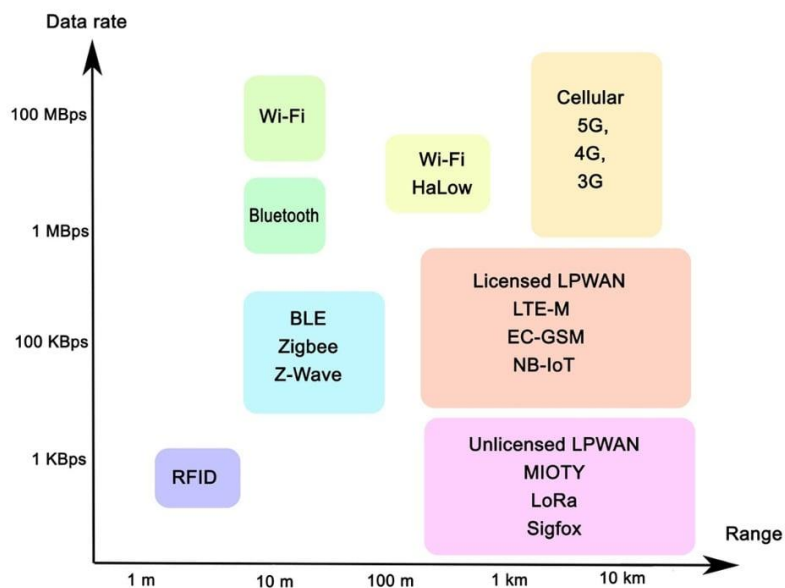
Συνολικά, η αρχιτεκτονική του IoT είναι ένα πολύπλοκο σύστημα διασυνδεδεμένων στοιχείων, το καθένα από τα οποία διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο στη συλλογή, την επεξεργασία και την ανάλυση δεδομένων από τις συσκευές αιχμής. Οι πύλες λειτουργούν ως γέφυρα μεταξύ των αισθητήρων και του υπολογιστικού νέφους, επιτρέποντας στους οργανισμούς και τους ιδιώτες να αξιοποιήσουν τη δύναμη του υπολογιστικού νέφους για να εξάγουν πληροφορίες από τα δεδομένα.





**Εικόνα 21** – Αρχιτεκτονική IoT – Πώς λειτουργεί το IoT

Πηγή: <https://iotdunia.com/iot-architecture/>



**Εικόνα 22** – Χρησιμοποιούμενα πρωτόκολλα επικοινωνίας στο IoT

Πηγή: <https://www.emnify.com/iot-glossary/guide-iot-protocols>

### 4.3 Το Πρωτόκολλο HTTP

Το HTTP (Πρωτόκολλο μεταφοράς υπερκειμένου) είναι ένα πρωτόκολλο που χρησιμοποιείται για την επικοινωνία μεταξύ προγραμμάτων περιήγησης Ιστού (Web Browsers) και διακομιστών Ιστού (Web Servers). Παρουσιάστηκε το 1991 από τον Tim Berners-Lee και την ομάδα του στο CERN ως μέρος της ανάπτυξης του World Wide Web (WWW).

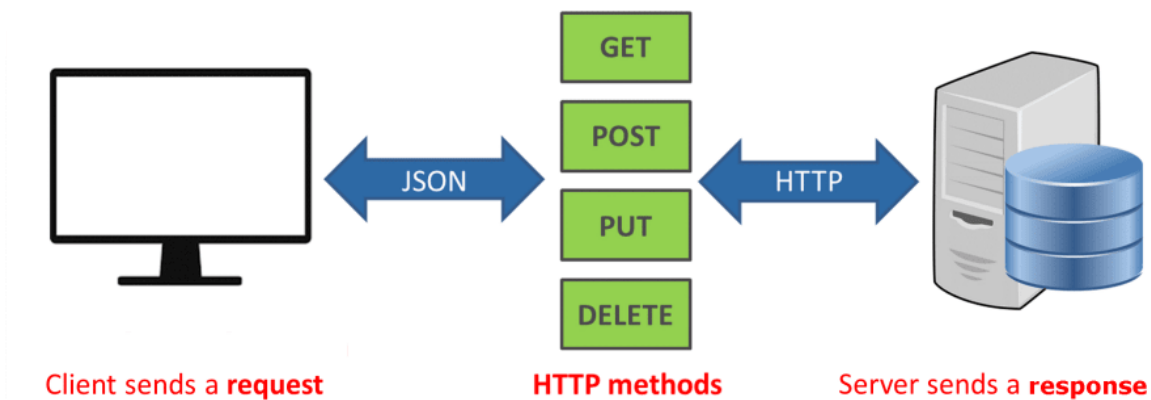
Το HTTP ορίζει ένα σύνολο κανόνων για τον τρόπο με τον οποίο τα προγράμματα περιήγησης Ιστού και οι διακομιστές θα πρέπει να ανταλλάσσουν δεδομένα, συμπεριλαμβανομένων των αιτημάτων για ιστοσελίδες και άλλους πόρους, καθώς και απαντήσεις από τον διακομιστή που περιέχουν τα ζητούμενα δεδομένα.

Το HTTP χρησιμοποιεί ένα μοντέλο αίτησης/απόκρισης, όπου ο πελάτης (συνήθως ένα πρόγραμμα περιήγησης Ιστού) στέλνει ένα αίτημα στον διακομιστή για έναν συγκεκριμένο πόρο και ο διακομιστής απαντά με τα ζητούμενα δεδομένα ή ένα μήνυμα σφάλματος.

Οι διαθέσιμες μέθοδοι στο HTTP είναι:

1. **GET**: Χρησιμοποιείται για την ανάκτηση δεδομένων από διακομιστή. Αυτή είναι η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη μέθοδος στο HTTP.
2. **POST**: Χρησιμοποιείται για την υποβολή δεδομένων σε διακομιστή, όπως δεδομένα φόρμας ή αρχεία.
3. **PUT**: Χρησιμοποιείται για την ενημέρωση ενός υπάρχοντος πόρου στο διακομιστή.
4. **DELETE**: Χρησιμοποιείται για τη διαγραφή ενός πόρου από τον διακομιστή.
5. **HEAD**: Χρησιμοποιείται για την ανάκτηση μεταδεδομένων (metadata) σχετικά με έναν πόρο, όπως το μέγεθος ή τον τύπο του, χωρίς να γίνει λήψη του ίδιου του πόρου.
6. **OPTIONS**: Χρησιμοποιείται για την ανάκτηση πληροφοριών σχετικά με τις διαθέσιμες μεθόδους και άλλες επιλογές για έναν πόρο (resource).
7. **TRACE**: Χρησιμοποιείται για την ανάκτηση ενός διαγνωστικού ίχνους της αίτησης και της απόκρισης HTTP.
8. **CONNECT**: Χρησιμοποιείται για τη δημιουργία σύνδεσης δικτύου με έναν πόρο, όπως έναν ασφαλή κανάλι για κρυπτογράφηση SSL/TLS.

Συνολικά, το HTTP είναι ένα κρίσιμο στοιχείο του Παγκόσμιου Ιστού, που επιτρέπει την επικοινωνία μεταξύ προγραμμάτων περιήγησης και διακομιστών Ιστού και καθιστά δυνατή την πρόσβαση και την κοινή χρήση πληροφοριών και πόρων στο Διαδίκτυο.



**Εικόνα 23** – Επικοινωνία πελάτη / διακομιστή με ενδιάμεσο το πρωτόκολλο HTTP

Πηγή: <https://dev.to/adidoshi/http-request-methods-16ik>

HTTP Method	Request has body	Response has body	Safe	Idempotent	Cachable
GET	NO	YES	YES	YES	YES
POST	YES	YES	NO	NO	YES
PUT	YES	YES	NO	YES	NO
DELETE	YES	YES	NO	YES	NO
TRACE	NO	YES	YES	YES	NO
OPTIONS	NO	YES	YES	YES	NO
CONNECT	NO	YES	NO	NO	NO
PATCH	YES	YES	NO	NO	NO

**Εικόνα 24** – Επισκόπηση του πρωτόκολλου HTTP

Πηγή: <https://javarevisited.blogspot.com/2016/04/what-is-purpose-of-http-request-types-in-RESTful-web-service.html#axzz81m4nkUGe>

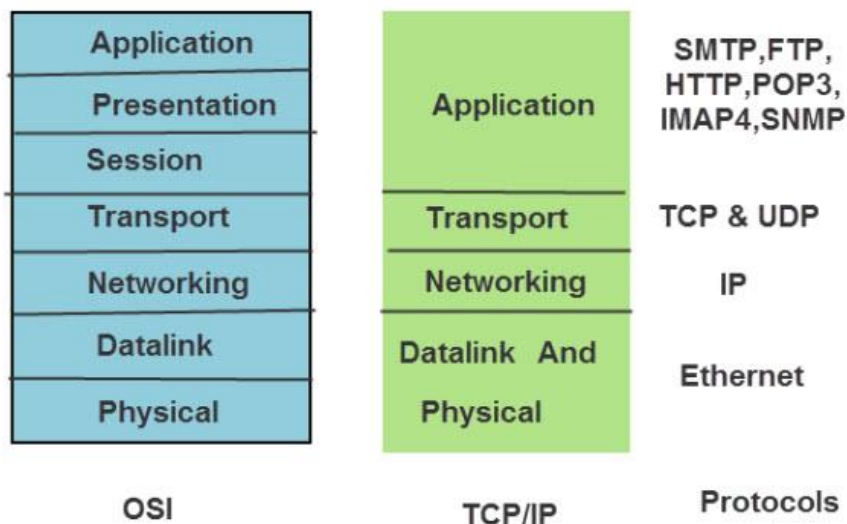
Το HTTP λειτουργεί στο επίπεδο εφαρμογής του μοντέλου δικτύωσης TCP/IP. Το επίπεδο εφαρμογής είναι το ανώτατο επίπεδο του μοντέλου TCP/IP και είναι υπεύθυνο για την παροχή υπηρεσιών δικτύου σε εφαρμογές.

Η πλήρης στοίβα του TCP/IP αποτελείται από τέσσερα επίπεδα:

1. **Το επίπεδο εφαρμογής:** Αυτό το επίπεδο περιλαμβάνει πρωτόκολλα όπως HTTP, FTP, SMTP και DNS.
2. **Το επίπεδο μεταφοράς:** Αυτό το επίπεδο είναι υπεύθυνο για την επικοινωνία από άκρο σε άκρο μεταξύ κεντρικών υπολογιστών και περιλαμβάνει πρωτόκολλα όπως το TCP και το UDP.
3. **Το επίπεδο Internet:** Αυτό το επίπεδο παρέχει δρομολόγηση και προώθηση πακέτων δεδομένων μεταξύ δικτύων και περιλαμβάνει πρωτόκολλα όπως το IP.
4. **Το επίπεδο σύνδεσης:** Αυτό το επίπεδο είναι υπεύθυνο για την επικοινωνία μεταξύ συσκευών στο ίδιο δίκτυο και περιλαμβάνει πρωτόκολλα όπως Ethernet και Wi-Fi.

Μαζί, αυτά τα επίπεδα παρέχουν την απαραίτητη υποδομή για την επικοινωνία μεταξύ συσκευών στο διαδίκτυο.

### OSI & TCP/IP Protocol-Stacks and Protocols



**Εικόνα 25** – Η στοίβα του TCP/IP

**Πηγή:** <http://www.steves-internet-guide.com/internet-protocol-suite-explained/>

#### 4.4 Περιγραφή του GET Method

Η μέθοδος GET στο HTTP χρησιμοποιείται για την ανάκτηση πληροφοριών από έναν διακομιστή. Είναι μια από τις πιο συχνά χρησιμοποιούμενες μεθόδους στο HTTP και χρησιμοποιείται συνήθως όταν ένα πρόγραμμα περιήγησης ιστού ζητά μια ιστοσελίδα ή άλλο πόρο από έναν διακομιστή.

Η ανατομία ενός αιτήματος GET στο HTTP περιλαμβάνει τα ακόλουθα στοιχεία:

1. **Η γραμμή αιτήματος (Request Line):** Η πρώτη γραμμή του αιτήματος περιέχει τη μέθοδο (σε αυτήν την περίπτωση είναι η GET), το URI (Uniform Resource Identifier) του πόρου που ζητείται και την έκδοση HTTP που χρησιμοποιείται.
2. **Κεφαλίδες αιτήματος (Request Headers):** Μετά τη γραμμή αιτήματος, ενδέχεται να περιλαμβάνονται πρόσθετες κεφαλίδες στο αίτημα, οι οποίες παρέχουν πρόσθετες πληροφορίες, όπως τον παράγοντα χρήστη (το πρόγραμμα περιήγησης ιστού που χρησιμοποιείται για την υποβολή του αιτήματος) και την αποδεκτή γλώσσα και κωδικοποίηση.
3. **Σώμα αιτήματος (Request Body):** Η μέθοδος GET συνήθως δεν περιλαμβάνει σώμα αιτήματος, καθώς χρησιμοποιείται μόνο για την ανάκτηση πληροφοριών από τον διακομιστή. Ωστόσο, σε ορισμένες περιπτώσεις, ένα σώμα αιτήματος μπορεί να συμπεριληφθεί σε ένα αίτημα GET.

Μόλις ο διακομιστής (server) λάβει το αίτημα GET, θα απαντήσει συνήθως με μια απάντηση που περιλαμβάνει τις ζητούμενες πληροφορίες, μαζί με το δικό του σύνολο κεφαλίδων (headers) και έναν κωδικό κατάστασης (status code) που υποδεικνύει εάν το αίτημα ήταν επιτυχές ή όχι.

Συνολικά, η ανατομία ενός αιτήματος GET στο HTTP είναι σχετικά απλή, καθώς χρησιμοποιείται μόνο για την ανάκτηση πληροφοριών από έναν διακομιστή. Ωστόσο, είναι ένα κρίσιμο στοιχείο του πρωτοκόλλου HTTP και χρησιμοποιείται εκτενώς στην περιήγηση στο διαδίκτυο και σε άλλες διαδικτυακές δραστηριότητες.

## 4.5 Μηνύματα Αναγνώρισης Κατάστασης στο HTTP

Τα συγκεκριμένα μηνύματα, είναι κωδικοί κατάστασης HTTP που επιστρέφονται στην απάντηση από τον διακομιστή (**Server**) στον πελάτη (**Client**) μετά την επεξεργασία ενός αιτήματος HTTP. Αυτοί οι κωδικοί κατάστασης υποδεικνύουν την κατάσταση του αιτήματος και παρέχουν πληροφορίες σχετικά με το εάν το αίτημα ήταν επιτυχές ή όχι, και εάν όχι, τι πήγε στραβά.

Ακολουθεί μια σύντομη περιγραφή κάθε κωδικού κατάστασης:

1. **200 OK**: υποδεικνύει ότι το αίτημα ήταν επιτυχές και ο διακομιστής επιστρέφει τα ζητούμενα δεδομένα στο σώμα απόκρισης.
2. **204 Χωρίς περιεχόμενο**: υποδεικνύει ότι το αίτημα ήταν επιτυχές, αλλά δεν υπάρχουν δεδομένα προς επιστροφή στο σώμα απάντησης.
3. **400 Bad Request**: υποδεικνύει ότι δεν ήταν δυνατή η επεξεργασία του αιτήματος λόγω μη έγκυρης σύνταξης, παραμέτρων που λείπουν ή άλλων σφαλμάτων από την πλευρά του πελάτη.
4. **401 Unauthorized**: υποδεικνύει ότι το αίτημα απαιτεί έλεγχο ταυτότητας, αλλά ο πελάτης δεν έχει πιστοποιηθεί ή δεν έχει τα απαραίτητα δικαιώματα για πρόσβαση στα ζητούμενα δεδομένα.
5. **404 Not Found**: υποδηλώνει ότι ο ζητούμενος πόρος δεν βρέθηκε στο διακομιστή.
6. **500 Σφάλμα διακομιστή**: υποδεικνύει ότι παρουσιάστηκε σφάλμα στο διακομιστή κατά την επεξεργασία του αιτήματος, το οποίο μπορεί να οφείλεται σε διάφορους λόγους, όπως σφάλμα στον κώδικα διακομιστή, προβλήματα συνδεσιμότητας δικτύου ή ανεπαρκείς πόρους διακομιστή.

## 4.6 Ορισμός API Calls

Οι κλήσεις API στις μεθόδους HTTP GET αναφέρονται συνήθως στη χρήση ενός αιτήματος GET για την ανάκτηση δεδομένων από ένα τελικό σημείο API (**Application Programming Interface**).

Ένα API είναι ένα σύνολο από πρωτόκολλα, ρουτίνες και εργαλεία που επιτρέπουν σε διαφορετικές εφαρμογές λογισμικού να επικοινωνούν μεταξύ τους. Όταν μια εφαρμογή πραγματοποιεί μια κλήση API χρησιμοποιώντας ένα αίτημα HTTP GET, στέλνει ένα αίτημα στο τελικό σημείο API και καθορίζει τυχόν παραμέτρους ή φίλτρα που χρειάζονται για την ανάκτηση των επιθυμητών δεδομένων. Στη συνέχεια, το API επιστρέφει τα ζητούμενα δεδομένα σε ένα σώμα απόκρισης που έχει διαμορφωθεί σύμφωνα με τις προδιαγραφές του API, όπως JSON ή XML.

Για παράδειγμα, μια εφαρμογή μπορεί να πραγματοποιήσει μια κλήση API χρησιμοποιώντας ένα αίτημα HTTP GET για να ανακτήσει δεδομένα καιρού για μια συγκεκριμένη τοποθεσία. Το αίτημα GET θα περιλαμβάνει το τελικό σημείο API για την υπηρεσία καιρού και τυχόν παραμέτρους ή φίλτρα που απαιτούνται για την ανάκτηση των δεδομένων, όπως το γεωγραφικό πλάτος και το μήκος της επιθυμητής τοποθεσίας. Στη συνέχεια, το API θα επιστρέψει τα δεδομένα καιρού σε ένα σώμα απόκρισης που μπορεί να υποβληθεί σε επεξεργασία από την εφαρμογή.

Τα αιτήματα HTTP GET χρησιμοποιούνται συνήθως για κλήσεις API επειδή είναι απλά, γρήγορα και με δυνατότητα προσωρινής αποθήκευσης. Είναι επίσης εύχρηστα με γλώσσες προγραμματισμού που βασίζονται στο web και πλαίσια, όπως JavaScript και Ruby on Rails.

#### 4.7 Purpleair Περίπτωση Απόκτησης Δεδομένων Αισθητήρα

Η ανατομία της κλήσης για την απόκτηση δεδομένων του αισθητήρα, είναι μια περιγραφή του τερματικού σημείου του API «**Λήψη δεδομένων αισθητήρα (Get Sensor Data)**» που παρέχεται από την PurpleAir. Το τελικό σημείο χρησιμοποιείται για την ανάκτηση των πιο πρόσφατων δεδομένων για έναν μεμονωμένο αισθητήρα, που προσδιορίζεται από τον «**δείκτη\_αισθητήρα – sensor\_index**».

Εδώ είναι μια ανάλυση της ανατομίας:

1. **Sensors** – Πρόκειται για τη ρίζα - τελικό σημείο (root point) για τις λειτουργίες API που σχετίζονται με αισθητήρες της PurpleAir.
2. **Get Sensor Data** - Αυτό είναι ένα υποτελικό σημείο κάτω από το τελικό σημείο αισθητήρων. Υποδεικνύει ότι η λειτουργία χρησιμοποιείται για την ανάκτηση δεδομένων για έναν συγκεκριμένο αισθητήρα.
3. **GET** - Υποδηλώνει ότι η μέθοδος HTTP που χρησιμοποιείται για αυτό το τελικό σημείο είναι η GET. Αυτό είναι σημαντικό, καθώς διαφορετικές μέθοδοι HTTP (π.χ. GET, POST, PUT, DELETE) χρησιμοποιούνται για διαφορετικές λειτουργίες API.
4. **https://api.purpleair.com/v1/sensors/:sensor\_index** - Αυτή είναι η διεύθυνση URL για το τελικό σημείο, το οποίο περιλαμβάνει μια παράμετρο (**:sensor\_index**) που καθορίζει τα δεδομένα του αισθητήρα που ζητούνται. Η πραγματική τιμή του **:sensor\_index** παρέχεται στη διεύθυνση URL αιτήματος όταν καλείται το τελικό σημείο.

Συνοπτικά, το τελικό σημείο του Get Sensor Data API χρησιμοποιείται για την ανάκτηση των πιο πρόσφατων δεδομένων για έναν μεμονωμένο αισθητήρα και η πρόσβαση σε αυτό γίνεται χρησιμοποιώντας ένα αίτημα GET με μια συγκεκριμένη διεύθυνση URL που περιλαμβάνει μια παράμετρο με το ευρετήριο του αισθητήρα.



#### 4.8 Purpleair Περίπτωση Απόκτησης Ιστορικού

Η ανατομία της κλήσης είναι μια περιγραφή του τερματικού σημείου API «**Get Sensor History - Λήψη ιστορικού αισθητήρα (CSV)**» που παρέχεται από την PurpleAir. Αυτό το τελικό σημείο χρησιμοποιείται για την ανάκτηση των δεδομένων ιστορικού για έναν συγκεκριμένο αισθητήρα, που προσδιορίζεται από τον «**δείκτη\_αισθητήρα – sensor\_index**» του, σε μορφή CSV.

Εδώ είναι μια ανάλυση της ανατομίας:

1. **Sensors** - Πρόκειται για τη ρίζα - τελικό σημείο (root point) για τις λειτουργίες API που σχετίζονται με αισθητήρες της PurpleAir.
2. **Λήψη ιστορικού αισθητήρα (CSV)** - Αυτό είναι ένα υποτελικό σημείο κάτω από το τελικό σημείο αισθητήρων, που υποδεικνύει ότι η λειτουργία χρησιμοποιείται για την ανάκτηση ιστορικών δεδομένων για έναν συγκεκριμένο αισθητήρα.
3. **GET** - Αυτό υποδηλώνει ότι η μέθοδος HTTP που χρησιμοποιείται για αυτό το τελικό σημείο είναι GET.
4. **[https://api.purpleair.com/v1/sensors/:sensor\\_index/history/csv](https://api.purpleair.com/v1/sensors/:sensor_index/history/csv)** - Αυτή είναι η διεύθυνση URL για το τελικό σημείο, το οποίο περιλαμβάνει μια παράμετρο (:**sensor\_index**) που καθορίζει τα δεδομένα του αισθητήρα που ζητούνται από τον χρήστη. Η πραγματική τιμή του **:sensor\_index** παρέχεται στη διεύθυνση URL αιτήματος όταν καλείται το τελικό σημείο.
5. **history/csv** - Αυτό το τμήμα της διεύθυνσης URL προσδιορίζει ότι τα δεδομένα ιστορικού ζητούνται σε μορφή CSV.

Συνοπτικά, το τελικό σημείο του API «**Get Sensor History - Λήψη ιστορικού αισθητήρα (CSV)**» χρησιμοποιείται για την ανάκτηση δεδομένων ιστορικού για έναν συγκεκριμένο αισθητήρα σε μορφή CSV. Η πρόσβαση στο τελικό σημείο γίνεται χρησιμοποιώντας ένα αίτημα GET με μια συγκεκριμένη διεύθυνση URL που περιλαμβάνει μια παράμετρο με το ευρετήριο του αισθητήρα και την επιθυμητή μορφή δεδομένων.

#### 4.9 AQMesh Περίπτωση Απόκτησης Ιστορικού

Αυτή η κλήση API χρησιμοποιείται για την ανάκτηση του επόμενου συνόλου αναγνώσεων για μια συγκεκριμένη τοποθεσία της AQMesh, όπως προσδιορίζεται από την παράμετρο `Location_Number`.

Τα δεδομένα μπορούν να ανακτηθούν είτε για μετρήσεις αερίου είτε για σωματίδια, όπως καθορίζεται από την παράμετρο `Param`, και οι μονάδες μέτρησης μπορούν να καθοριστούν χρησιμοποιώντας την παράμετρο `Units`.

Η παράμετρος `TPC` χρησιμοποιείται για να καθορίσει εάν οι τιμές Συνολικού Αριθμού Σωματιδίων (TPC) θα πρέπει να περιλαμβάνονται ή όχι στην έξοδο για μετρήσεις σωματιδίων.

Η μέθοδος HTTP που χρησιμοποιείται για αυτήν την κλήση είναι GET. Η διεύθυνση URL τελικού σημείου για αυτήν την κλήση API είναι

**`{{URL}}/api/LocationData/Next/{Location_Number}/{Param}/{Units}/{TPC}/{Version}`**

όπου οι παράμετροι αντικαθίστανται με τις αντίστοιχες τιμές τους.

Η παράμετρος `{Param}` μπορεί να έχει τιμή είτε 1 για αέριο είτε 2 για σωματίδια.

Η παράμετρος `{Units}` είναι ένας διψήφιος αριθμός, όπου το πρώτο ψηφίο καθορίζει τη μονάδα θερμοκρασίας (0 για τους βαθμούς Κελσίου και 1 για τον Φαρενάιτ) και το δεύτερο ψηφίο καθορίζει τις μονάδες μέτρησης (0 για ppb και 1 για  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Η παράμετρος `{TPC}` χρησιμοποιείται μόνο για μετρήσεις σωματιδίων, όπου η τιμή 0 υποδηλώνει ότι πρέπει να επιστραφεί η αρχική έξοδος και η τιμή 1 υποδεικνύει ότι οι τιμές TPC πρέπει να συμπεριληφθούν στην έξοδο.

Η παράμετρος `{Version}` μπορεί να έχει τιμή είτε 0 για την αρχική έξοδο είτε 1 για να περιλαμβάνει τιμές οξειδίου του αιθυλενίου στην έξοδο.

Πεδίο	Περιγραφή	Επιλογές
<b>Location_Number</b>	Location number of the AQMesh device	Any valid location number
<b>Param</b>	Type of data being requested	1 = Gas, 2 = Particles
<b>Units</b>	Units of the requested data	00 = Temperature in oC and values in ppb, 01 = Temperature in oC and values in µg/m3, 10 = Temperature in oF and values in ppb, 11 = Temperature in oF and values in µg/m3
<b>TPC</b>	Whether to include TPC in particle output	0 = Original output, 1 = Include TPC

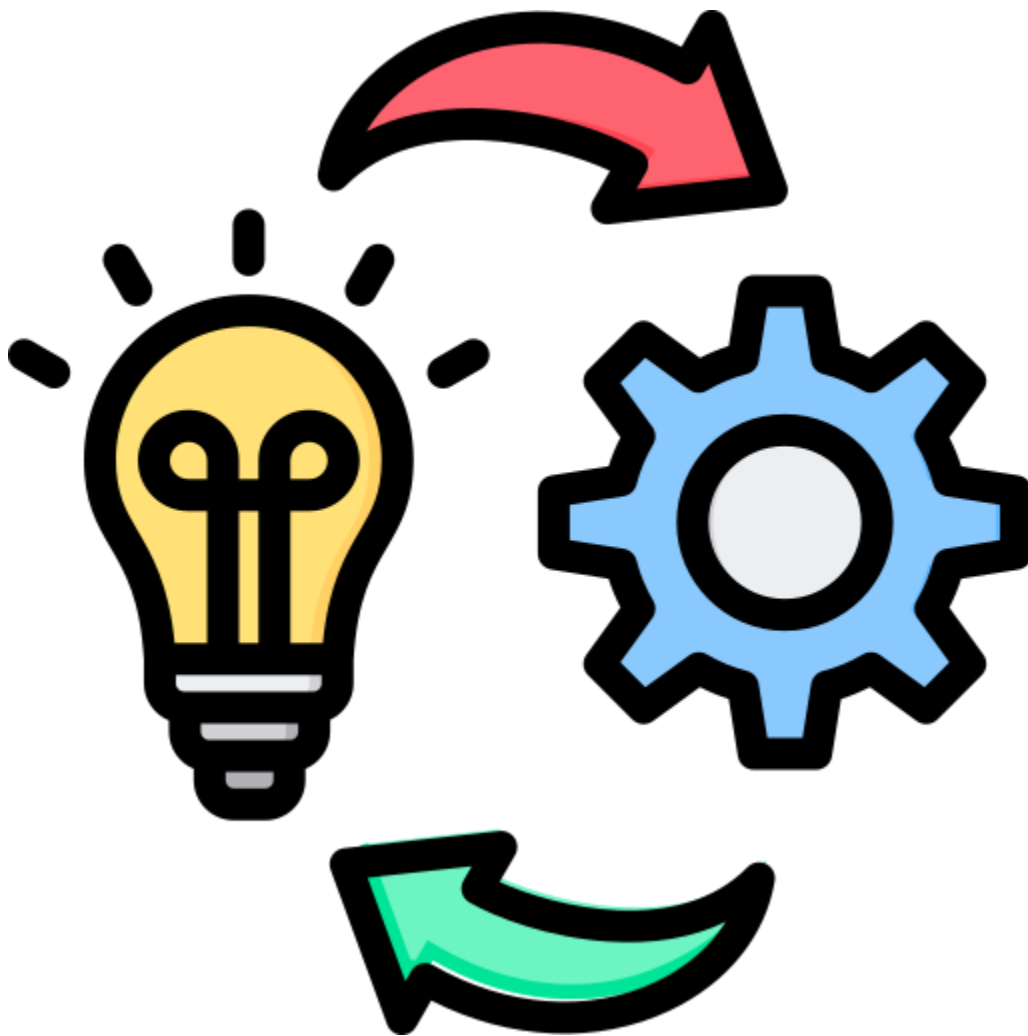
**Πίνακας 2** – Παραμετροποίηση URL AQMesh

## Σύνοψη Κεφαλαίου

1. Η τεχνολογία IoT επιτρέπει τη βελτιστοποίηση και την αυτοματοποίηση των διαδικασιών, οδηγώντας σε αυξημένη απόδοση και μειωμένο κόστος. Για παράδειγμα, οι αισθητήρες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παρακολούθηση και τη βελτιστοποίηση της χρήσης ενέργειας στα κτίρια ή την παρακολούθηση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης σε επιλεγμένα σημεία.
2. Η τεχνολογία IoT μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη βελτίωση της ασφάλειας σε διάφορες ρυθμίσεις, όπως η παρακολούθηση και ο έλεγχος της ροής της κυκλοφορίας, η ανίχνευση πιθανών κινδύνων σε βιομηχανικά περιβάλλοντα ή η εξ αποστάσεως παρακολούθηση της υγείας των ασθενών.
3. Η αρχιτεκτονική των συστημάτων IoT αποτελείται από πολλαπλά επίπεδα, συμπεριλαμβανομένων συσκευών/αισθητήρων αιχμής, πυλών διαδικτύου, cloud και διεπαφής χρήστη.
4. Οι συσκευές/αισθητήρες, συλλέγουν δεδομένα από το περιβάλλον και τα στέλνουν στην πύλη (gateway) για επεξεργασία, ενώ οι πύλες λειτουργούν ως ενδιάμεσοι μεταξύ των αισθητήρων και του cloud, εκτελώντας λειτουργίες επεξεργασίας και συγκέντρωσης δεδομένων.
5. Το πρωτόκολλο HTTP (Πρωτόκολλο μεταφοράς υπερκειμένου) είναι υπεύθυνο για την ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ προγραμμάτων περιήγησης Ιστού και διακομιστών Ιστού, χρησιμοποιώντας ένα μοντέλο αίτησης/απόκρισης.
6. Το HTTP λειτουργεί στο επίπεδο εφαρμογής του μοντέλου TCP/IP και επιτρέπει την παροχή υπηρεσιών δικτύου σε εφαρμογές, με την πλήρη στοίβα TCP/IP να αποτελείται από τα επίπεδα εφαρμογής, μεταφοράς, Internet και σύνδεσης.
7. Η μέθοδος GET στο HTTP χρησιμοποιείται για την ανάκτηση πληροφοριών από έναν διακομιστή και χρησιμοποιείται συνήθως όταν ένα πρόγραμμα περιήγησης Ιστού ζητά μια ιστοσελίδα ή έναν πόρο από έναν διακομιστή.
8. Η ανατομία ενός αιτήματος GET στο HTTP περιλαμβάνει τη γραμμή αιτήματος, η οποία περιέχει τη μέθοδο (GET), το URI (Uniform Resource Identifier) του ζητούμενου πόρου και την έκδοση HTTP που χρησιμοποιείται. Επιπλέον, μπορεί να περιλαμβάνονται κεφαλίδες στο αίτημα για παροχή πρόσθετων πληροφοριών, όπως ο παράγοντας χρήστη (το πρόγραμμα περιήγησης Ιστού που χρησιμοποιείται για την υποβολή του αιτήματος) και αποδεκτή γλώσσα και κωδικοποίηση. Η μέθοδος GET συνήθως δεν περιλαμβάνει σώμα αιτήματος, καθώς χρησιμοποιείται αποκλειστικά για την ανάκτηση πληροφοριών από τον διακομιστή. Ωστόσο, σε ορισμένες περιπτώσεις, ένα σώμα αιτήματος μπορεί να συμπεριληφθεί σε ένα αίτημα GET.

9. **200 OK:** Υποδεικνύει ότι το αίτημα ήταν επιτυχές και ο διακομιστής επιστρέφει τα δεδομένα που ζητήθηκαν στο σώμα απόκρισης.
10. **404 Not Found:** Υποδεικνύει ότι ο ζητούμενος πόρος δεν βρέθηκε στο διακομιστή.
11. Οι κλήσεις API στις μεθόδους HTTP GET περιλαμβάνουν την αποστολή αιτήματος σε ένα τελικό σημείο API για την ανάκτηση δεδομένων. Το API επιστρέφει τα ζητούμενα δεδομένα σε ένα σώμα απόκρισης, συνήθως μορφοποιημένο ως JSON ή XML.
12. Τα αιτήματα HTTP GET χρησιμοποιούνται συνήθως για κλήσεις API λόγω της απλότητας, της ταχύτητας και των δυνατοτήτων αποθήκευσης στην κρυφή μνήμη (cache memory).
13. Στο PurpleAir τελικό σημείο του "**Get Sensor Data API**" χρησιμοποιείται για την ανάκτηση των πιο πρόσφατων δεδομένων για έναν μεμονωμένο αισθητήρα.
14. Η πρόσβαση σε αυτό το τελικό σημείο πραγματοποιείται μέσω αιτήματος GET χρησιμοποιώντας μια συγκεκριμένη διεύθυνση URL που περιλαμβάνει μια παράμετρο για το ευρετήριο του αισθητήρα.
15. Στο PurpleAir το τελικό σημείο χρησιμοποιείται για την ανάκτηση δεδομένων ιστορικού για έναν συγκεκριμένο αισθητήρα, που προσδιορίζεται από τον **δείκτη\_αισθητήρα** του, και η αποθήκευση γίνεται σε μορφή CSV.
16. Αντίστοιχα με το PurpleAir, λειτουργεί και το AQMesh αλλά με διαφορετική σύνταξη του API Call.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup> – Περιγραφή Υλοποίησης του Λογισμικού iPID v1.0



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup> – Περιγραφή Υλοποίησης του Λογισμικού iPID v1.0

### Γενική Περιγραφή

Το λογισμικό «iPID v1.0» είναι ένα πρόγραμμα που έχει σχεδιαστεί για τον υπολογισμό της ατομικής δόσης ρύπου που εισέρχεται στον ανθρώπινο οργανισμό. Το αρχικό του όνομα «iPID» αντιπροσωπεύει τη φράση «Individual Pollutants Intake Dose». Το πρόγραμμα αναπτύχθηκε ως μέρος της διπλωματικής εργασίας του Ιωάννη Αντωνίου, τελειόφοιτου του τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής. Η επίβλεψη της εργασίας έγινε από τον Δρ. Κωνσταντίνο Μουστρή, που είναι επικεφαλής του Εργαστηρίου Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης. Μέσω της ανάπτυξης του iPID στοχεύουμε στην δημιουργία μιας μηχανής που δύναται να συλλέγει δεδομένα από όλα τα διαθέσιμα μέσα και να υπολογίζει δείκτες και μοντέλα που αφορούν τους επιστήμονες και επαγγελματίες υγείας και περιβάλλοντος. Στόχος της εφαρμογής είναι η ευκολία, η ταχύτητα και ακρίβεια στην έρευνα και την ανάλυση.

Πέραν της λειτουργικότητας αναφορικά με τον υπολογισμό της ατομικής δόσης ρύπου, το λογισμικό παρέχει επίσης τον δείκτη ποιότητας αέρα (AQI) για συγκεκριμένες συγκεντρώσεις ρύπου, όπως τα σωματίδια PM10 και PM2.5, βασιζόμενος σε δεδομένα αισθητήρων που εισάγει ο χρήστης. Στην εφαρμογή, υπάρχει ενσωματωμένος τόσο ο αμερικανικός δείκτης AQI όσο και ο βρετανικός, ενώ σχεδιάζεται η προσθήκη και άλλων δεικτών στο μέλλον. Επίσης, το λογισμικό λειτουργεί ως «μηχανή» υπολογισμού μοντέλων δόσης ρύπου, προσφέροντας την ευελιξία για επέκταση και ανάπτυξη. Η «μηχανή» υπολογισμών βρίσκεται σε συνεχή ανάπτυξη και μπορεί να ενσωματώσει ποικίλα μοντέλα σε μελλοντικές εκδόσεις.

Ένα από τα βασικά πλεονεκτήματα του iPID v1.0 είναι η ικανότητά του να συλλέγει δεδομένα από διάφορες πηγές, με ευέλικτο τρόπο, συμπεριλαμβανομένων των ανοιχτών δεδομένων (open data) και των κέντρων δεδομένων για το διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT). Επί του παρόντος, το πρόγραμμα υποστηρίζει το μοντέλο API της ιδιωτικής εταιρείας AQMesh καθώς και την κοινότητα αισθητήρων του PurpleAir, η οποία δίνεται τόσο σε δωρεάν όσο και σε εμπορική έκδοση. Όμως, το iPID μπορεί εύκολα να επεκταθεί ώστε να συμπεριλάβει οποιονδήποτε ιστότοπο με δυνατότητα κλήσης API. Μια ακόμα ιδιαιτερότητα του προγράμματος που αναπτύχθηκε από το ΠΑ.Δ.Α. είναι ότι τα δεδομένα λαμβάνονται είτε αυτόματα από «online» πηγές είτε παρέχονται με μη αυτόματο τρόπο σε μορφές CSV, JSON ή XML οι οποίες υποβάλλονται σε επεξεργασία και ανάλυση σε επόμενο κύκλο εργασιών από την ίδια την εφαρμογή.

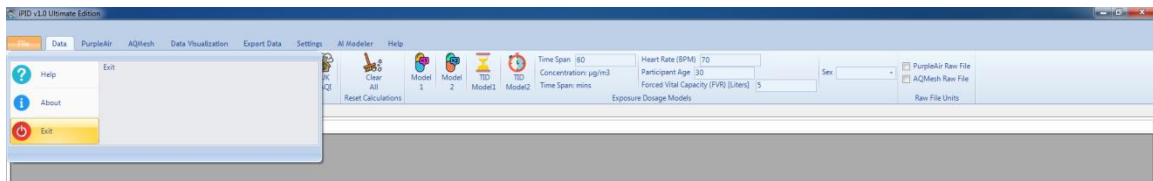
Εκτός από τους υπολογισμούς που εκτελεί, το iPID v1.0 προσφέρει τη δυνατότητα οπτικοποίησης δεδομένων μέσω ευέλικτων διαγραμμάτων «2D plots». Επιπλέον, παρέχεται η δυνατότητα παρατήρησης της γραμμής τάσης για κάθε διαθέσιμο μέγεθος. Το λογισμικό είναι συμβατό με όλες τις εκδόσεις των Microsoft Windows που υποστηρίζουν το πιο πρόσφατο framework .NET και επί του παρόντος βρίσκεται σε εξέλιξη η ανάπτυξη για την επέκταση της συμβατότητας σε συστήματα Linux και macOS. Απώτερος σκοπός της εργασίας μας είναι το iPID να αποτελέσει μια πλατφόρμα πολλαπλών εφαρμογών «multi-platform» και πολλαπλών χρήσεων σε θέματα περιβαλλοντικής φύσεως.



## 5.1 Γνωριμία με το πρόγραμμα iPID v1.0

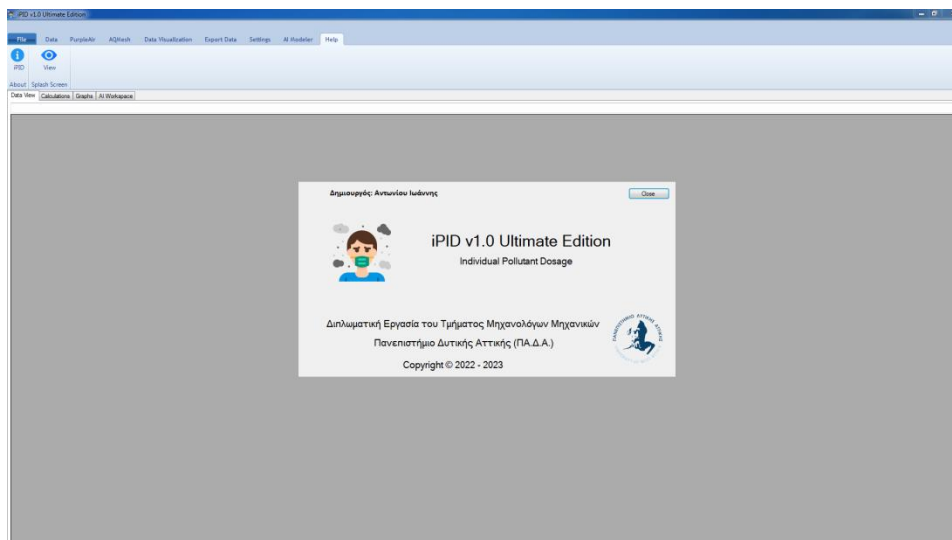
Κατά την εκκίνηση του λογισμικού, οι χρήστες καλωσορίζονται από μία οθόνη εκκίνησης «Splash Screen» που φαίνεται στην «**Εικόνα 24**».

Το μενού αρχείων της κορδέλας «Ribbon Bar» προσφέρει τρεις βασικές επιλογές. Πρώτον, οι χρήστες μπορούν να έχουν πρόσβαση στην ολοκληρωμένη ενότητα βοήθειας (Help) για να ενημερωθούν για τις λειτουργίες του προγράμματος. Δεύτερον, η επιλογή «About» παρέχει πληροφορίες σχετικά με το λογισμικό, συμπεριλαμβανομένης της έκδοσης και των δημιουργών του. Τέλος, οι χρήστες μπορούν εύκολα να εγκαταλείψουν το πρόγραμμα επιλέγοντας την κατάλληλη επιλογή από το μενού αρχείων.



**Εικόνα 26** – Το «File» μενού της κορδέλα του προγράμματος iPID

Αυτές οι ευκολίες του πτυσσόμενου μενού, εξασφαλίζουν μια φιλική προς το χρήστη εμπειρία, επιτρέποντας στους χρήστες να πλοηγούνται άνετα και ευέλικτα χρησιμοποιώντας τις δυνατότητες του προγράμματος.



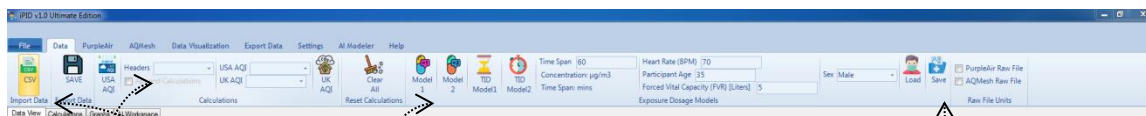
**Εικόνα 27** – Η εικόνα εκκίνησης του προγράμματος.

## 5.2 Η καρτέλα των δεδομένων «Data Tab»

Η γραμμή δεδομένων στο λογισμικό προσφέρει μια σειρά από βασικές λειτουργίες. Πρώτον, οι χρήστες μπορούν να ανοίξουν ένα αρχείο CSV, το οποίο μπορεί να αναλυθεί περαιτέρω μέσα στο πρόγραμμα. Επιπλέον, οι χρήστες έχουν την επιλογή να αποθηκεύουν τον χώρο εργασίας τους σε μορφή CSV και να έχουν εύκολη πρόσβαση στον κατάλογο αρχείων για απρόσκοπτη ενσωμάτωση με λογισμικό τρίτων όπως το Office.

Το λογισμικό υπερβαίνει την απλή διαχείριση δεδομένων παρέχοντας διάφορους υπολογισμούς. Οι χρήστες μπορούν να υπολογίσουν το AQI των ΗΠΑ και το UK AQI για ρύπους όπως PM, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> και CO. Το πρόγραμμα προσφέρει επίσης κατάλληλα μηνύματα και χρωματικούς δείκτες για τον αντίστοιχο δείκτη AQI.

Επιπλέον, το iPID v1.0 ενσωματώνει δύο μοντέλα, συγκεκριμένα το Model1 και το Model2, για τον υπολογισμό των μεμονωμένων δόσεων πρόσληψης ρύπων. Για το σκοπό αυτό, έχει προστεθεί η δυνατότητα εισαγωγής προφίλ ασθενούς. Όπου, εισάγονται παράμετροι υγείας, χρήσιμοι για τα μοντέλα ρύπου. Τα δεδομένα παρουσιάζονται σε μορφή κελιών/γραμμών, επιτρέποντας στους χρήστες να επιλέξουν συγκεκριμένες κεφαλίδες στηλών για σκοπούς υπολογισμού. Ενώ το λογισμικό παρέχει καθοδήγηση μέσω μηνυμάτων, σέβεται τον ρόλο του χρήστη, απαιτώντας από αυτόν να εκτιμήσει και να ερμηνεύσει με ακρίβεια τα ληφθέντα αποτελέσματα.



Εικόνα 28 – Η γραμμή εργαλείων της καρτέλας «Data».

Εργαλεία δημιουργίας υπολογισμού δείκτη AQI

Εργαλεία υπολογισμού των M<sub>1</sub> και M<sub>2</sub>

Εισαγωγή και αποθήκευση αρχείων CSV

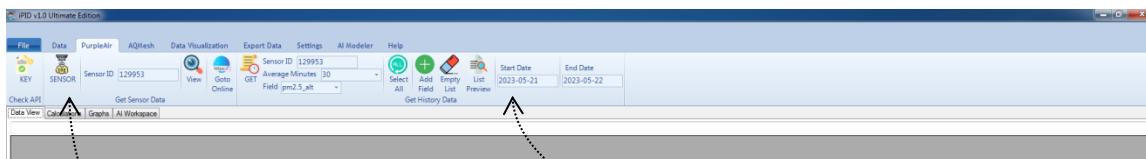
Εργαλεία δημιουργίας profile ασθενούς.

### 5.3 Η καρτέλα του PurpleAir «PurpleAir Tab»

Η καρτέλα PurpleAir στο λογισμικό παρέχει πρόσβαση σε ένα ευρύ φάσμα κλήσεων API από το διάσημο σύστημα PurpleAir. Το PurpleAir είναι ένα κοινοτικό δίκτυο αισθητήρων χαμηλού κόστους που μετρούν τα σωματίδια (PM) σε διάφορα μεγέθη, συμπεριλαμβανομένων των PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> και PM<sub>1.0</sub>. Αυτοί οι αισθητήρες εγκαθίστανται, ελέγχονται και συντηρούνται από μέλη της κοινότητας.

Η λειτουργικότητα της καρτέλας περιλαμβάνει τον έλεγχο της εγκυρότητας του κλειδιού API και την ανάκτηση πληροφοριών και ιστορικού αισθητήρα. Αντί, ο χρήστης να περιηγείται σε δυσκίνητα αρχεία CSV, για την παρατήρηση των χαρακτηριστικών του αισθητήρα, ένα κουμπί προεπισκόπησης εμφανίζει τις πληροφορίες του αισθητήρα σε προβολή δέντρου για εύκολη παρατήρηση (Εικόνα 27). Επιπλέον, οι χρήστες μπορούν να έχουν γρήγορη πρόσβαση στον ιστότοπο του αισθητήρα για γρήγορη επισκόπηση των υπηρεσιών ιστού που προσφέρει από την ιστοσελίδα της η PurpleAir.

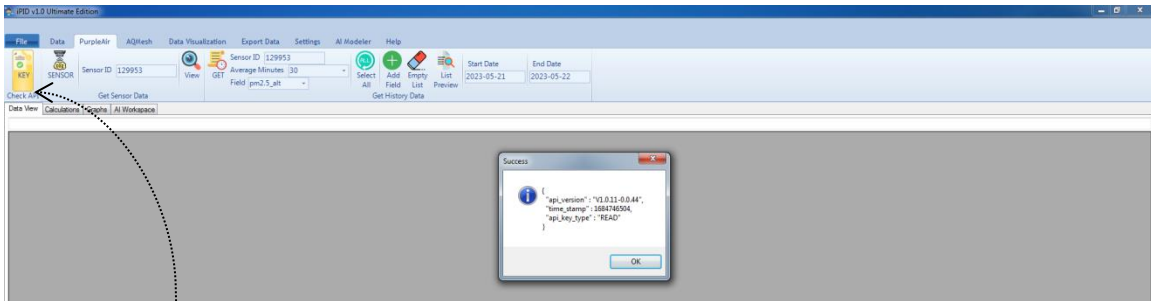
Ένα αξιοσημείωτο χαρακτηριστικό είναι το εργαλείο για τη λήψη ιστορικού αισθητήρα σε μορφή CSV. Οι χρήστες μπορούν να επιλέξουν την επιθυμητή ημερομηνία και τις παραμέτρους εισαγωγής, όπως PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>1.0</sub>, θερμοκρασία, πίεση κ.α. Τα δεδομένα, αφότου ληφθούν από το ιντερνέτ, μπορούν να τροφοδοτήσουν την καρτέλα δεδομένων της κορδέλας για επιστημονικούς υπολογισμούς και ανάλυση.



Εικόνα 29 – Η γραμμή εργαλείων της καρτέλας «PurpleAir».

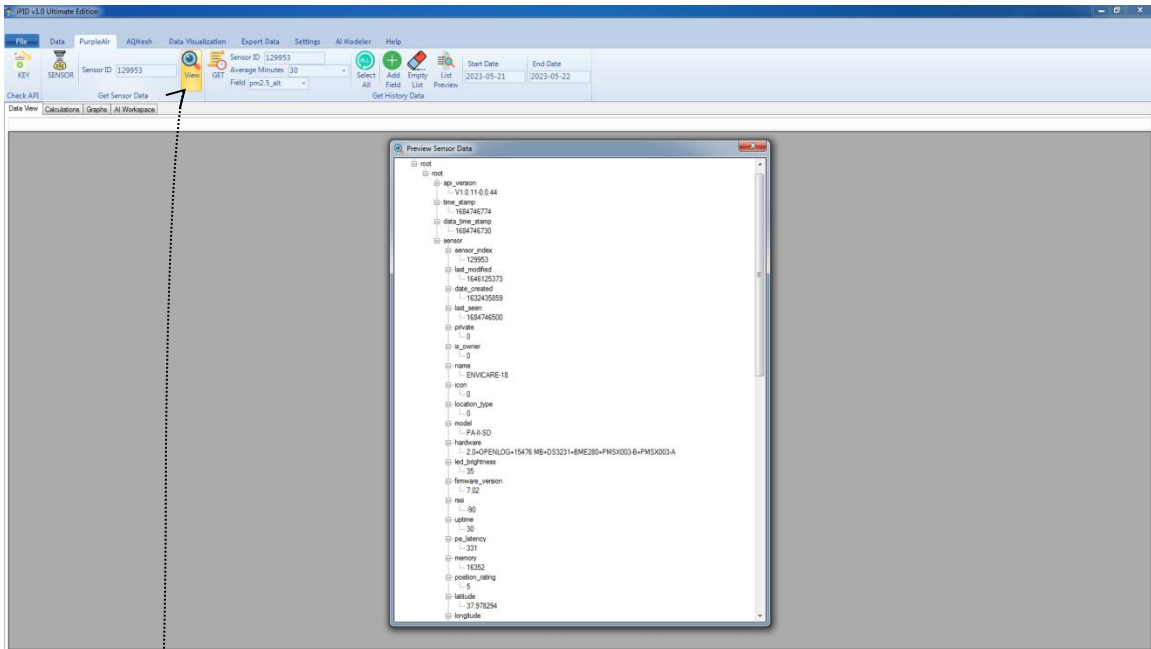
Εργαλεία λήψης κατάστασης αισθητήρα καθώς και των χαρακτηριστικών του.

Εργαλεία λήψης ιστορικού εγγραφών για συγκεκριμένο αισθητήρα και χρονική περίοδο



**Εικόνα 30** – Έλεγχος κατάστασης λογαριασμού (API-Key) στην PurpleAir.

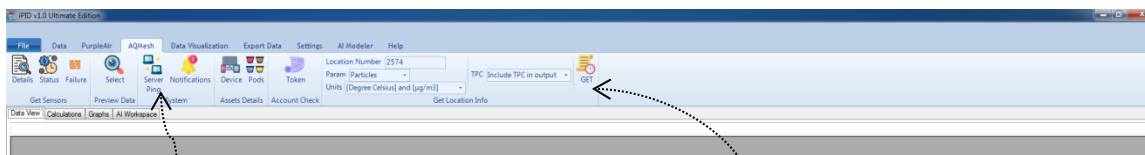
Έλεγχος λογαριασμού API-Key, αν είναι λειτουργικός, η σήμανση «READ» θα φανεί σε μήνυμα



**Εικόνα 31** – Προβολή σε μορφή δένδρου των χαρακτηριστικού του αισθητήρα.

Κουμπί προβολής αισθητήρα

## 5.4 Η καρτέλα του AQMesh «AQMesh Tab»



Εικόνα 32 – Η γραμμή εργαλείων της καρτέλας «AQMesh».

Εργαλεία ring αιτημάτων

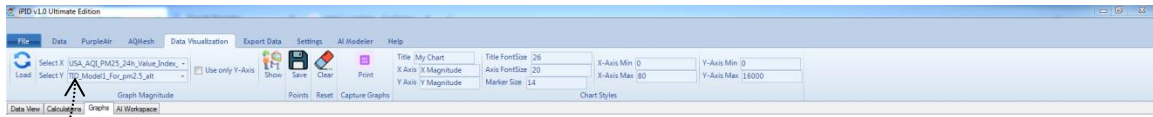
Εργαλεία λήψης ιστορικού εγγραφών για συγκεκριμένο αισθητήρα

Η καρτέλα που είναι αφιερωμένη στις κλήσεις AQMesh API προσφέρει μια σειρά από λειτουργίες και πληροφορίες που σχετίζονται με τους αισθητήρες της εταιρείας. Οι χρήστες μπορούν να έχουν πρόσβαση σε λεπτομέρειες του υλικού, συμπεριλαμβανομένης της κατάστασής του, και να αναγνωρίζουν τυχόν αποτυχημένες συνδέσεις. Η καρτέλα επιτρέπει επίσης στους χρήστες να πραγματοποιούν ένα αίτημα ring στον αισθητήρα και να καταγράφεται η απάντηση του αιτήματος, διασφαλίζοντας έτσι, αποτελεσματική επικοινωνία.

Επιπλέον, οι χρήστες μπορούν να κατεβάσουν ειδοποιήσεις από τους αισθητήρες και να ελέγξουν τις διαθέσιμες συσκευές. Αν και αυτές οι λειτουργίες μπορεί να αποφέρουν παρόμοια αποτελέσματα, καλύπτουν διαφορετικές ανάγκες και συμβάλλουν στο πακέτο ολοκληρωμένων επιλογών που παρέχεται στον χρήστη.

Η πιο κρίσιμη πτυχή αυτής της καρτέλας, μαζί με τις λεπτομέρειες του αισθητήρα, είναι το κουμπί «Get». Οι χρήστες μπορούν να λάβουν μια λίστα αισθητήρων και μια λίστα εγγραφών για δεδομένα αισθητήρα. Ωστόσο, είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι το AQMesh δεν παρέχει δεδομένα με βάση συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα. Αντίθετα, οι χρήστες μπορούν να κάνουν λήψη ενός πακέτου δεδομένων ως συνέχεια του προηγούμενου σημείου που είχε σταματήσει η διαδικασία. Αυτό το σημείο λειτουργεί ως δείκτης, υποδεικνύοντας την πιο πρόσφατη λήψη και οι επόμενες λήψεις συνεχίζονται από αυτό το σημείο και μετά.

## 5.5 Η καρτέλα της οπτικοποίησης των δεδομένων «Data Visualization Tab»

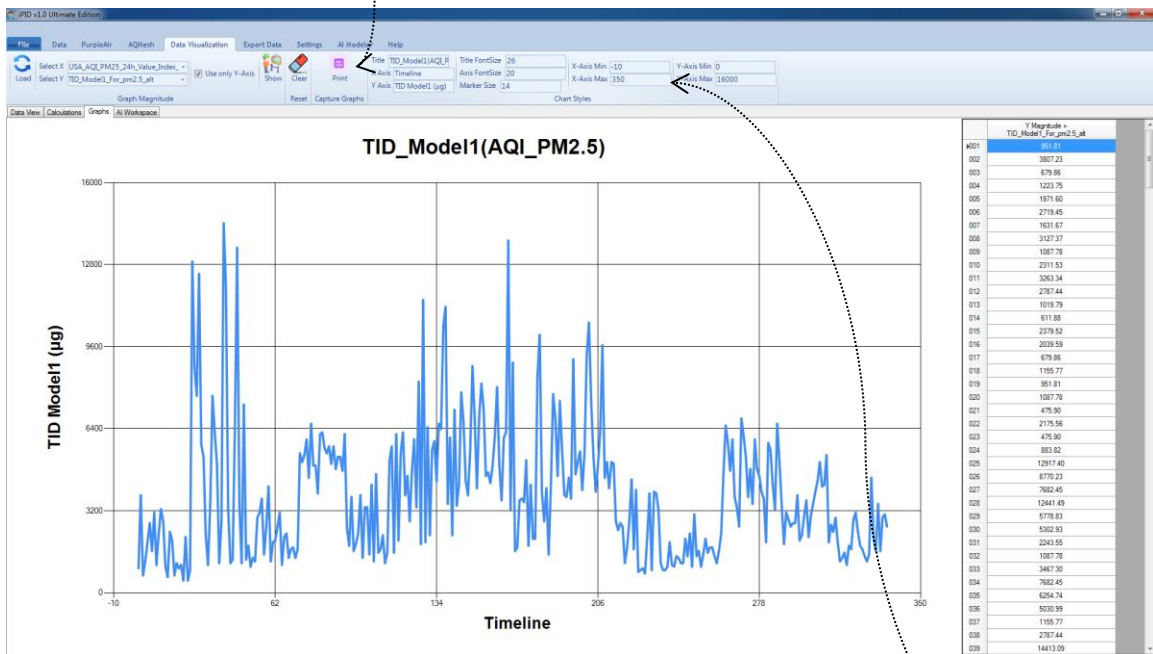


Εικόνα 33 – Η γραμμή εργαλείων της καρτέλας «Data Visualization».

### Φόρτωση διαθέσιμων στηλών (Headers)

Σε αυτήν τη συγκεκριμένη καρτέλα, βρίσκεται μια ολοκληρωμένη επιλογή κεφαλίδων στηλών (Headers) από την περιοχή του χώρου εργασίας. Εδώ, έχουμε την ελευθερία να επιλέξουμε τη στήλη που θα χρησιμεύσει ως άξονας x και τη στήλη του άξονος y. Η καρτέλα μας επιτρέπει να προσαρμόζουμε τον τύπο του γραφήματος, είτε πρόκειται για γραφική παράσταση x-y είτε για γραμμή τάσης. Στην περίπτωση γραμμής τάσης, ο άξονας x μπορεί να αντιπροσωπεύει είτε τον αριθμό των σημείων δεδομένων είτε απλές ημερομηνίες.

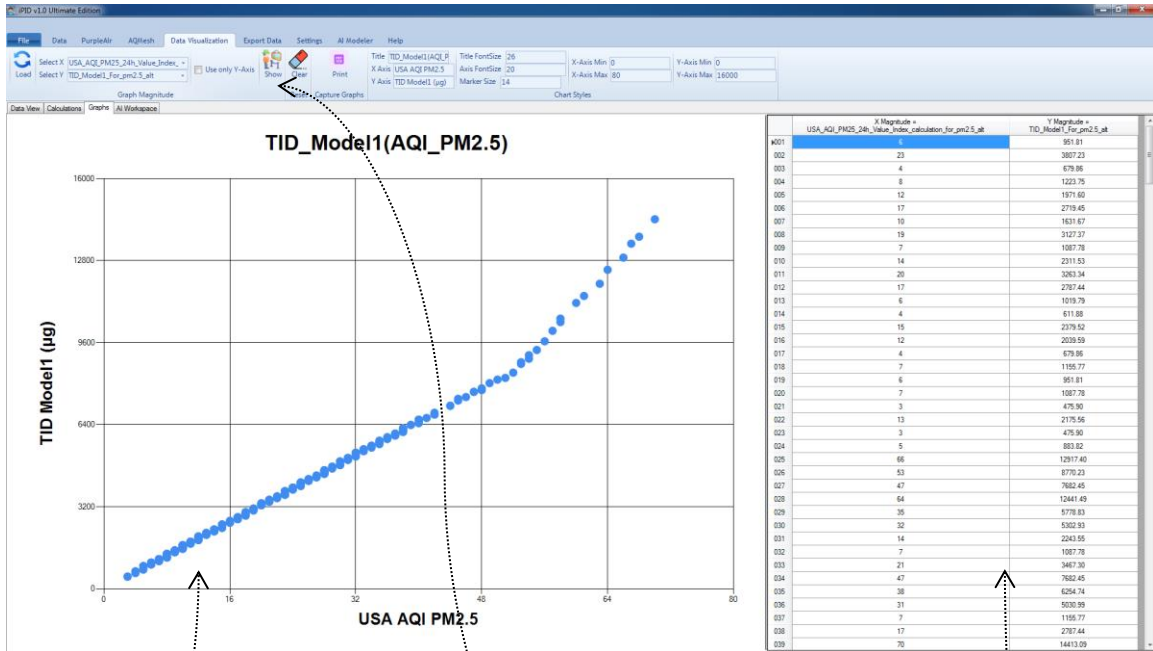
### Κουμπί λήψης στιγμιότυπου



Εικόνα 34 – Εκτύπωση διαγράμματος σε μορφή χρονοσειράς – γραμμή τάσης

Περιοχή  
μορφοποίησης  
διαγράμματος

Αφού επιλέξουμε τα επιθυμητά δεδομένα, μπορούμε να εμφανίσουμε αβίαστα το γράφημα. Επιπλέον, το λογισμικό προσφέρει ευελιξία στην τροποποίηση της μορφής του γραφήματος. Μπορούμε να ορίσουμε όρια άξονα x-y, να καθορίσουμε ονόματα τίτλων και να παρέχουμε ενδείξεις άξονα x-y. Όταν είμαστε έτοιμοι να μοιραστούμε το γράφημά μας, είναι εύκολο να το εκτυπώσουμε και να το εισάγουμε σε λογισμικό τρίτων όπως το Word για δημοσίευση ή περαιτέρω ανάλυση.



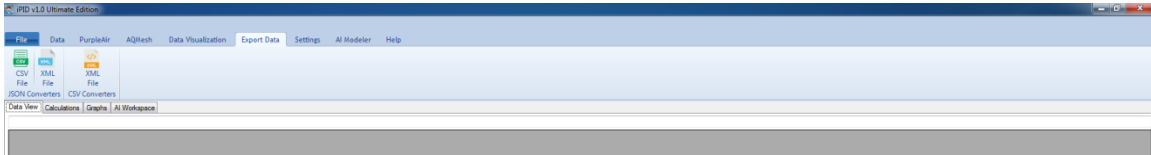
Εικόνα 35 – Εκτύπωση διαγράμματος σε μορφή scatterplot

Περιοχή διαγράμματος x-y

Φόρτωση γραφήματος

Περιοχή σημείων x-y

## 5.6 Η καρτέλα της εξαγωγής των δεδομένων «Export Data Tab»



**Εικόνα 36** – Η γραμμή εργαλείων της καρτέλας «Export Data»

Η καρτέλα της εξαγωγής δεδομένων προσφέρει ευέλικτες δυνατότητες μετατροπής για τη βελτίωση της προσβασιμότητας και της οπτικοποίησης δεδομένων. Πραγματοποιεί τη μετατροπή του JSON σε CSV, επιτρέποντας στους χρήστες να προβάλλουν και να αναλύουν εύκολα τα δεδομένα που έχουν ληφθεί από κόμβους IoT όπως το PurpleAir, σε λογισμικό τρίτων, π.χ. το Excel ή και μέσα στην ίδια την πλατφόρμα iPID.

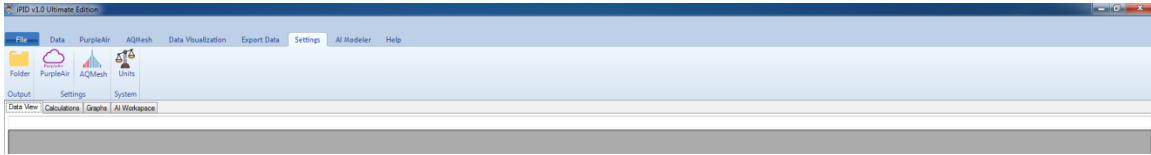
Επιπλέον, η καρτέλα παρέχει τη λειτουργία μετατροπής αρχείων JSON σε XML, που είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για την προεπισκόπηση δεδομένων αισθητήρων σε μορφή προβολής δέντρου. Αυτή η μετατροπή διευκολύνει την εύκολη πλοήγηση και την κατανόηση του συνόλου των διαθέσιμων χαρακτηριστικών των αισθητήρων.

Επιπλέον, το λογισμικό επιτρέπει τη μετατροπή CSV σε XML. Αυτή η δυνατότητα αποδεικνύεται πολύτιμη για ισότοπους όπως το AQMesh, οι οποίοι παρέχουν δεδομένα αισθητήρων σε εκτεταμένα αρχεία CSV. Μετατρέποντας τα δεδομένα σε XML, γίνονται προσβάσιμα μέσω του εργαλείου προεπισκόπησης, ξεπερνώντας τυχόν περιορισμούς στην ανάγνωση και την κατανόηση της αρχικής μορφής CSV.

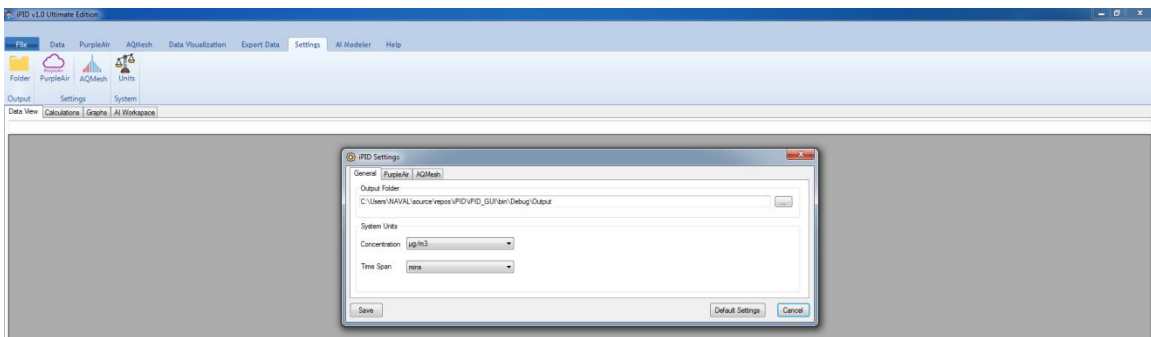
Ως μέρος της συνεχιζόμενης ανάπτυξής μας, προσπαθούμε συνεχώς να επεκτείνουμε τη λίστα των υποστηριζόμενων τύπων δεδομένων και διαδρομών μετατροπής, διασφαλίζοντας μεγαλύτερη ευελιξία και αποτελεσματικότητα στην εισαγωγή και μετατροπή δεδομένων.



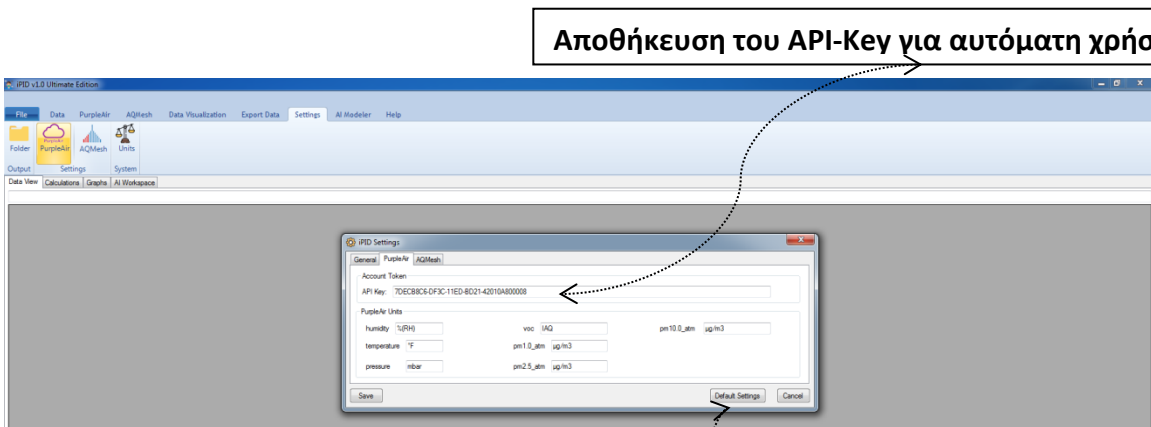
## 5.7 Η καρτέλα των ρυθμίσεων «Settings Tab»



Εικόνα 37 – Η γραμμή εργαλείων της καρτέλας «Settings»



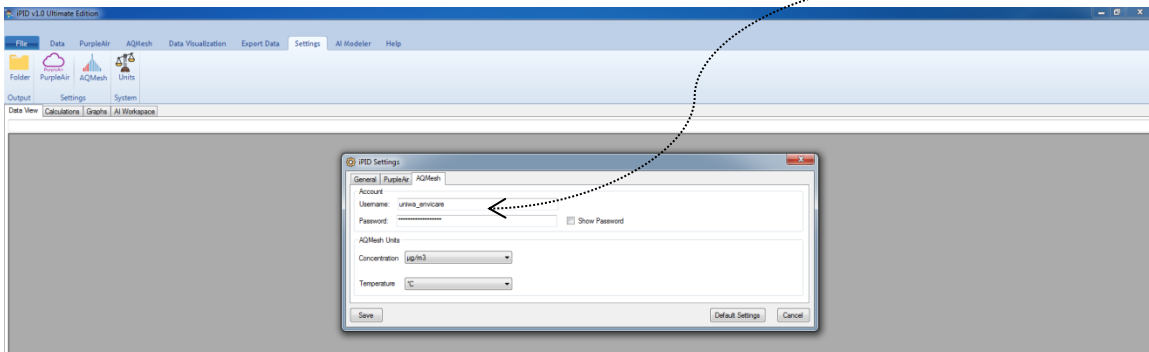
Εικόνα 38 – Οι γενικές ρυθμίσεις του προγράμματος iPID v1.0



Εικόνα 39 – Ρυθμίσεις που αφορούν τον IoT κόμβο PurpleAir

Επαναφορά εργοστασιακών ρυθμίσεων

## Αποθήκευση user/pass για το λογαριασμό AQMesh



Εικόνα 40 – Ρυθμίσεις που αφορούν τον IoT κόμβο AQMesh

Η καρτέλα Ρυθμίσεις στο iPID v1.0 έχουν καθοριστικό ρόλο στην παροχή επιλογών προσαρμογής και στη διαχείριση ευαίσθητων δεδομένων. Οι γενικές λειτουργίες είναι οι ακόλουθες:

1. **Φάκελος εξαγωγής αρχείων:** Οι χρήστες μπορούν να καθορίσουν το φάκελο προορισμού όπου θα αποθηκεύονται αρχεία, όπως εικόνες ή CSV, για εύκολη πρόσβαση και οργάνωση.
2. **Σύστημα μονάδων:** Αυτή η δυνατότητα επιτρέπει στους χρήστες να ορίσουν το σύστημα καθολικής μονάδας για τη συγκέντρωση αισθητήρα και το χρονικό διάστημα κάθε μέτρησης. Οι προεπιλεγμένες μονάδες είναι συνήθως προκαθορισμένες ως « $\mu\text{g}/\text{m}^3$ » για τη συγκέντρωση και «mins» για το χρόνο, αλλά οι χρήστες έχουν την ελευθερία να τις τροποποιήσουν σύμφωνα με τις προτιμήσεις τους.

Στην καρτέλα Επιλογές PurpleAir, οι χρήστες μπορούν να εγκαταστήσουν το κλειδί API τους, επιτρέποντας την αυτόματη λήψη δεδομένων. Αν και το κλειδί API δεν είναι σύνδεση λογαριασμού, περιέχει ευαίσθητα δεδομένα καθώς σχετίζεται με ένα σύστημα σημείων και συνδέεται με ένα λογαριασμό ηλεκτρονικού ταχυδρομείου. Οι μονάδες για το PurpleAir είναι σταθερές και δεν απαιτούν τροποποιήσεις από τον χρήστη.

Για το AQMesh, η ενότητα «Πληροφορίες λογαριασμού» προστατεύει τα ευαίσθητα δεδομένα καλύπτοντας τον κωδικό πρόσβασης με '\*'. Οι μονάδες για το AQMesh είναι προεγκατεστημένες, αλλά μπορούν να προσαρμοστούν σε κάποιο βαθμό.

Σε περίπτωση οποιουδήποτε λάθους ή σύγχυσης, ένα «Default» κουμπί επιτρέπει στους χρήστες να επαναφέρουν τις ρυθμίσεις στις εργοστασιακές προεπιλογές, εξαλείφοντας κάθε πιθανή σύγχυση σχετικά με το σύστημα της μονάδας. Το σύστημα

μονάδων στο iPID v1.0 προσφέρει σημαντική ευελιξία, όπου οι μονάδες είναι απλώς ενδείξεις και οι χρήστες μπορούν ελεύθερα να τις τροποποιήσουν σύμφωνα με τις απαιτήσεις τους.

## Σύνοψη Κεφαλαίου

1. Το πρόγραμμα iPID v1.0, αναπτύχθηκε στα πλαίσια διπλωματικής εργασίας του τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών ΠΑ.Δ.Α. και στοχεύει να προσφέρει μια ολοκληρωμένη λύση σε θέματα δεδομένων αισθητήρων, ατμοσφαιρικής ρύπανσης και παραγωγής μοντέλων πρόληψης της υγείας. Για το λόγο αυτό, προσφέρει μια φιλική προς το χρήστη διεπαφή με διάφορες καρτέλες για αποτελεσματική διαχείριση και ανάλυση δεδομένων.
2. Η καρτέλα δεδομένων στο πρόγραμμα iPID v1.0 επιτρέπει στους χρήστες να διαχειρίζονται και να επεξεργάζονται τα δεδομένα τους αποτελεσματικά. Οι χρήστες μπορούν να εισάγουν και να επεξεργάζονται αρχεία CSV, JSON και XML και να εκτελούν υπολογισμούς που σχετίζονται με ρύπους και περιβαλλοντικές παραμέτρους.
3. Η καρτέλα «Data Visualization», επιτρέπει στους χρήστες να οπτικοποιούν και να αναλύουν τα δεδομένα τους, να επιλέγουν κεφαλίδες στηλών για τον άξονα x και τον άξονα y και να επιλέγουν διαφορετικούς τύπους γραφημάτων, όπως scatterplot ή γραμμής τάσης. Οι χρήστες μπορούν να προσαρμόσουν το γράφημα θέτοντας όρια αξόνων, τίτλους και ετικέτες αξόνων και να εξαγάγουν και να ενσωματώσουν εύκολα τα γραφήματα σε άλλες εφαρμογές για περαιτέρω ανάλυση ή παρουσίαση.
4. Η καρτέλα «PurpleAir» στο πρόγραμμα iPID v1.0 παρέχει πρόσβαση στο σύστημα αισθητήρων χαμηλού κόστους της κοινότητας PurpleAir.
5. Η καρτέλα «AQMesh» στο πρόγραμμα iPID v1.0 προσφέρει ολοκληρωμένη λειτουργικότητα για εργασία με το σύστημα AQMesh, συμπεριλαμβανομένης της πρόσβασης σε λεπτομέρειες αισθητήρα, της παρακολούθησης της κατάστασης και της λήψης των δεδομένων του.
6. Η καρτέλα οπτικοποίησης δεδομένων στο πρόγραμμα iPID v1.0 παρέχει ένα ισχυρό εργαλείο για την οπτικοποίηση και την εξερεύνηση δεδομένων. Οι χρήστες επιλέγοντας δεδομένα από τον χώρο εργασίας του λογισμικού και τις κατάλληλες στήλες του άξονα x και του άξονα y δημιουργούν προσαρμοσμένα γραφήματα.
7. Η καρτέλα Εξαγωγή δεδομένων στο πρόγραμμα iPID v1.0 παρέχει βολική λειτουργικότητα για την εξαγωγή δεδομένων σε άλλες μορφές. Οι χρήστες μπορούν να μετατρέψουν αρχεία JSON σε μορφές CSV ή XML, διευκολύνοντας την προβολή και την ανάλυση των δεδομένων τους.
8. Η καρτέλα ρυθμίσεων στο πρόγραμμα iPID v1.0 παρέχει στους χρήστες επιλογές για τη διαμόρφωση βασικών ρυθμίσεων. Οι χρήστες μπορούν να ορίσουν το φάκελο εξόδου όπου θα αποθηκεύονται αρχεία, όπως εικόνες ή αρχεία CSV, διασφαλίζοντας εύκολη πρόσβαση στα εξαγόμενα δεδομένα. Αυτή η καρτέλα

επιτρέπει επίσης στους χρήστες να ρυθμίσουν το σύστημα καθολικής μονάδας για μετρήσεις συγκέντρωσης αισθητήρα και χρονικού διαστήματος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6<sup>ο</sup> – Μελέτη Περίπτωσης με τη Χρήση του Λογισμικού iPID  
v1.0



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6<sup>ο</sup> – Μελέτη Περίπτωσης με τη Χρήση του Λογισμικού iPID v1.0

### Γενική Περιγραφή

Στο κεφάλαιο αυτό διεξαγάγαμε μια μελέτη περίπτωσης τόσο για την δοκιμαστική λειτουργία του προγράμματος που αναπτύξαμε όσο και για την αξιολόγηση των μοντέλων που περιγράφουν την ατομική δόση ρύπου που εισέρχεται στον ανθρώπινο οργανισμό. Προφανώς, τα αποτελέσματα της εργασίας μας έχουν περισσότερο τεχνικό ενδιαφέρον και χαρακτήρα, παρά ιατρικό λόγω προέλευσης επιστημονικού πεδίου. Κατά συνέπεια, στην Ενότητα 6.1, γίνεται μια εισαγωγή της δειγματοληψίας που πραγματοποιήσαμε.

Στη συνέχεια, εισάγεται ο δείκτης BMI (Ενότητα 6.2), υποδεικνύοντας την σημαντικότητα του ως μέτρηση για την αξιολόγηση της κατάστασης βάρους ενός ατόμου. Με την χρήση του BMI, υποδηλώνεται ότι η μελέτη ενσωματώνει παράγοντες που σχετίζονται με την υγεία κατά περίπτωση ασθενούς. Σε επόμενο στάδιο γίνεται συσχέτιση των ανωτέρω με την ατμοσφαιρική ρύπανση.

Η σημασία της αξιοπιστίας του δείγματος αναλύεται στην Ενότητα 6.3. Αυτή η υποενότητα παρουσιάζει την μέθοδο που χρησιμοποιήθηκε για τη διασφάλιση της ποιότητας και της αντιπροσωπευτικότητας των συλλεχθέντων δεδομένων. Ο έλεγχος αξιοπιστίας στοχεύει στην επαλήθευση της ακρίβειας και της συνέπειας του δείγματος, μειώνοντας πιθανές ανακρίβειες και ενισχύοντας την αξιοπιστία των επακόλουθων αναλύσεων και συμπερασμάτων.

Προχωρώντας στην Ενότητα 6.4, πραγματοποιήσαμε τους υπολογισμούς  $M_1$  και  $M_2$  με τη χρήση του προγράμματος iPID. Στη συνέχεια, συγκεντρώσαμε τα αποτελέσματα αυτά σε πίνακες που αφορούν τους άνδρες και ξεχωριστά σε πίνακες που αφορούν τις γυναίκες για την περαιτέρω ανάλυσή τους. Ο υπολογισμός του δείκτη ποιότητας αέρα USA AQI και του UK AQI με το iPID αναλύεται στην Ενότητα 6.5.

Τέλος, η Ενότητα 6.6 εισάγει την έννοια του TID, η οποία αντιπροσωπεύει τη συνολική ποσότητα των ρύπων που εισέρχονται στο ανθρώπινο σώμα. Η ενότητα παρουσιάζει αναλυτικά τη μεθοδολογία υπολογισμού, ενσωματώνοντας παραμέτρους όπως ο ρυθμός αερισμού ( $M_1$  και  $M_2$ ), οι συγκεντρώσεις των ρύπων και η διάρκεια έκθεσης σε αυτούς. Με την ποσοτικοποίηση του TID, η μελέτη στοχεύει να αξιολογήσει τη συνολική έκθεση σε ρύπους και τον πιθανό αντίκτυπό της στην ανθρώπινη υγεία.

## 6.1 Εργασία με Πραγματικά Δεδομένα

Για την αξιολόγηση και την δοκιμαστική λειτουργία του προγράμματος που αναπτύξαμε, θα εκτελέσουμε μια μελέτη περίπτωσης, ώστε να εκτιμηθούν σφάλματα, χρόνοι εκτέλεσης του προγράμματος, ανάγκες καθώς και βελτιώσεις. Για την εκπόνηση της μελέτης περίπτωσης, επιλέχθηκε ένα τυχαίο δείγμα δέκα ανθρώπων για τους οποίους συλλέχθηκαν δεδομένα που σχετίζονται με την υγεία τους. Τα δεδομένα καθώς και τα αποτελέσματα, δεν θα πρέπει να θεωρηθούν ως κανόνας καθώς δεν υπάρχει ιατρική τεκμηρίωση. Η συλλογή, η επεξεργασία καθώς και τα αποτελέσματά τους έχουν ως στόχο την δοκιμή του iPID. Ωστόσο, γίνεται μια σύντομη αξιολόγηση των δεδομένων ώστε να εκτιμηθεί κατά πόσο τα δεδομένα συμβαδίζουν με πραγματικές τιμές.

A/A	Όνομα	Φύλο	Ηλικία	Καρδιακός Παλμός (BPM)	FVR (Liters)	Ύψος (cm)	Βάρος (kg)	BMI (ΔΜΣ - Δείκτης Μάζας Σώματος)	Κατάσταση BMI
1	Γιάννης	Άνδρας	35	70	5	180	92	28.4	Υπέρβαρος
2	Ελένη	Γυναίκα	28	65	3.5	165	60	22	Κανονικό
3	Μιχάλης	Άνδρας	42	75	4.8	175	80	26.1	Υπέρβαρος
4	Όλγα	Γυναίκα	33	60	3.4	155	75	31.2	Παχύσαρκος Κατηγ. Ι
5	Δημήτρης	Άνδρας	50	80	5.2	185	95	27.8	Υπέρβαρος
6	Σοφία	Γυναίκα	38	70	3.6	160	58	22.7	Κανονικό
7	Πέτρος	Άνδρας	45	68	4.9	170	85	29.4	Υπέρβαρος
8	Ισαβέλλα	Γυναίκα	31	63	3.3	170	95	32.9	Παχύσαρκος Κατηγ. Ι
9	Βασίλης	Άνδρας	55	72	5.1	190	90	24.9	Κανονικό
10	Μαρία	Γυναίκα	27	67	3.7	165	70	25.7	Κανονικό

**Εικόνα 41** – Δείγμα ανθρώπων που έλαβαν μέρος στην έρευνα από το χώρο του ΠΑ.Δ.Α. Τα προσωπικά τους δεδομένα δόθηκαν, με δική τους ευθύνη ως προς την ορθότητα τους, από το προσωπικό τους ιστορικό εξετάσεων.

Το σύνολο δεδομένων χωρίζεται σε δύο κατηγορίες με βάση το φύλο, παρέχοντας έτσι πληροφορίες για τις μετρήσεις υγείας και φυσικής κατάστασης ανδρών και γυναικών. Οι πίνακες παρουσιάζουν διακυμάνσεις στην ηλικία, τον Δείκτη Μάζας Σώματος (ΔΜΣ), τον καρδιακό ρυθμό, το FVR, το ύψος, το βάρος και τον χαρακτηρισμό του ΔΜΣ.

Οι άνδρες του δείγματος, είναι ως επί το πλείστον στην κατηγορία υπέρβαρων με βάση το ΔΜΣ τους, με ηλικίες που κυμαίνονται από 35 έως 55 ετών. Ο πίνακας για τις γυναίκες περιλαμβάνει άτομα με ευρύτερο φάσμα κατηγοριών ΔΜΣ, συμπεριλαμβανομένου του φυσιολογικού βάρους, του υπέρβαρου και της παχυσαρκίας κατηγορίας Ι. Οι ηλικίες τους κυμαίνονται από 27 έως 38 ετών. Επιπλέον,



για τους άνδρες η παράμετρος FVR παίρνει τιμές στο εύρος των 4.8 - 5.2 , ενώ για τις γυναίκες το εύρος διαμορφώνεται ως 3.3 – 3.7.

## 6.2 Δείκτης BMI

Ο ΔΜΣ (Δείκτης Μάζας Σώματος) είναι μια μέτρηση που χρησιμοποιείται συνήθως για να αξιολογηθεί εάν ένα άτομο έχει υγιές σωματικό βάρος σε σχέση με το ύψος του. Υπολογίζεται χρησιμοποιώντας την ακόλουθη εξίσωση:

$$\text{BMI} = \frac{\text{Weight (kg)}}{\text{Height (m)}^2}$$

Όπου:

1. Το βάρος μετριέται σε κιλά (kg)
2. Το ύψος μετριέται σε μέτρα (m)

Η εξίσωση ΔΜΣ διαιρεί το βάρος ενός ατόμου με το τετράγωνο του ύψους του. Η τιμή που προκύπτει είναι μια αριθμητική αναπαράσταση της μάζας του σώματός του σε σχέση με το ύψος του. Παρέχει μια γενική ένδειξη για το εάν ένα άτομο είναι λιποβαρές, κανονικό βάρος, υπέρβαρο ή παχύσαρκο.

Classification	BMI range - kg/m <sup>2</sup>
Severe Thinness	< 16
Moderate Thinness	16 - 17
Mild Thinness	17 - 18.5
Normal	18.5 - 25
Overweight	25 - 30
Obese Class I	30 - 35
Obese Class II	35 - 40
Obese Class III	> 40

**Εικόνα 42** – Ταξινόμηση BMI , σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (ΠΟΥ) για ενήλικες (> 20 ετών).

**Πηγή:** <https://www.calculator.net/bmi-calculator.html>

### 6.3 Περιγραφή Πειράματος και Έλεγχος αξιοπιστίας του δείγματος

Δεδομένου ότι δεν διαθέτουμε πραγματικά ανθρωπομετρικά δεδομένα για την εκπόνηση της μελέτης κατά περίπτωση ασθενούς, εκτελέσαμε ένα πείραμα συλλογής δεδομένων από τους χώρους του πανεπιστημίου. Συγκεκριμένα, επιλέξαμε ένα δείγμα μεγαλύτερης ηλικίας από τη μέση ηλικία των φοιτητών, με σκοπό να αυξήσουμε τις πιθανότητες εντοπισμού ιατρικών ιστορικών, όπως για παράδειγμα σπιρομετρήσεις και άρα γνώση του δείκτη FVR. Από την πορεία του πειράματος και το σύντομο χρόνο ολοκλήρωσης, μπορούμε να πούμε ότι η υπόθεση μας επαληθεύτηκε κατά το δοκούν. Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε ένας σύντομος έλεγχος αξιοπιστίας των δεδομένων.

Για τον έλεγχο των δεδομένων, αρχικά χωρίσαμε τον πίνακα σε δύο υπό-πίνακες, ανάλογα με το φύλο. Η ταξινόμηση των δεδομένων έγινε με βάση το ύψος και όχι την ηλικία.

ΔΕΙΓΜΑ ΑΝΔΡΩΝ								
A/A	Όνομα	Ηλικία	Καρδιακός Παλμός (BPM)	FVR (Liters)	Ύψος (cm)	Βάρος (kg)	BMI (ΔΜΣ - Δείκτης Μάζας Σώματος)	Κατάσταση BMI
1	Πέτρος	45	68	4.9	170	85	29.4	Υπέρβαρος
2	Μιχάλης	42	75	4.8	175	80	26.1	Υπέρβαρος
3	Γιάννης	35	70	5	180	92	28.4	Υπέρβαρος
4	Δημήτρης	50	80	5.2	185	95	27.8	Υπέρβαρος
5	Βασίλης	55	72	5.1	190	90	24.9	Κανονικό

Εικόνα 43 – Ταξινομημένο το δείγμα κατά άνδρες

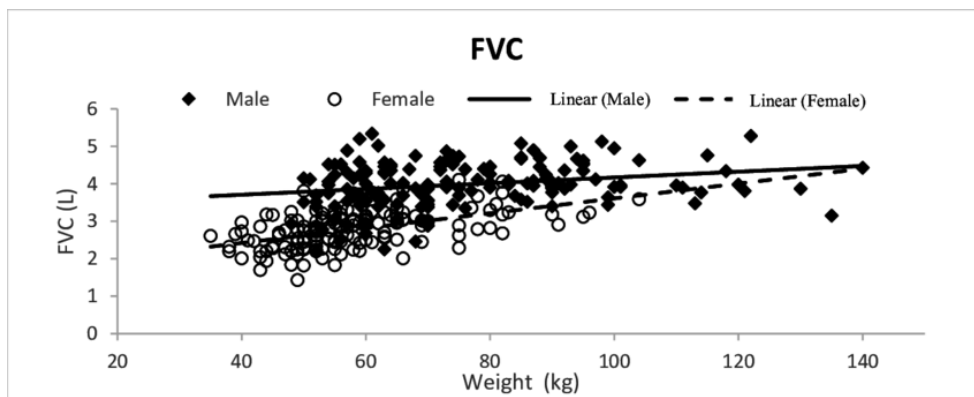
ΔΕΙΓΜΑ ΓΥΝΑΙΚΩΝ								
A/A	Όνομα	Ηλικία	Καρδιακός Παλμός (BPM)	FVR (Liters)	Ύψος (cm)	Βάρος (kg)	BMI (ΔΜΣ - Δείκτης Μάζας Σώματος)	Κατάσταση BMI
1	Όλγα	33	60	3.45	155	75	31.2	Παχύσαρκος Κατηγ. Ι
2	Σοφία	38	70	3.35	160	58	22.7	Κανονικό
3	Ελένη	28	65	3.5	165	60	22	Κανονικό
4	Μαρία	27	67	3.56	165	70	25.7	Κανονικό
5	Ισαβέλλα	31	63	3.7	170	95	32.9	Παχύσαρκος Κατηγ. Ι

Εικόνα 44 – Ταξινομημένο το δείγμα κατά γυναίκες

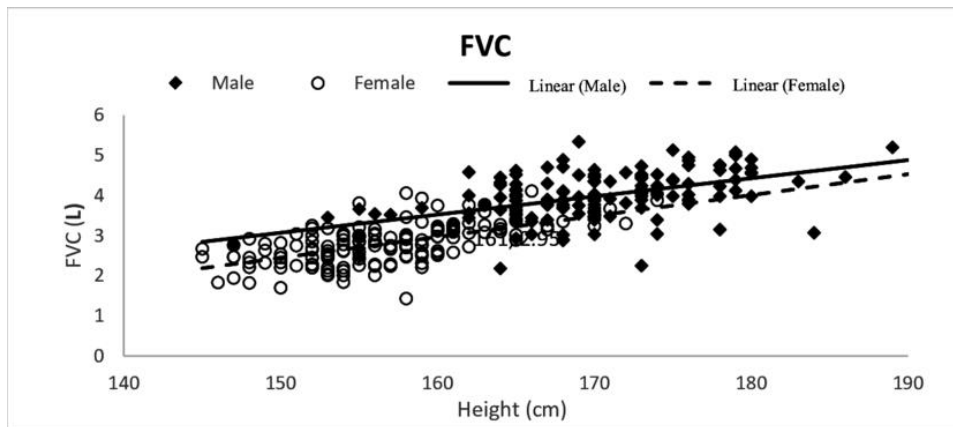
Στη συνέχεια, προχωρήσαμε στην παραγωγή διαγραμμάτων παλινδρόμησης για να εκτιμήσουμε τη σχέση του FVR με το ύψος, το βάρος και το BMI. Τα αποτελέσματα

ως προς την γραμμή τάσης των δεδομένων, τα συγκρίναμε με μια ιατρική δημοσίευση, η οποία ωστόσο δεν αφορά τον Ελληνικό πληθυσμό αλλά το Σαουδαραβικό. Ενδιαφέρον, αποτελεί ότι η γραμμή τάσης συμβαδίζει ως προς την γεωμετρία και συνεπώς θεωρήσαμε ότι τα δεδομένα είναι προς την ορθή κατεύθυνση. Να τονίσουμε για ακόμα μια φορά πως τα αποτελέσματα, δεν έχουν στόχο την ιατρική γενίκευση αλλά την δημιουργία μιας βάσης δεδομένων με όσο το δυνατόν πιο αληθινά δεδομένα.

Με βάση την αναζήτησή μας στο διαδίκτυο, η μέση τιμή του FVR που αποτελεί δεδομένο εισόδου στο λογισμικό iPID κυμαίνεται για υγιείς άνδρες ηλικίας 20-60 ετών από 4.75 έως 5.5 λίτρα. Για τις γυναίκες ηλικίας 20-60 ετών, το φυσιολογικό εύρος είναι από 3.25 έως 3.75 λίτρα.



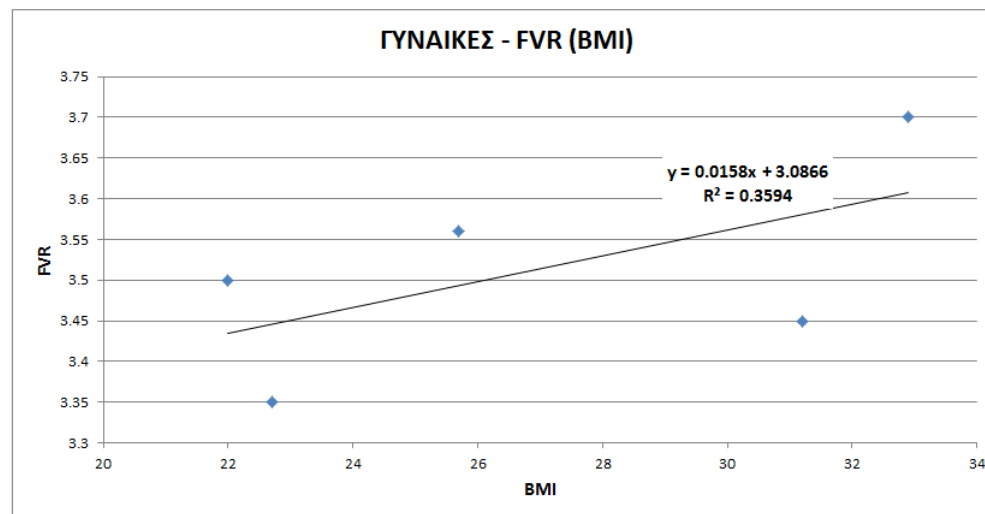
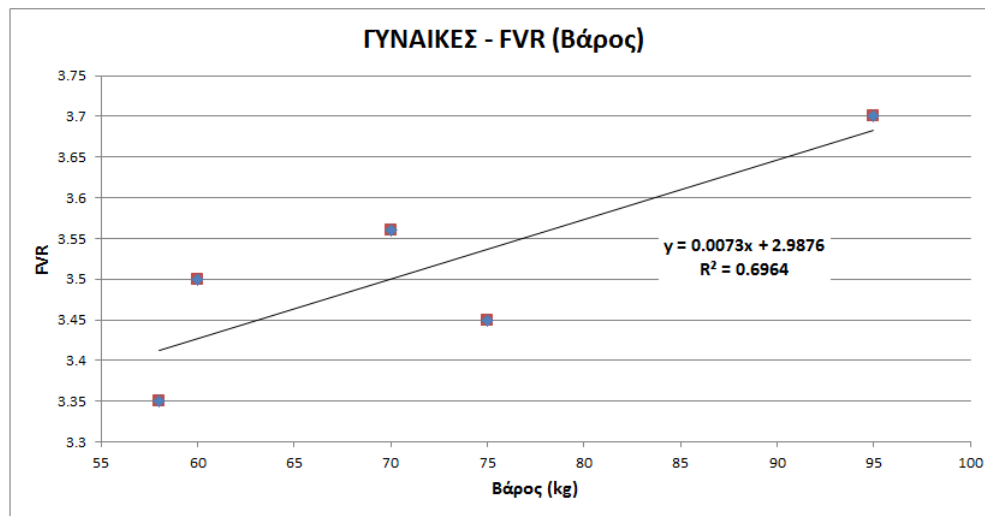
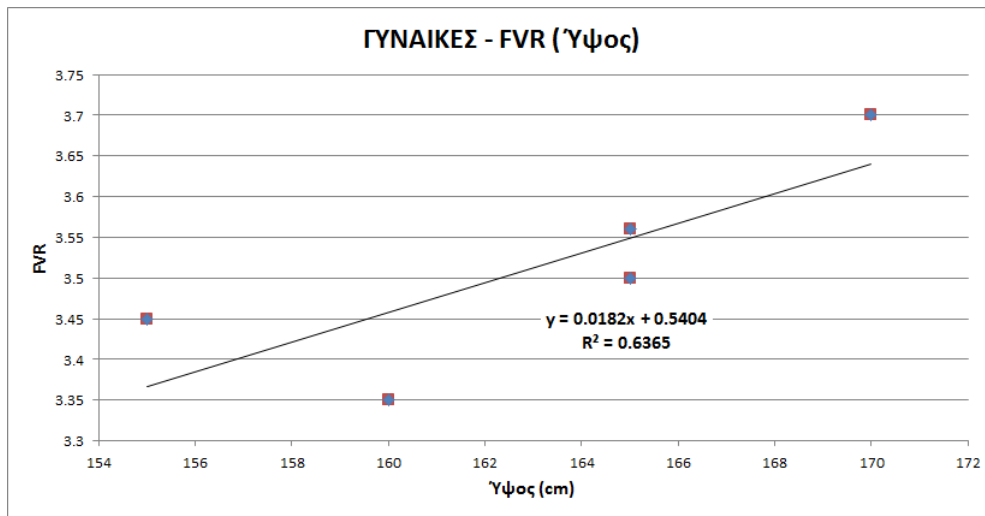
**Εικόνα 45** – Συσχέτιση Βάρους FVR σύμφωνα με μελέτη σε σαουδαραβικό πληθυσμό



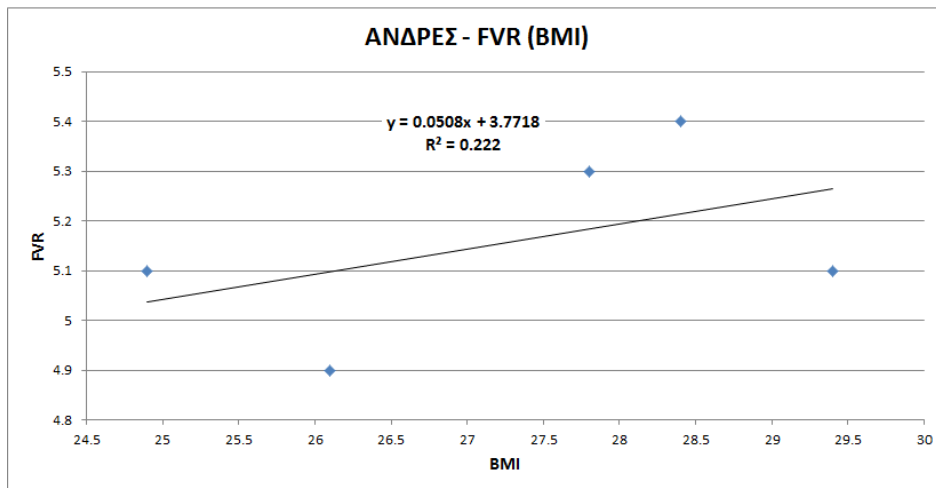
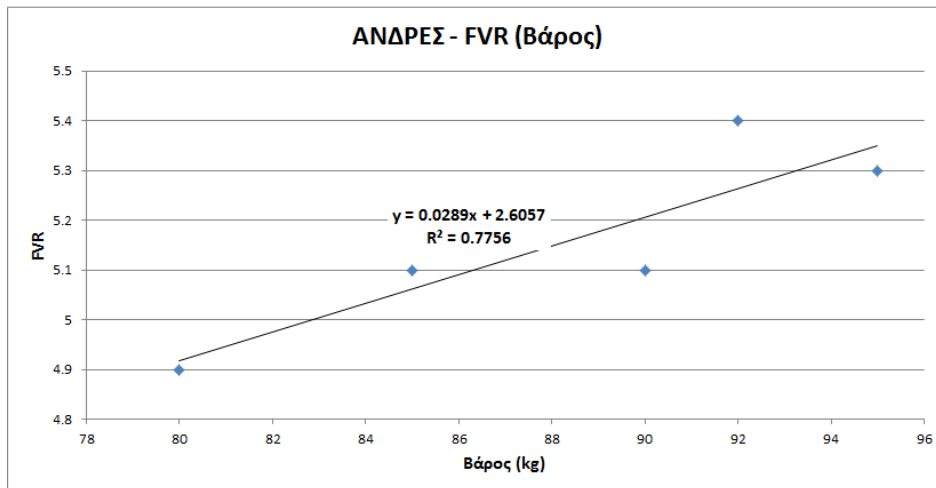
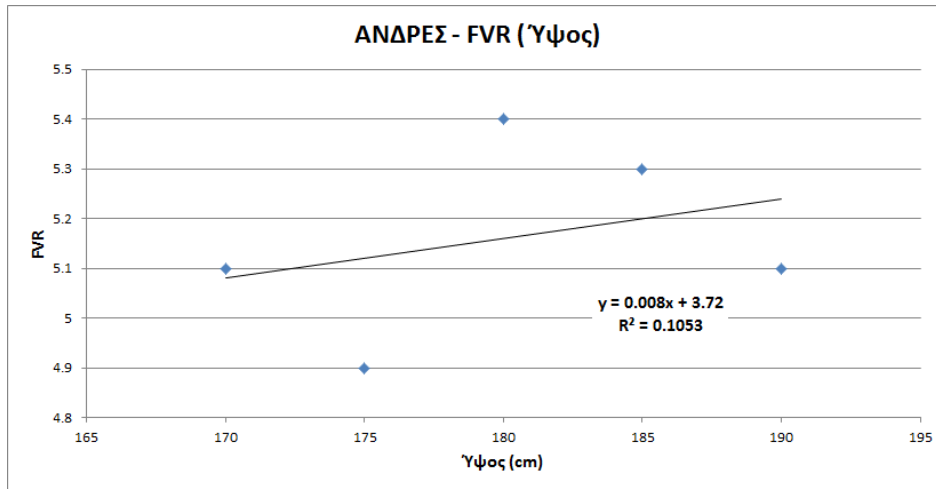
**Εικόνα 46** – Συσχέτιση ύψους FVR σύμφωνα με μελέτη σε σαουδαραβικό πληθυσμό

**Πηγή:**

[https://www.researchgate.net/publication/269074457\\_Reference\\_Values\\_for\\_Lung\\_Function\\_Tests\\_in\\_Adult\\_Saudi\\_Population](https://www.researchgate.net/publication/269074457_Reference_Values_for_Lung_Function_Tests_in_Adult_Saudi_Population)



**Εικόνα 47** – Συσχέτιση FVR με τα στοιχεία ύψος/βάρος/BMI από το δείγμα γυναικών για την δική μας μελέτη.



**Εικόνα 48** – Συσχέτιση FVR με τα στοιχεία ύψος/βάρος/BMI από το δείγμα ανδρών για την δική μας μελέτη.

## 6.4 Υπολογισμός των Model 1 & 2 με το iPID

Από την καρτέλα «Data» του προγράμματος iPID v1.0, μπορούμε να υπολογίσουμε την τάση σε έκθεση που έχει ο κάθε άνθρωπος κατά περίπτωση. Στις εικόνες 50 και 51 παρέχονται οι πίνακες με υπολογισμένα τα μοντέλα εξατομικευμένα. Η περίπτωση της εικόνας 49, αφορά από το δείγμα γυναικών τον «ασθενή» Ισαβέλλα που συμμετείχε στην έρευνα.

**Εικόνα 49** – Γραμμή Εργαλείων iPID για τον υπολογισμό των μοντέλων 1 και 2.

Παρατηρώντας τα αποτελέσματα των μοντέλων, μπορούμε να πούμε ότι οι άνδρες έχουν μεγαλύτερο συντελεστή  $M_1$  και  $M_2$ , σχεδόν διπλάσιο έναντι των γυναικών.

ΔΕΙΓΜΑ ΑΝΔΡΩΝ										
A/A	Όνομα	Ηλικία	Καρδιακός Παλμός (BPM)	FVR (Liters)	Ύψος (cm)	Βάρος (kg)	BMI (ΔΜΣ - Δείκτης Μάζας Σώματος)	Κατάσταση BMI	Model 1 (µg/min)	Model 2 (µg/min)
1	Πέτρος	45	68	5.1	170	85	29.4	Υπέρβαρος	10.9	7.0
2	Μιχάλης	42	75	4.9	175	80	26.1	Υπέρβαρος	13.2	7.9
3	Γιάννης	35	70	5.4	180	92	28.4	Υπέρβαρος	11.2	7.2
4	Δημήτρης	50	80	5.3	185	95	27.8	Υπέρβαρος	16.8	8.6
5	Βασίλης	55	72	5.1	190	90	24.9	Κανονικό	13.2	7.5

**Εικόνα 50** – Υπολογισμός των μοντέλων 1 και 2 για τον πίνακα των ανδρών

Επιπλέον, τόσο για άνδρες όσο και για τις γυναίκες, το μοντέλο «Model 2», είναι μικρότερο αριθμητικά έναντι του «Model 1».

ΔΕΙΓΜΑ ΓΥΝΑΙΚΩΝ										
A/A	Όνομα	Ηλικία	Καρδιακός Παλμός (BPM)	FVR (Liters)	Ύψος (cm)	Βάρος (kg)	BMI (ΔΜΣ - Δείκτης Μάζας Σώματος)	Κατάσταση BMI	Model 1 (µg/min)	Model 2 (µg/min)
1	Όλγα	33	60	3.45	155	75	31.2	Παχύσαρκος Κατηγ. Ι	5.2	4.2
2	Σοφία	38	70	3.35	160	58	22.7	Κανονικό	7.8	5.4
3	Ελένη	28	65	3.5	165	60	22	Κανονικό	6.1	4.8
4	Μαρία	27	67	3.56	165	70	25.7	Κανονικό	6.6	5
5	Ισαβέλλα	31	63	3.7	170	95	32.9	Παχύσαρκος Κατηγ. Ι	6	4.6

**Εικόνα 51** – Υπολογισμός των μοντέλων 1 και 2 για τον πίνακα των γυναικών

Όπως φαίνεται στα αποτελέσματα, το BMI να μεν σχετίζεται με την αυξημένη τάση έκθεσης σε ρύπο αλλά δεν είναι το απόλυτο κριτήριο. Ο καρδιακός παλμός δείχνει ότι επηρεάζει περισσότερο την κατάσταση του ασθενούς.

## 6.5 Υπολογισμός USA & UK AQI με το iPID

Για την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων του iPID, σχετικά με τον Αμερικανικό δείκτη AQI, φορτώσαμε ένα CSV αρχείο από ημερήσια δεδομένα αισθητήρων PM10, O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, CO, SO<sub>2</sub>, από την περιοχή των Αθηνών και για το έτος 2021. Το πρόγραμμά μας άμεσα υπολόγισε όλους τους δείκτες, για όλο το έτος όπως φαίνεται στις ακόλουθες φωτογραφίες. Οι αρνητικές τιμές περιγράφουν σφάλμα του αισθητήρα και δεν λογίζονται ως έγκυρες.

	DATE	MONTH	YEAR	PM10	O3	NO2	CO	SO2
001	1	1	2021	67	29	52	2	-13999
002	2	1	2021	72	-13999	52	5	-13999
003	3	1	2021	121	-13999	94	5	11
004	4	1	2021	167	-13999	113	6	18
005	5	1	2021	115	12	74	3	15
006	6	1	2021	86	11	90	8	52
007	7	1	2021	154	13	83	6	18
008	8	1	2021	131	11	91	2	42
009	9	1	2021	51	53	50	3	50
010	10	1	2021	63	91	52	5	91
011	11	1	2021	152	89	101	5	117
012	12	1	2021	141	75	129	6	181
013	13	1	2021	110	88	78	2	105
014	14	1	2021	41	71	46	1	35
015	15	1	2021	22	87	34	1	21
016	16	1	2021	33	69	36	1	23
017	17	1	2021	38	67	39	1	24
018	18	1	2021	36	70	41	1	24
019	19	1	2021	46	67	58	1	60
020	20	1	2021	46	70	42	1	72
021	21	1	2021	31	73	25	1	51
022	22	1	2021	45	50	34	2	62
023	23	1	2021	60	95	84	1	167
024	24	1	2021	68	65	50	1	67
025	25	1	2021	65	56	52	2	77
026	26	1	2021	79	64	90	1	104
027	27	1	2021	57	46	57	2	84
028	28	1	2021	60	99	52	2	34
029	29	1	2021	62	88	50	1	26
030	30	1	2021	53	73	35	2	18
031	31	1	2021	60	109	80	3	72
032	1	2	2021	68	109	84	2	71
033	2	2	2021	50	104	81	3	41
034	3	2	2021	55	81	48	4	62
035	4	2	2021	86	81	67	6	108
036	5	2	2021	122	97	108	9	119
037	6	2	2021	160	76	109	7	130
038	7	2	2021	171	88	109	9	142

Εικόνα 52 – Φορτωμένο το αρχείο CSV με τα δεδομένα της μελέτης.

	DATE	MONTH	YEAR	PM10	O3	NO2	
001	1	1	2021	67	29	52	
002	2	1	2021	72	-13999	52	
003	3	1	2021	121	-13999	94	
004	4	1	2021	167	-13999	113	
005	5	1	2021	115	12	74	
006	6	1	2021	86	11	90	

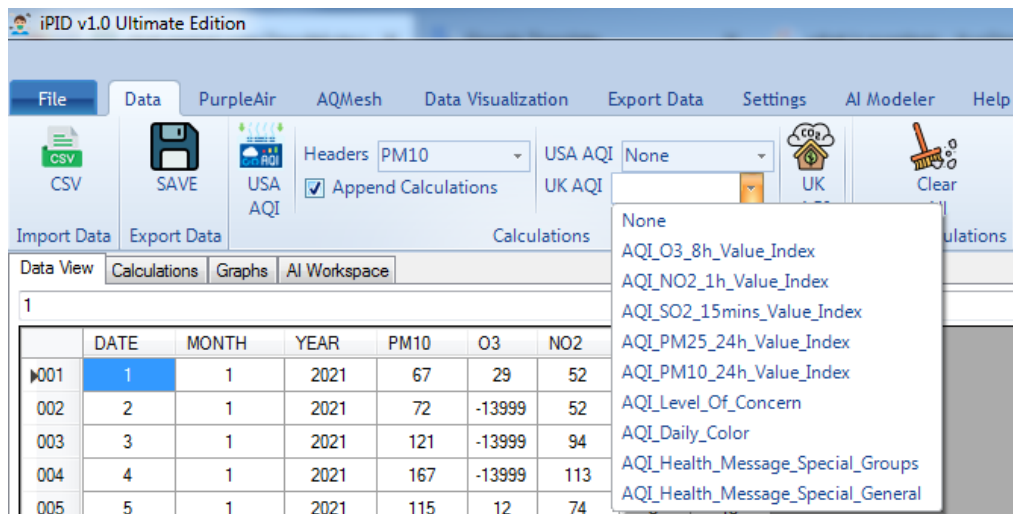
Εικόνα 53 – Το σύνολο των συναρτήσεων που υποστηρίζει το iPID για τον δείκτη USA AQI

Στο τέλος της επεξεργασία, το αρχείο αποθηκεύτηκε στο δίσκο για μελλοντική επεξεργασία με το πρόγραμμα Excel.

DATE	MONTH	YEAR	PM10	O3	NO2	CO	SO2	USA_AQI_PM10_24h_Value_Index_calculation_for_PM10	USA_AQI_O3_1h_Value_Index_calculation_for_O3	USA_AQI_O3_8h_Value_Index_calculation_for_O3	USA_AQI_NO2_1h_Value_Index_calculation_for_NO2	USA_AQI_CO_1h_Value_Index_calculation_for_CO
001	1	2021	67	29	52	2	-13999	57	12	27	49	23
002	2	2021	72	-13999	52	5	-13999	60	-17290	-42966	49	57
003	3	2021	121	-13999	94	5	11	84	-17290	-42966	94	57
004	4	2021	167	-13999	113	6	18	107	-17290	-42966	103	67
005	5	2021	115	12	74	3	15	81	5	11	73	34
006	6	2021	86	11	90	8	12	67	4	10	90	86
007	7	2021	114	13	83	6	18	80	5	12	82	57
008	8	2021	131	11	91	2	42	89	4	10	91	23
009	9	2021	51	53	50	3	50	47	21	49	47	34
010	10	2021	83	91	82	5	91	65	37	166	82	57
011	11	2021	112	89	101	5	117	79	36	161	101	57
012	12	2021	141	78	129	6	161	94	38	117	106	67
013	13	2021	110	68	78	2	105	70	27	94	77	23
014	14	2021	41	71	46	1	35	38	29	104	43	11
015	15	2021	22	67	34	1	21	20	35	156	32	11
016	16	2021	33	69	36	1	23	31	28	87	34	11
017	17	2021	38	67	39	1	24	35	31	91	37	11
018	18	2021	36	70	41	1	34	33	33	100	39	11
019	19	2021	46	67	55	1	50	43	27	91	53	11
020	20	2021	46	70	42	1	72	43	28	100	40	11
021	21	2021	31	73	25	1	51	29	29	111	24	11
022	22	2021	45	82	34	2	62	42	37	168	32	23
023	23	2021	89	95	84	1	107	64	38	176	83	11
024	24	2021	60	89	84	2	67	58	26	83	47	11
025	25	2021	65	96	52	2	77	66	23	67	49	23
026	26	2021	79	64	90	1	124	63	26	82	90	11
027	27	2021	67	46	67	2	54	52	19	43	55	23
028	28	2021	60	59	52	2	34	54	48	165	49	23
029	29	2021	62	88	50	1	26	55	35	158	47	11
030	30	2021	53	73	35	2	18	49	29	111	33	23
031	31	2021	60	109	80	3	72	54	44	205	79	34
032	1	2022	60	105	84	2	71	58	42	209	79	23
033	2	2022	50	104	81	3	41	46	42	198	80	34
034	3	2022	55	81	48	4	62	51	33	137	45	45
035	4	2022	86	81	67	6	108	67	33	137	66	67
036	5	2022	122	87	108	5	119	84	39	150	103	57

**Εικόνα 54** – Η τελική εικόνα μετά τον υπολογισμό όλων των δεικτών AQI για κάθε ρύπο.

Κατά περίπτωση, ο χρήστης, δύναται να υπολογίσει / μελετήσει και τον δείκτη UK AQI. Στην ακόλουθη φωτογραφία, φαίνεται το πακέτο των συναρτήσεων που υποστηρίζεται από την υπάρχουσα έκδοση.



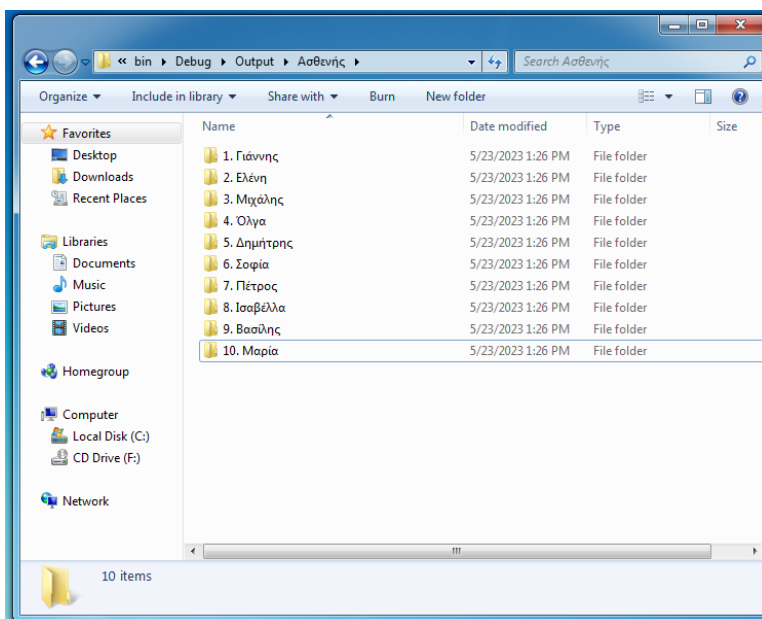
**Εικόνα 55** – Η δυνατότητα υπολογισμού του δείκτη UK AQI



Με κατάλληλη σύγκριση των αποτελεσμάτων από άλλα προγράμματα του διαδικτύου, οφείλουμε να αναφέρουμε ότι προκύπτει μεταξύ τους διαφοροποίηση ή απόκλιση.

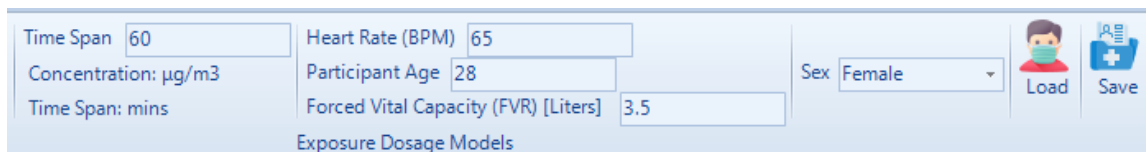
## 6.6 Υπολογισμός των TID (Total Intake Dose)

Για την μελέτη κατά περίπτωση στην πρόληψη δόσης ρύπου, αρχικά, δημιουργήσαμε φακέλους για όλους τους συμμετέχοντες στο πείραμα.

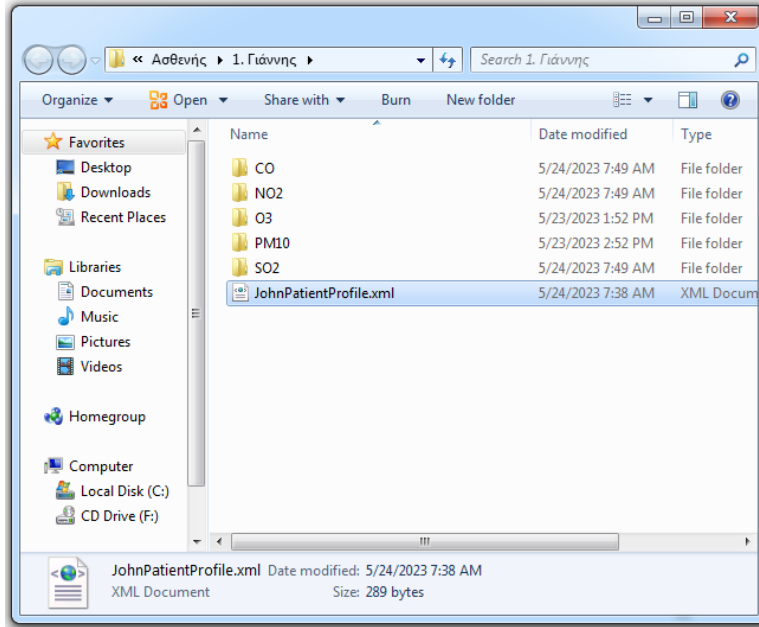


**Εικόνα 56** – Οι φάκελοι των συμμετεχόντων στο πείραμα.

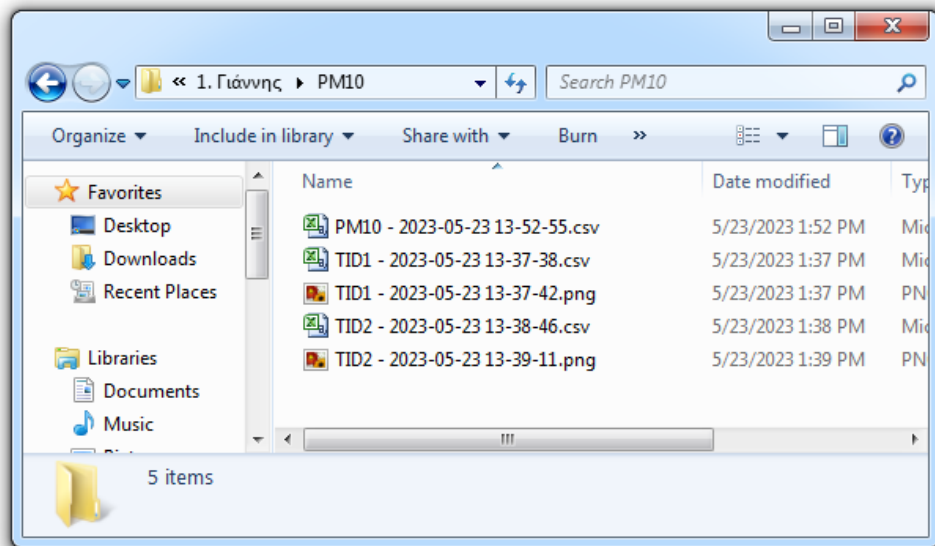
Στην συνέχεια για κάθε ασθενή, δημιουργήσαμε ένα προφίλ με τα δεδομένα υγείας του και με την επιλογή «Save» της **Εικόνας 57**, το αποθηκεύσαμε στο αντίστοιχο φάκελο του δίσκου (**Εικόνας 58**). Αποθηκεύοντας την κατατομή ασθενή, παρέχεται η ευελιξία να αλλάζονται οι ρυθμίσεις, γρήγορα, χωρίς εκ νέου πληκτρολόγηση και να υποβάλλεται ο κάθε ασθενής σε διαφορετικές συγκεντρώσεις ρύπων. Αντίστοιχα, για συγκεκριμένους ρύπους, μπορούν να υποβληθούν διαφορετικοί ασθενείς και να μελετηθεί η διαφορετική τους συμπεριφορά. Ο πίνακας της **Εικόνας 54**, δημιουργήθηκε αρκετά γρήγορα με αυτό τον τρόπο.

A screenshot of a software interface for patient data entry. It features several input fields: 'Time Span' with a value of 60, 'Heart Rate (BPM)' with a value of 65, 'Concentration: μg/m3', 'Participant Age' with a value of 28, 'Sex' set to 'Female', and 'Forced Vital Capacity (FVR) [Liters]' with a value of 3.5. Below these fields is the text 'Exposure Dosage Models'. On the right side, there are two buttons: 'Load' with a person icon and 'Save' with a floppy disk icon.

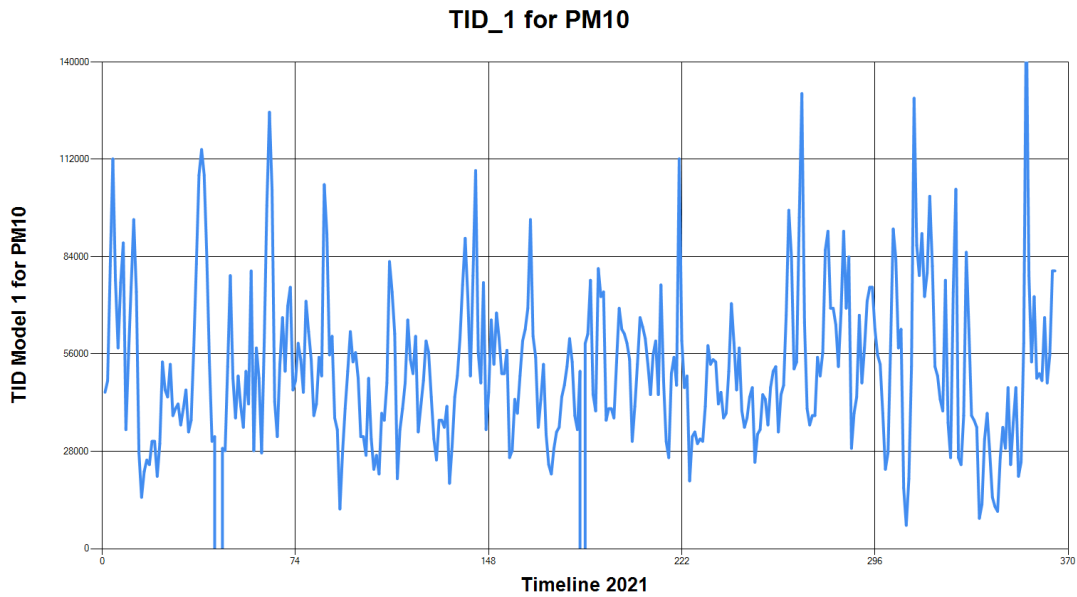
**Εικόνα 57** – Τα κουμπιά «Save» και «Load» που χειρίζονται τον ασθενή.



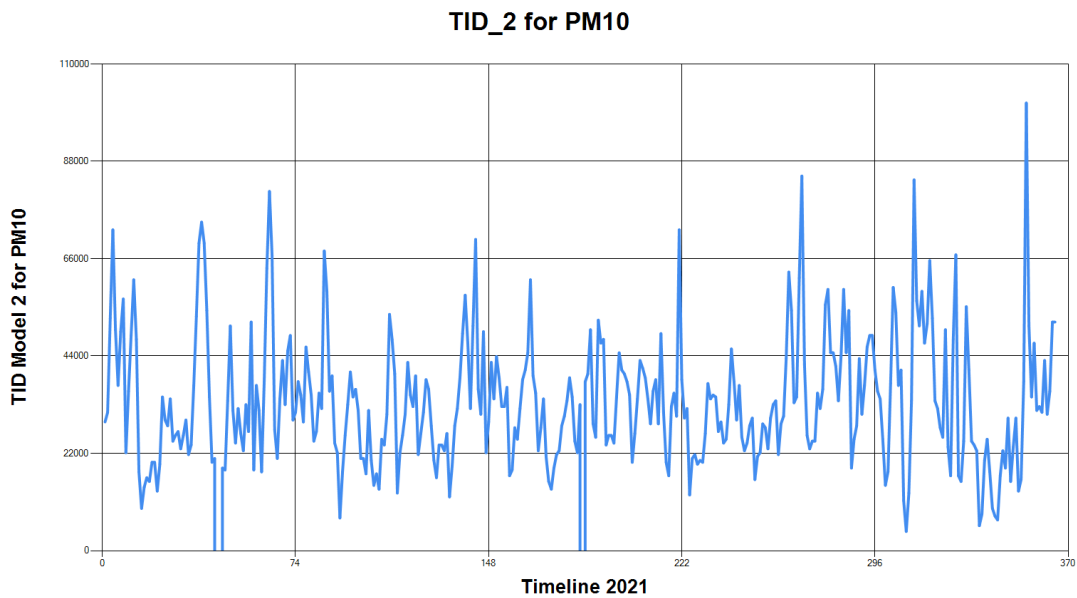
Εικόνα 58 – Τα αποτελέσματα του «ασθενή» Γιάννης, για διάφορους ρύπους.



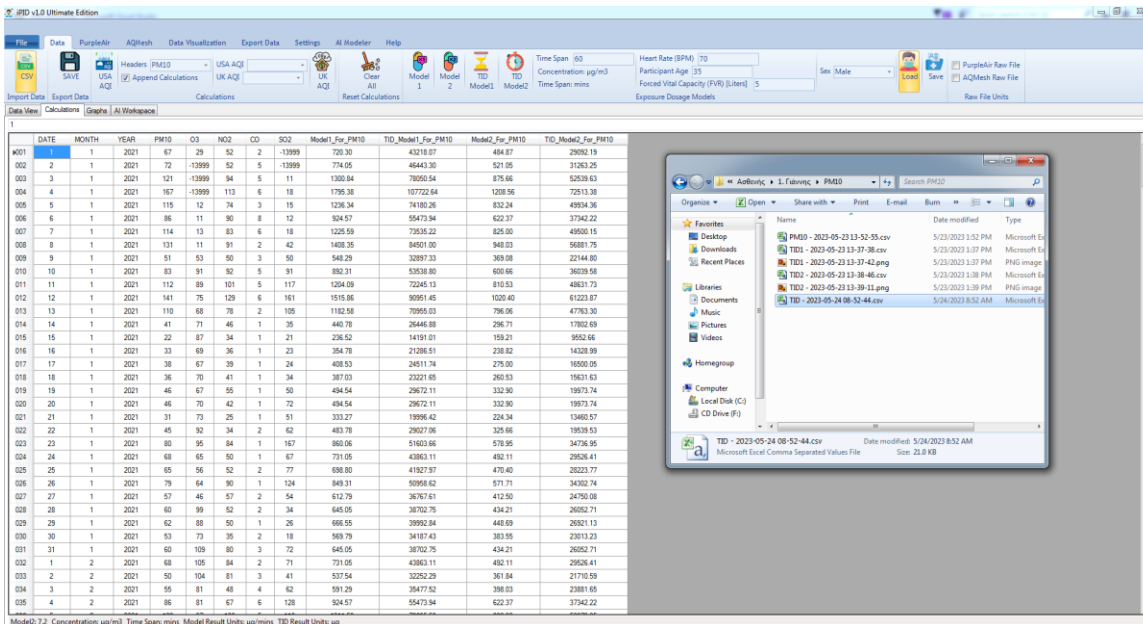
Εικόνα 59 – Στιγμιότυπα και αρχείο δεδομένων για τον «ασθενή» Γιάννης, αναφορικά με τα PM10.



**Εικόνα 60** – Στιγμιότυπο για τον «ασθενή» Γιάννης, αναφορικά με το TID του πρώτου μοντέλου.



**Εικόνα 61** – Στιγμιότυπο για τον «ασθενή» Γιάννης, αναφορικά με το TID του δεύτερου μοντέλου.



Εικόνα 62 – Υπολογισμός των TID\_PM10 1 & 2 για τον «ασθενή» Γιάννης.

Στο κεφάλαιο 2.4 και 2.5 έγινε εκτενή αναφορά για το μοντέλο «Minute Ventilation Model», το οποίο αφορά την παροχή του αέρα σε lt/min που μπορεί να εισέρθει στον ανθρώπινο οργανισμό. Θέτοντας τον αερισμό ως φορέα που μπορεί να μεταφέρει τους ρύπους στον άνθρωπο, ορίσαμε στα ίδια κεφάλαια και την μονάδα PID που εξετάζει την παροχή του ρύπου στον ανθρώπινο οργανισμό και δίνεται σε  $\mu\text{g}/\text{min}$ . Αναλυτικότερα, έχουμε:

$$VE \rightarrow \text{liters} / \text{min} \rightarrow 10^{-3} \text{ m}^3 / \text{min}$$

$$PM \rightarrow \mu\text{g} / \text{m}^3$$

Άρα

$$PID = 10^{-3} \cdot VE \left[ \frac{\text{m}^3}{\text{min}} \right] \cdot PM \left[ \frac{\mu\text{g}}{\text{m}^3} \right]$$

$$PID = 10^{-3} \cdot VE \cdot PM$$

$$\text{σε μονάδες} \left[ \frac{\mu\text{g}}{\text{min}} \right]$$

Τοποθετώντας στην ανωτέρω εξίσωση το χρονικό διάστημα που ήταν εκτεθειμένος ο άνθρωπος στο ρύπο, προκύπτει η συνολική ποσότητα του ρύπου που εισήλθε στον ανθρώπινο οργανισμό.

Άρα

$$\text{TID} = 10^{-3} \cdot \text{VE} \cdot \text{PM} \cdot t$$

σε μονάδες [μg]

Στην πράξη, από μαθηματικής σκοπιάς, τα μοντέλα PID 1 & 2 και προφανώς το TID ως παραγόμενο από αυτά, δημιουργούν μια ενίσχυση της συγκέντρωσης του ρύπου σε τέτοιο βαθμό που να διαφοροποιείται κατά περίπτωση ασθενούς. Το μέγεθος της ενίσχυσης, προκύπτει από τα χαρακτηριστικά υγείας του ατόμου που υποβάλλεται σε εξέταση. Όπως είναι αναμενόμενο, η γραφική παράσταση του, ως γραμμή τάσης π.χ. Εικόνες 60 & 61, έχουν την μορφή του ρύπου που συμμετέχει στην εκτίμηση της δόσης ρύπανσης, ωστόσο, τα σημεία θα είναι ενισχυμένα αριθμητικά σε τέτοιο βαθμό που καθορίζεται από τις παραμέτρους υγείας του ασθενούς που αναλύσαμε διεξοδικά σε προηγούμενα κεφάλαια.

## Σύνοψη Κεφαλαίου

1. Η μελέτη περίπτωσης προσφέρει την αξιολόγηση και την δοκιμαστική λειτουργία του προγράμματος μέσω της ανάλυσης σφαλμάτων, χρόνων εκτέλεσης, αναγκών και προτεινόμενων βελτιώσεων, χρησιμοποιώντας πραγματικά δεδομένα σχετικά με την υγεία ενός δείγματος δέκα ανθρώπων.
2. Οι πίνακες δεδομένων αποτελούνται από διακυμάνσεις σε ποικίλες παραμέτρους, όπως η ηλικία, ο ΔΜΣ, ο καρδιακός ρυθμός, ο δείκτης FVR, το ύψος και το βάρος ανάμεσα στους άνδρες και τις γυναίκες του δείγματος.
3. Ο Δείκτης Μάζας Σώματος (BMI) είναι μια μέτρηση που χρησιμοποιείται για να αξιολογηθεί το σωματικό βάρος ενός ατόμου σε σχέση με το ύψος του, υπολογίζοντας την αναλογία με την εξίσωση:

$$\text{BMI} = \frac{\text{Weight (kg)}}{\text{Height (m)}^2}$$

4. Ο ΔΜΣ παρέχει μια γενική κατηγοριοποίηση για το εάν ένα άτομο είναι λιποβαρές, κανονικού βάρους, υπέρβαρο ή παχύσαρκο, σύμφωνα με την ταξινόμηση του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας (ΠΟΥ) για ενήλικες (>20 ετών).
5. Πραγματοποιήθηκε πείραμα συλλογής δεδομένων ατομικής υγείας στους χώρους του πανεπιστημίου και ακολούθησε έλεγχος αξιοπιστίας των στοιχείων που συλλέχθηκαν. Τα δεδομένα αυτά χρησιμοποιήθηκαν για να τροφοδοτήσουν την μελέτη περίπτωσης. Το δείγμα επιλέχθηκε ώστε η ηλικία των συμμετεχόντων να είναι μεγαλύτερη από την μέση ηλικία των φοιτητών, προκειμένου, να αυξηθούν οι πιθανότητες εντοπισμού διαθέσιμου ιστορικού ιατρικών εξετάσεων.
6. Ο έλεγχος των δεδομένων έγινε διαιρώντας τα δεδομένα σε υπο-πίνακες ανάλογα με το φύλο και ταξινομώντας τα δεδομένα βάσει του ύψους.
7. Κατόπιν μελέτης, προκύπτει ότι οι άνδρες έχουν σχεδόν διπλάσιο συντελεστή  $M_1$  και  $M_2$  σε σχέση με τις γυναίκες, όπως φαίνεται από τα αποτελέσματα των εξατομικευμένων μοντέλων για το δείγμα ανδρών (Εικόνα 50 & 51).
8. Χρησιμοποιήσαμε το πρόγραμμα iPID για τον υπολογισμό του Αμερικανικού δείκτη AQI βασιζόμενοι σε ημερήσια δεδομένα αισθητήρων από την περιοχή των Αθηνών κατά το έτος 2021. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στην Εικόνα 54, συμπεριλαμβανομένων όλων των δεικτών και αποκλείοντας τις αρνητικές τιμές ως σφάλματα του αισθητήρα.
9. Μέσω της μελέτης περίπτωσης παρατηρήσαμε την υγειονομική κατάσταση των διαφορετικών «ασθενών» σε υποτιθέμενη έκθεση ρύπων για το έτος 2021.

Προφανώς η ίδια εργασία μπορεί να εκτελεστεί για οποιοδήποτε έτος έχουμε δεδομένα συγκέντρωσης ρύπων.

10. Οι χρήστες μπορούν να υπολογίσουν και να μελετήσουν τον Αγγλικό δείκτη AQI (UK AQI), χρησιμοποιώντας το πακέτο συναρτήσεων που παρέχει το iPID. Η δυνατότητα αυτή φαίνεται στην Εικόνα 55.
11. Το TID (Total Intake Dose) των ρύπων που εισέρχονται στο ανθρώπινο σώμα υπολογίστηκε με την ενσωμάτωση του χρόνου έκθεσης (t) λαμβάνοντας ως τελική μορφή την ακόλουθη εξίσωση:  **$TID = 10^{-3} \cdot VE \cdot PM \cdot t$**
12. Τα μοντέλα PID 1 και 2, καθώς και το TID που προκύπτει, μεγεθύνουν τη συγκέντρωση ρύπων για να λάβουν υπόψη τα μεμονωμένα χαρακτηριστικά υγείας και να διαφοροποιήσουν τη συμπεριφορά της έκθεσης σε ρύπους κατά περίπτωση.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7<sup>ο</sup> – Γενικά Συμπεράσματα και Αποτελέσματα

### Γενική Περιγραφή

Στο τελευταίο κεφάλαιο συνοψίζονται τα ευρήματα και οι γνώσεις που προέκυψαν από την συνολική εργασία μας. Η ενότητα ξεκινά με μια επισκόπηση των κυριότερων συμπερασμάτων που προέκυψαν από τη μελέτη περίπτωσης του προηγούμενου κεφαλαίου, επισημαίνοντας τα βασικά αποτελέσματα και τις επιπτώσεις.

Προχωρώντας στο Κεφάλαιο 7.2, παρέχει μια επισκόπηση της διαδικασίας ανάπτυξης λογισμικού. Αναγνωρίζει τη δυναμική και εξελισσόμενη φύση της ανάπτυξης λογισμικού, που περιλαμβάνει τη δημιουργία, τη συντήρηση και τη βελτίωση προγραμμάτων και εφαρμογών υπολογιστών. Η συγκεκριμένη ενότητα, αποτελεί την προσωπική οπτική του γράφοντος με βάσει την εμπειρία που αποκόμισε στα πλαίσια της ανάπτυξης του προγράμματος iPID.

Επιπλέον, το Κεφάλαιο 7.3 προσφέρει μια ολοκληρωμένη επισκόπηση των δυνατοτήτων του προγράμματος iPID v1.0, το οποίο αναπτύχθηκε ως μέρος της διπλωματικής εργασίας. Υπογραμμίζει τις τρέχουσες δυνατότητες και λειτουργίες του λογισμικού, προβάλλοντας με αυτό τον τρόπο τα πλεονεκτήματά του. Επιπλέον, το κεφάλαιο, παρέχει μια ματιά στο μέλλον, υποδεικνύοντας τη δυνατότητα περαιτέρω βελτιώσεων και εξελίξεων για τον εμπλουτισμό των δυνατοτήτων του λογισμικού και την επέκταση του πεδίου εφαρμογής του.



## 7.1 Γενικά Συμπεράσματα Μελέτης Περίπτωσης

Το ραβδόγραμμα, της Εικόνας 63, εμφανίζει τις τιμές του δείκτη μάζας σώματος των πέντε ενήλικων ανδρών, που συμμετείχαν στην έρευνα. Κάθε ράβδος στο διάγραμμα αντιπροσωπεύει ένα συγκεκριμένο άτομο και το ύψος της ράβδου δείχνει το μέγεθος του ΔΜΣ του. Ο Βασίλης έχει το χαμηλότερο ΔΜΣ, πρόκειται για τον λιγότερο εύσωμο της έρευνας, ενώ ο Πέτρος είναι ο περισσότερο εύσωμος. Με σειρά από τον λιγότερο προς τον περισσότερο εύσωμο έχουμε: Βασίλης, Μιχάλης, Δημήτρης, Γιάννης, Πέτρος.

Το ραβδόγραμμα της Εικόνας 64, εμφανίζει τις τιμές ΔΜΣ των γυναικών της έρευνας. Ομοίως και εδώ, ισχύουν τα αντίστοιχα με τους άνδρες. Η Ισαβέλλα είναι η περισσότερο παχύσαρκτη ενώ η Ελένη είναι η λιγότερο εύσωμη. Με σειρά από τον λιγότερο προς τον περισσότερο εύσωμο έχουμε: Ελένη, Σοφία, Μαρία, Όλγα, Ισαβέλλα.

Στην Εικόνα 65, έχουμε τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των πνευμόνων των ανδρών της έρευνας, ενώ στην Εικόνα 66, παρατηρούμε την αντίστοιχη γεωμετρία για τις γυναίκες. Με αύξουσα σειρά για τους άνδρες έχουμε: Μιχάλης, Βασίλης, Πέτρος, Δημήτρης, Γιάννης. Αντίστοιχα για τις γυναίκες η αύξουσα σειρά είναι: Σοφία, Όλγα, Ελένη, Μαρία και Ισαβέλλα.

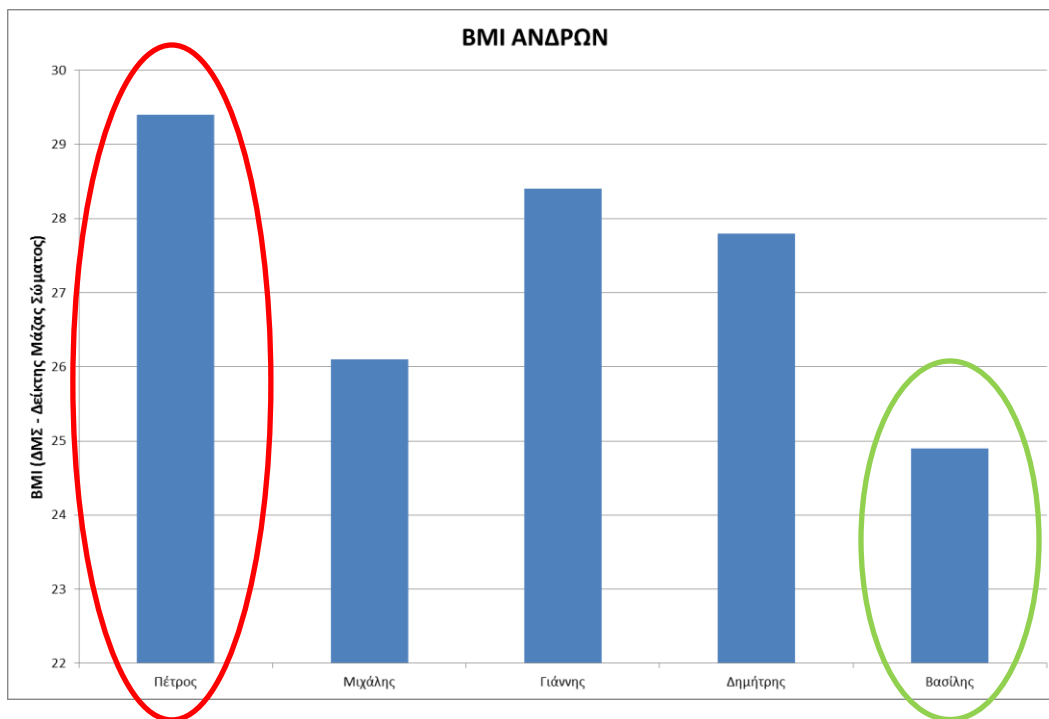
ΑΝΔΡΕΣ				
BMI				
Βασίλης	Μιχάλης	Δημήτρης	Γιάννης	Πέτρος
FVC				
Μιχάλης	Βασίλης	Πέτρος	Δημήτρης	Γιάννης

**Πίνακας 3** – Ταξινόμηση κατά αύξουσα σειρά των ανδρών αναφορικά με BMI και FVC

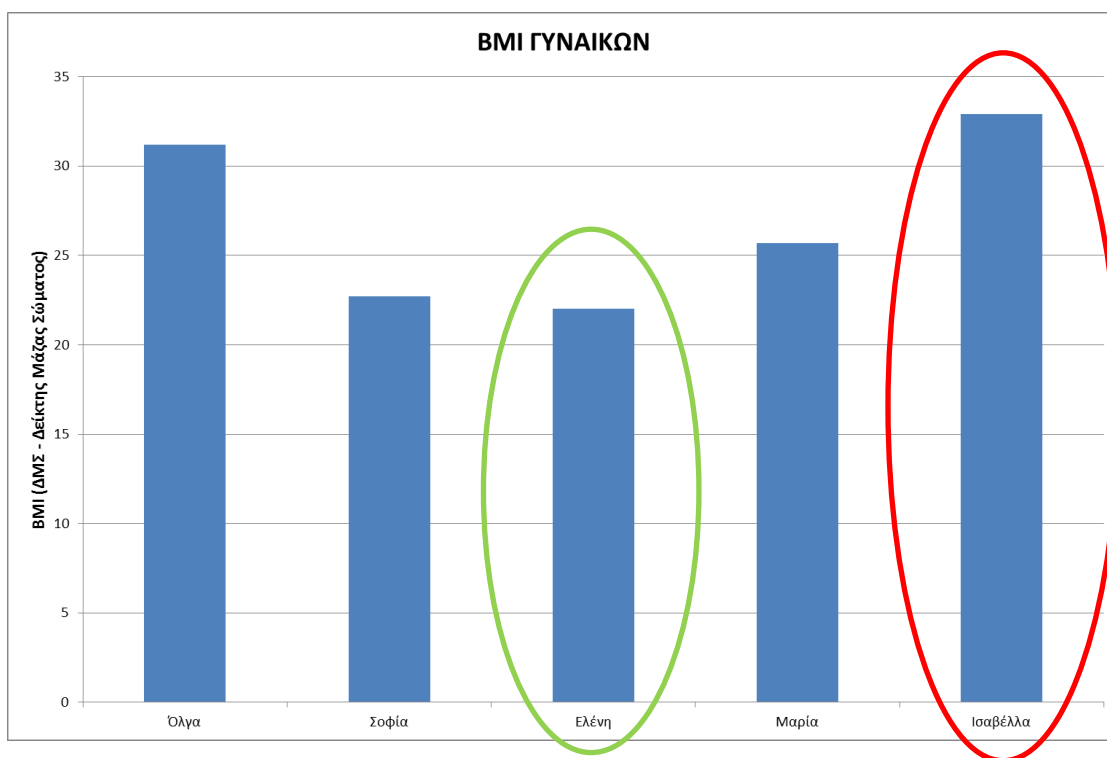
ΓΥΝΑΙΚΕΣ				
BMI				
Ελένη	Σοφία	Μαρία	Όλγα	Ισαβέλλα
FVC				
Σοφία	Όλγα	Ελένη	Μαρία	Ισαβέλλα

**Πίνακας 4** – Ταξινόμηση κατά αύξουσα σειρά των γυναικών αναφορικά με BMI και FVC

Στους Πίνακες 3 και 4, όπως ξεχωρίζει με την παρουσία χρωματικού κώδικα, δεν υπάρχει ευθεία ταύτιση μεταξύ παχυσαρκίας και μεγέθους πνευμόνων. Ωστόσο, το δείγμα μας είναι μικρό και δεν μπορεί να γενικευτεί.



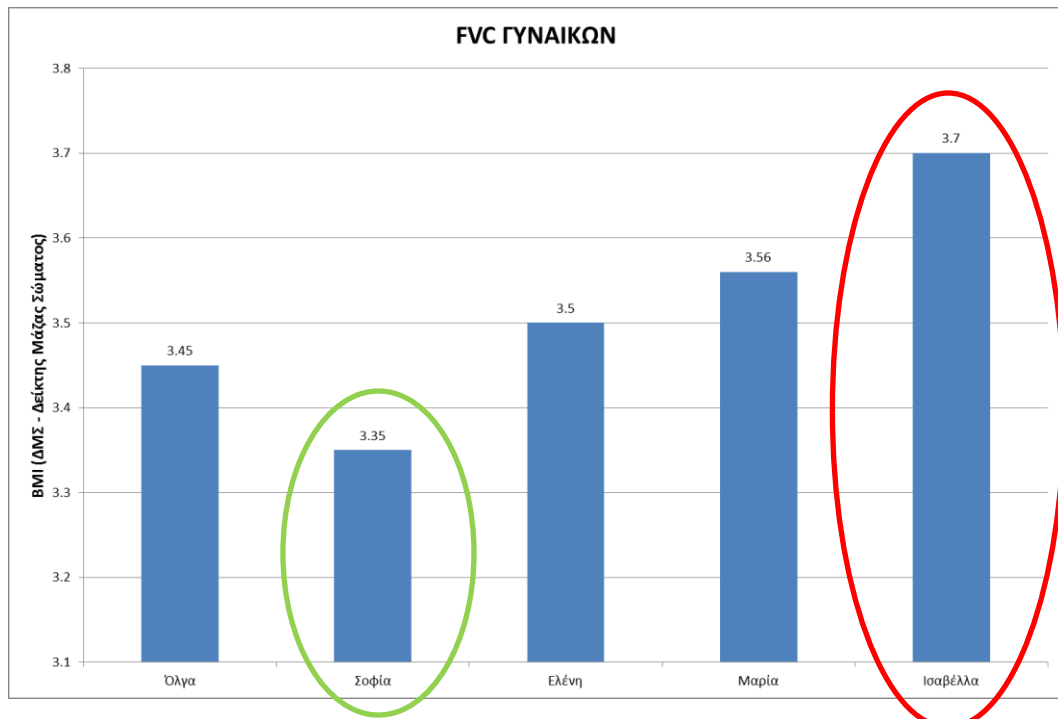
**Εικόνα 63** – Παρουσίαση του δείκτη BMI των ανδρών. Η ηλικία των ανδρών είναι 35-55 ετών.



**Εικόνα 64** – Παρουσίαση του δείκτη BMI των γυναικών. Η ηλικία των γυναικών είναι 27-38 ετών.



**Εικόνα 65** – Παρουσίαση του δείκτη FVC των ανδρών. Ο Γιάννης έχει μεγαλύτερη χωρητικότητα στα πνευμόνια του ενώ ο Μιχάλης την μικρότερη.



**Εικόνα 66** – Παρουσίαση του δείκτη FVC των γυναικών. Η Ισαβέλλα έχει τη μεγαλύτερη χωρητικότητα στα πνευμόνια της ενώ η Ελένη έχει την μικρότερη.

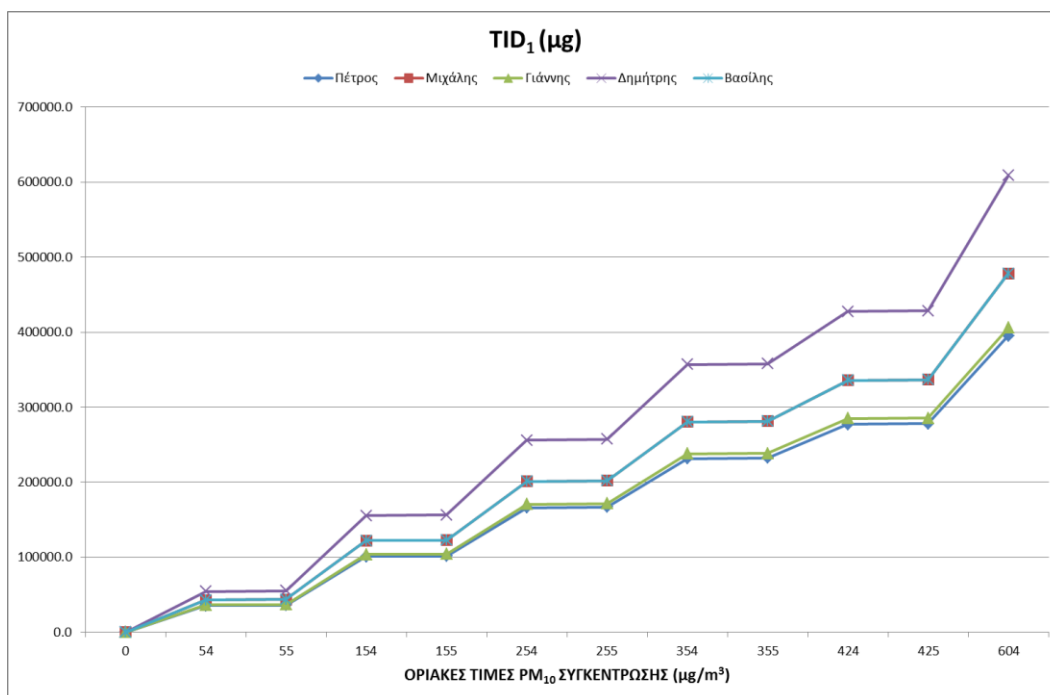
Στις Εικόνες 67-70, έχουμε την δημιουργία σμήνους καμπυλών για τους άνδρες και τις γυναίκες ξεχωριστά, αναφορικά με το TID 1 & 2. Η κάθε καμπύλη περιγράφει και ένα ξεχωριστό άτομο, ενώ το κάθε σημείο της καμπύλης αφορά και ένα διαφορετικό σημείο συγκέντρωσης του ρύπου PM<sub>10</sub>, στο όριο που υπαγορεύει ο δείκτης USA AQI. Τα δεδομένα που παριστάνουμε τις προαναφερόμενες καμπύλες βρίσκονται στις Εικόνες 92-95. Από την συνολική μελέτη προκύπτει με τον πλέον ξεκάθαρο τρόπο ότι η παχυσαρκία επηρεάζει ελάχιστα την ατομική δόση πρόσληψης ρύπου, ενώ, η αρτηριακή πίεση αρκετά σημαντικά. Δεν έχουν δημιουργηθεί διαγράμματα για την αρτηριακή πίεση, καθότι από την ανάλυση στο δεύτερο κεφάλαιο ήταν ήδη γνωστή η σημαντικότητα της παραμέτρου. Κατά συνέπεια, η ταξινόμηση κατά αύξουσα σειρά ακολουθεί την πορεία των διαγραμμάτων TID<sub>1</sub> και TID<sub>2</sub>.

ΑΝΔΡΕΣ				
BMI				
Βασίλης	Μιχάλης	Δημήτρης	Γιάννης	Πέτρος
FVC				
Μιχάλης	Βασίλης	Πέτρος	Δημήτρης	Γιάννης
TID <sub>1</sub> και TID <sub>2</sub>				
Πέτρος	Γιάννης	Βασίλης	Μιχάλης	Δημήτρης

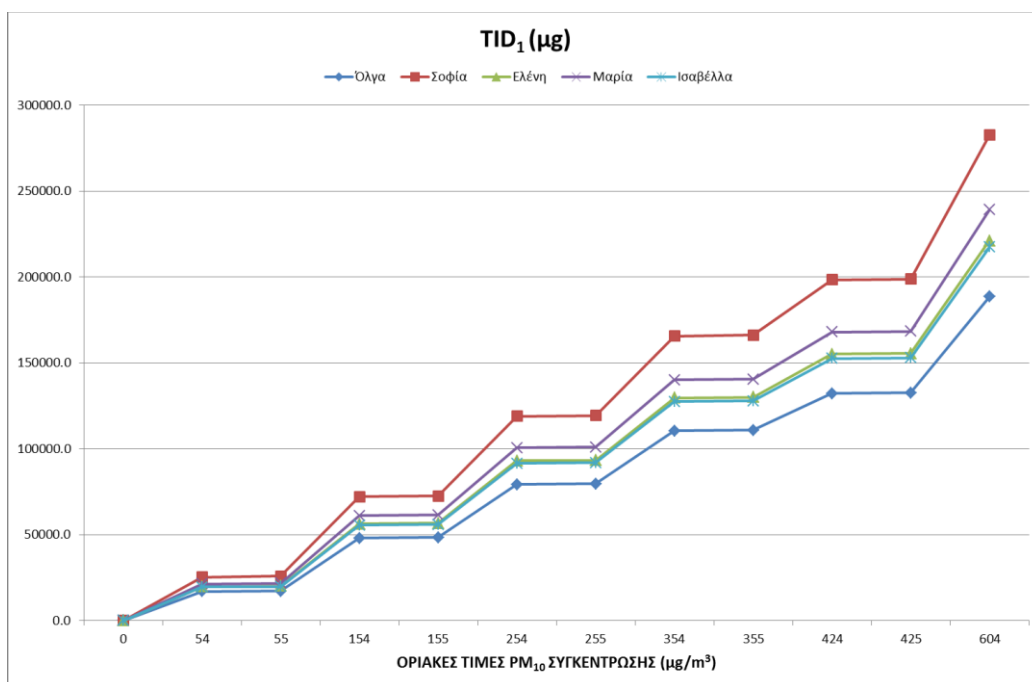
**Πίνακας 5** – Ταξινόμηση κατά αύξουσα σειρά και χρήση χρωματικού κώδικα των παραμέτρων της έρευνας για τους άνδρες.

ΓΥΝΑΙΚΕΣ				
BMI				
Ελένη	Σοφία	Μαρία	Όλγα	Ισαβέλλα
FVC				
Σοφία	Όλγα	Ελένη	Μαρία	Ισαβέλλα
TID <sub>1</sub> και TID <sub>2</sub>				
Όλγα	Ισαβέλλα	Ελένη	Μαρία	Σοφία

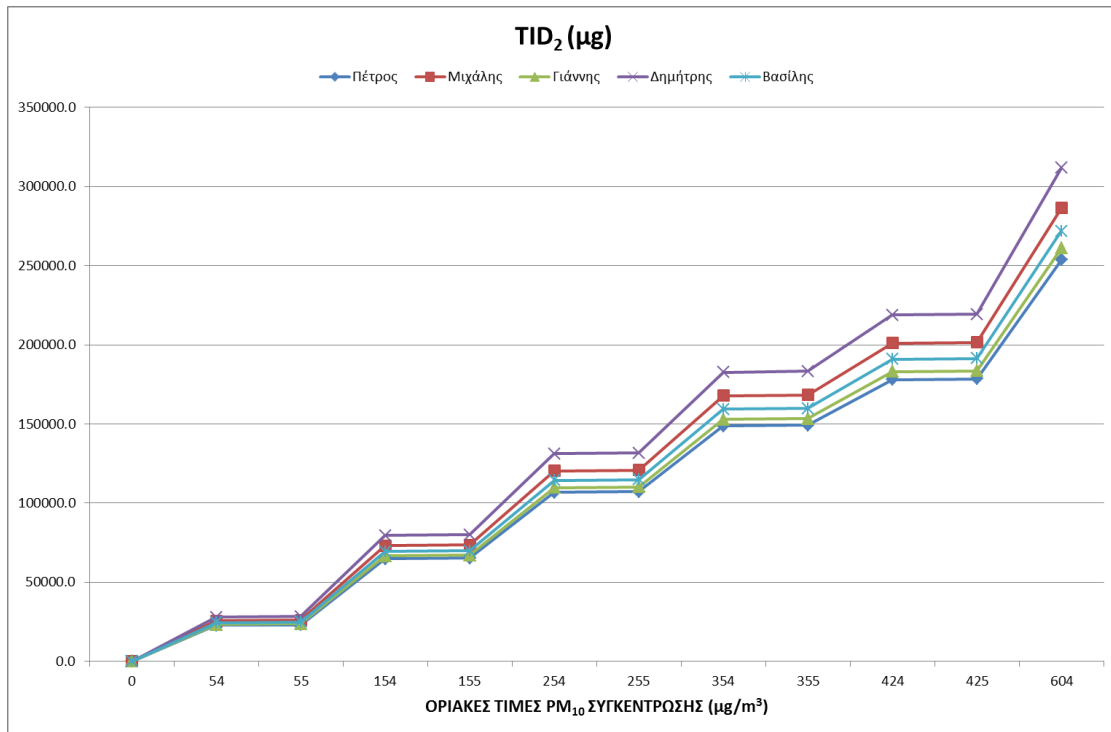
**Πίνακας 6** – Ταξινόμηση κατά αύξουσα σειρά και χρήση χρωματικού κώδικα των παραμέτρων της έρευνας για τις γυναίκες.



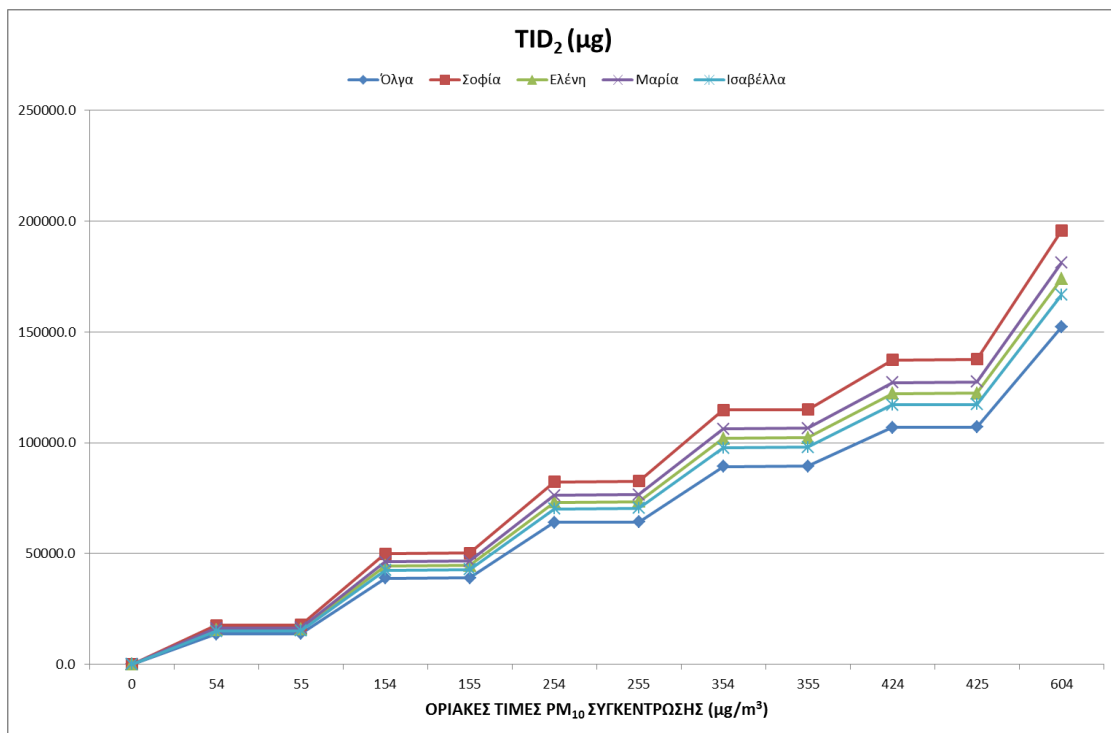
**Εικόνα 67** – Στο διάγραμμα βλέπουμε πως επηρεάζονται οι ασθενείς σε όλο το φάσμα του δείκτη AQI αναφορικά με τα PM<sub>10</sub>. Στο μοντέλο TID<sub>1</sub> για άνδρες ο Δημήτρης παρουσιάζει τον μεγαλύτερο κίνδυνο.



**Εικόνα 68** – Στο διάγραμμα βλέπουμε πως επηρεάζονται οι ασθενείς σε όλο το φάσμα του δείκτη AQI αναφορικά με τα PM<sub>10</sub>. Στο μοντέλο TID<sub>1</sub> για γυναίκες η Σοφία παρουσιάζει τον μεγαλύτερο κίνδυνο.



**Εικόνα 69** – Η μόνη διαφορά των TID<sub>1</sub> και TID<sub>2</sub> έγκειται στο πόσο απλωμένο ή πόσο μαζεμένο είναι το διάγραμμα.



**Εικόνα 70** – Αντίστοιχα συμπεράσματα με την προηγούμενη εικόνα, όπως ήταν αναμενόμενο.

## 7.2 Γενικά Συμπεράσματα Ανάπτυξης Λογισμικού

Η ανάπτυξη λογισμικού είναι ένας δυναμικός και εξελισσόμενος τομέας που περιλαμβάνει τη δημιουργία, τη συντήρηση και τη βελτίωση προγραμμάτων και εφαρμογών υπολογιστικών συστημάτων, κάνοντας χρήση των βέλτιστων πρακτικών και τάσεων στην ανάπτυξη λογισμικού.

- **Διαχείριση – Ανάπτυξη έργου:** Η ανάπτυξη λογισμικού απαιτεί ευέλικτες προσεγγίσεις καθώς μπορεί να μετατραπεί σε μια χαοτική διαδικασία. Τεχνικές οργάνωσης του έργου όπως το Scrum ή το Kanban, θα πρέπει να χρησιμοποιούνται για την καλύτερη οργάνωση, γρήγορη ανατροφοδότηση, προσαρμοστικότητα στις μεταβαλλόμενες απαιτήσεις και εστίαση στην παροχή αξίας στους πελάτες.
- **Σημασία της δοκιμής:** Οι δοκιμές διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στην ανάπτυξη λογισμικού. Οι ολοκληρωμένες και συστηματικές δοκιμές βοηθούν στον εντοπισμό και την αποκατάσταση σφαλμάτων νωρίς, κατά την διαδικασία ανάπτυξης, οδηγώντας σε λογισμικό υψηλότερης ποιότητας.
- **Σχεδιασμός με επίκεντρο τον χρήστη:** Η εμπειρία χρήστη (UX) και ο σχεδιασμός με επίκεντρο τον χρήστη έχουν γίνει κομβικές στην ανάπτυξη λογισμικού. Η ιεράρχηση των αναγκών και των προτιμήσεων των τελικών χρηστών οδηγεί σε πιο έξυπνες, ελκυστικές και επιτυχημένες εφαρμογές λογισμικού. Η έρευνα χρηστών, η δημιουργία προτύπων και οι δοκιμές χρηστικότητας βοηθούν στη συλλογή σχολίων και στην επανάληψη των σχεδίων για τη βελτιστοποίηση της ικανοποίησης των χρηστών.
- **Συνεργασία και επικοινωνία:** Η αποτελεσματική συνεργασία και επικοινωνία μεταξύ των μελών της ομάδας και των ενδιαφερομένων είναι ζωτικής σημασίας για την επιτυχή ανάπτυξη λογισμικού. Πρόκειται για σημαντική παράμετρο που αν και δεν την εντοπίσαμε σε σημαντικό βαθμό στην ανάπτυξη του δικού μας προγράμματος, την συμπεριλάβαμε στον αρχικό μας προγραμματισμό και την αντιμετωπίσαμε στο βαθμό που μας αναλογούσε κάνοντας χρήση του plantUML.
- **Αγκαλιάζοντας τις σύγχρονες τεχνολογίες:** Η ανάπτυξη λογισμικού επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από τις εξελίξεις της τεχνολογίας. Οι προγραμματιστές πρέπει να παραμένουν ενημερωμένοι με τα πιο πρόσφατα πλαίσια, βιβλιοθήκες και εργαλεία για να αξιοποιήσουν τα οφέλη τους. Η υιοθέτηση σύγχρονων τεχνολογιών, όπως το cloud computing, η τεχνητή νοημοσύνη κ.α, μπορεί να βελτιώσει την επεκτασιμότητα, την αποτελεσματικότητα και την καινοτομία στην ανάπτυξη λογισμικού.
- **Συντήρηση και ανακατασκευή:** Η ανάπτυξη λογισμικού εκτείνεται πέρα από την αρχική εφαρμογή. Η συνεχής συντήρηση και ανακατασκευή του λογισμικού είναι

ουσιαστικής σημασίας για τη διασφάλιση της μακροζωίας, της προσαρμοστικότητας και της απόδοσής του. Οι τακτικές αναθεωρήσεις κώδικα, οι προσπάθειες ανακατασκευής συμβάλλουν στη βελτιστοποίηση της ποιότητας και της συντηρησιμότητας του λογισμικού.



### 7.3 Γενική Επισκόπηση των δυνατοτήτων του προγράμματος iPID v1.0 και μια ματιά στο μέλλον.

#### Καρτέλα «Data»

1. Ανάγνωση και επεξεργασία αρχείων CSV,
2. Αποθήκευση αρχείων CSV,
3. Υπολογισμός δείκτη USA AQI,
4. Υπολογισμός δείκτη UK AQI,
5. Υπολογισμός  $M_1$  &  $M_2$  (παροχή του ρύπου στον ανθρώπινο οργανισμό),
6. Υπολογισμός  $TID_1$  &  $TID_2$  (μάζα του ρύπου στον ανθρώπινο οργανισμό),
7. Δημιουργία προφίλ ασθενούς,
8. Φόρτωση προφίλ ασθενούς,

#### Καρτέλα «Data Visualization»

1. Εκτύπωση chatter plot διαγραμμάτων (2D),
2. Εκτύπωση διαγραμμάτων γραμμής τάσης (1D),
3. Αποθήκευση εικόνας διαγράμματος,
4. Αποθήκευση CSV αρχείου σημείων διαγράμματος,
5. Παραμετροποίηση διαγράμματος αναφορικά με το κείμενο στους τίτλους, άξονες,
6. Παραμετροποίηση διαγράμματος αναφορικά με τη κλίμακα του διαγράμματος

#### Καρτέλα «PurpleAir»

1. Έλεγχος κατάστασης API-key,
2. Λήψη χαρακτηριστικών αισθητήρα,
3. Προβολή του αισθητήρα στην σελίδα της PurpleAir,
4. Προβολή χαρακτηριστικών του αισθητήρα σε δενδρική δομή,
5. Λήψη δεδομένων ιστορικού αισθητήρα για συγκεκριμένη χρονική περίοδο,
6. Δεδομένα λήψης: PM10, PM2.5, PM1.0, υγρασία, θερμοκρασία, πίεση, VOCs

### **Καρτέλα «AQMesh»**

1. Λήψη χαρακτηριστικών αισθητήρα,
2. Λήψη κατάστασης αισθητήρων,
3. Λήψη λίστα αισθητήρων που βρίσκονται υπό βλάβη,
4. Προβολή χαρακτηριστικών του αισθητήρα σε δενδρική δομή,
5. Αποστολή αιτήματος «Ping» σε αισθητήρα,
6. Λήψη ειδοποιήσεων αισθητήρα,
7. Λήψη δεδομένων ιστορικού αισθητήρα για συγκεκριμένη χρονική περίοδο,
8. Έλεγχος κατάστασης λογαριασμού,

### **Καρτέλα «Export Data»**

1. Μετατροπή αρχείων JSON σε CSV,
2. Μετατροπή αρχείων JSON σε XML,
3. Μετατροπή αρχείων CSV σε XML

### **Καρτέλα «Settings»**

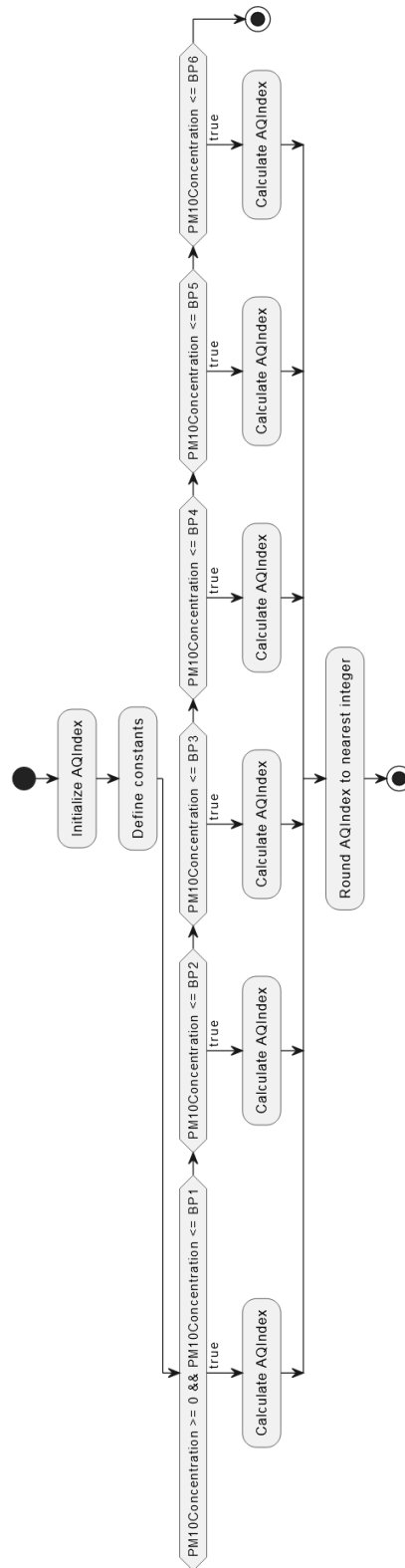
1. Γενικές ρυθμίσεις προγράμματος σχετικά με την διαδρομής αποθήκευσης,
2. Γενικές ρυθμίσεις προγράμματος σχετικά με τις μονάδες μέτρησης,
3. Γενικές ρυθμίσεις λογαριασμού PurpleAir,
4. Γενικές ρυθμίσεις λογαριασμού AQMesh,

Η επόμενη έκδοση του λογισμικού αναπτύσσεται επί του παρόντος με ιδιαίτερη έμφαση στη δημιουργία ενός ισχυρού μοντέλου βάσης δεδομένων. Επιπλέον, εξερευνώνται ενεργά και ενσωματώνονται στο λογισμικό προηγμένες τεχνικές τεχνητής νοημοσύνης. Αυτές οι εξελίξεις στοχεύουν στη βελτίωση της απόδοσης και των δυνατοτήτων, επιτρέποντας ταχύτερα και πιο αποτελεσματικά αποτελέσματα για τους χρήστες. Επιπλέον, η νέα έκδοση θα επεκτείνει την κάλυψη του δείκτη ποιότητας αέρα (AQI), συμπεριλαμβανομένων και άλλων χωρών. Συναρπαστικές δυνατότητες και βελτιώσεις βρίσκονται στα σκαριά, για μια πιο ολοκληρωμένη και εντυπωσιακή εμπειρία στους χρήστες.

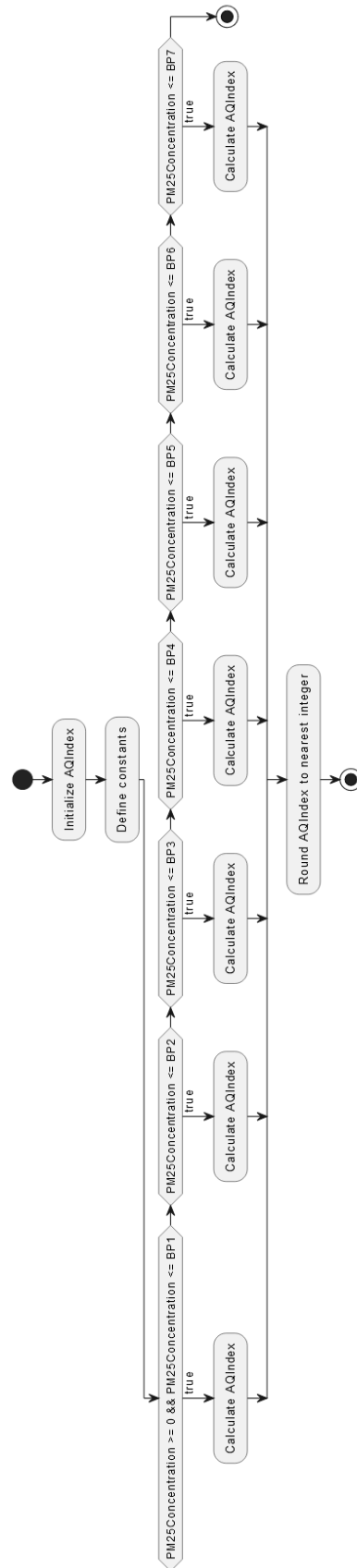
## Σύνοψη Κεφαλαίου

1. Από την ολοκληρωμένη μελέτη, είναι εμφανές και με σαφή τρόπο ότι η παχυσαρκία έχει ελάχιστη επίδραση στην ατομική έκθεση του ατόμου στη ατμοσφαιρική ρύπανση, ενώ η αρτηριακή πίεση έχει σημαντική επίδραση.
2. Η ανάπτυξη λογισμικού αναφέρεται στη διαδικασία δημιουργίας, σχεδίασης, κωδικοποίησης, δοκιμής και συντήρησης συστημάτων λογισμικού, εφαρμογών ή προγραμμάτων. Περιλαμβάνει τη χρήση διάφορων γλωσσών προγραμματισμού και εργαλείων για τη μετάφραση των απαιτήσεων των χρηστών σε λειτουργικές και εύχρηστες λύσεις. Η ανάπτυξη λογισμικού περιλαμβάνει μια σειρά από δραστηριότητες, όπως ανάλυση και προγραμματισμό, σχεδιασμό λογισμικού, υλοποίηση, δοκιμή και διασφάλιση ποιότητας, ανάπτυξη και συνεχή συντήρηση. Ο στόχος της ανάπτυξης λογισμικού είναι να παρέχει αξιόπιστο, αποτελεσματικό και φιλικό προς τον χρήστη λογισμικό.
3. Η επόμενη έκδοση του iPID εστιάζει στην ανάπτυξη ενός ισχυρού μοντέλου βάσης δεδομένων και στην ενσωμάτωση προηγμένων τεχνικών τεχνητής νοημοσύνης για τη βελτίωση της απόδοσης και των δυνατοτήτων του. Στόχος του είναι να παρέχει ταχύτερα και πιο ακριβή αποτελέσματα για τους χρήστες, να επεκτείνει την κάλυψη του δείκτη AQI ώστε να περιλαμβάνει περισσότερες παραλλαγές και να εισάγει συναρπαστικές λειτουργίες και βελτιώσεις για μια ολοκληρωμένη και εντυπωσιακή εμπειρία χρήστη.

## Παράρτημα Α – Αλγόριθμος Ανάπτυξης του Δείκτη US AQI



Εικόνα 71 – Αλγόριθμος υλοποίησης του USA AQI για PM10



**Εικόνα 72** – Αλγόριθμος υλοποίησης του USA AQI για PM2.5

```

public static string AQI_Daily_Color(double AQIindex)
{
    if ((AQIindex >= 0) && (AQIindex <= 50))
    {
        return "Green";
    }
    else if ((AQIindex >= 51) && (AQIindex <= 100))
    {
        return "Yellow";
    }
    else if ((AQIindex >= 101) && (AQIindex <= 150))
    {
        return "Orange";
    }
    else if ((AQIindex >= 151) && (AQIindex <= 200))
    {
        return "Red";
    }
    else if ((AQIindex >= 201) && (AQIindex <= 300))
    {
        return "Purple";
    }
    else if (AQIindex >= 301)
    {
        return "Maroon";
    }
    else
    {
        return "Concentration/AQI Index value out of range for calculation";
    }
}

```

**Εικόνα 73** – Κώδικας υλοποίησης του USA AQI για τον χαρακτηρισμό της συγκέντρωσης ρύπου, είσοδος είναι ο δείκτης του ρύπου κατόπιν υπολογισμού του για δεδομένη συγκέντρωση. Η έξοδος της συνάρτησης χαρακτηρίζει τον υπολογισμένο δείκτη ως προς τον κίνδυνο για την δημόσια υγεία.

## Παράρτημα Β – Αλγόριθμος Ανάπτυξης του Δείκτη UK AQI

```
1 using System;
2 using System.Collections.Generic;
3 using System.Linq;
4 using System.Text;
5 using System.Threading.Tasks;
6
7 namespace iPID_PollutantLib
8 {
9     9 references
10    public class UKAQI
11    {
12        1 reference
13        public static int AQI_O3_8h_Value_Index(double O3Concentration)...
14
15        1 reference
16        public static int AQI_NO2_1h_Value_Index(double NO2Concentration)...
17
18        1 reference
19        public static int AQI_SO2_15mins_Value_Index(double SO2Concentration)...
20
21        1 reference
22        public static int AQI_PM25_24h_Value_Index(double PM25Concentration)...
23
24        1 reference
25        public static int AQI_PM10_24h_Value_Index(double PM10Concentration)...
26
27        1 reference
28        public static string AQI_Level_Of_Concern(int AQIindex)...
29
30        1 reference
31        public static string AQI_Daily_Color(int AQIindex)...
32
33        1 reference
34        public static string AQI_Health_Message_Special_Groups(int AQIindex)...
35
36        1 reference
37        public static string AQI_Health_Message_Special_General(int AQIindex)...
38
39    }
40 }
```

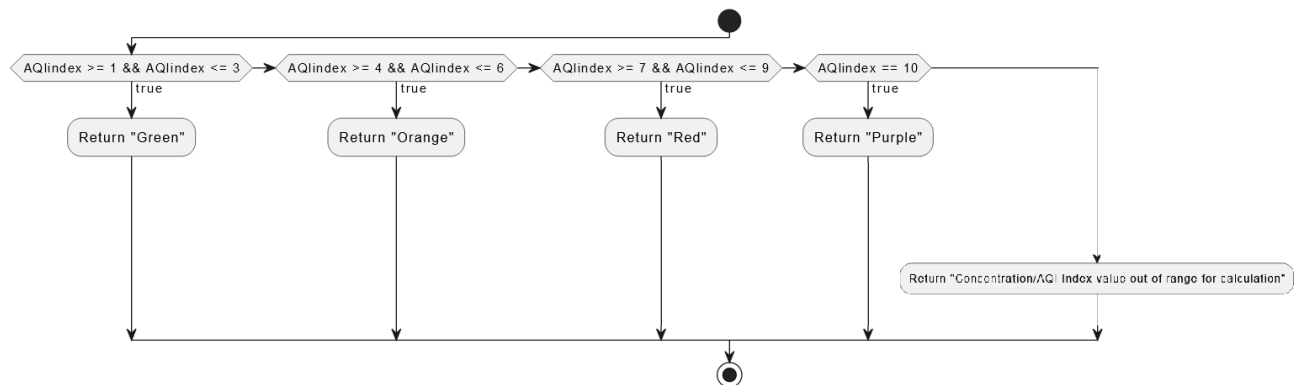
**Εικόνα 74** – Στιγμιότυπο από το αρχείο κώδικα που υλοποιεί τον UK AQI. Περιλαμβάνει, εννιά συναρτήσεις. Πρόκειται για μια βιβλιοθήκη του προγράμματος iPID v1.0

```

public static string AQI_Daily_Color(int AQIindex)
{
    if (AQIindex >= 1 && AQIindex <= 3)
    {
        return "Green";
    }
    else if (AQIindex >= 4 && AQIindex <= 6)
    {
        return "Orange";
    }
    else if (AQIindex >= 7 && AQIindex <= 9)
    {
        return "Red";
    }
    else if (AQIindex == 10)
    {
        return "Purple";
    }
    else
    {
        return "Concentration/AQI Index value out of range for calculation";
    }
}

```

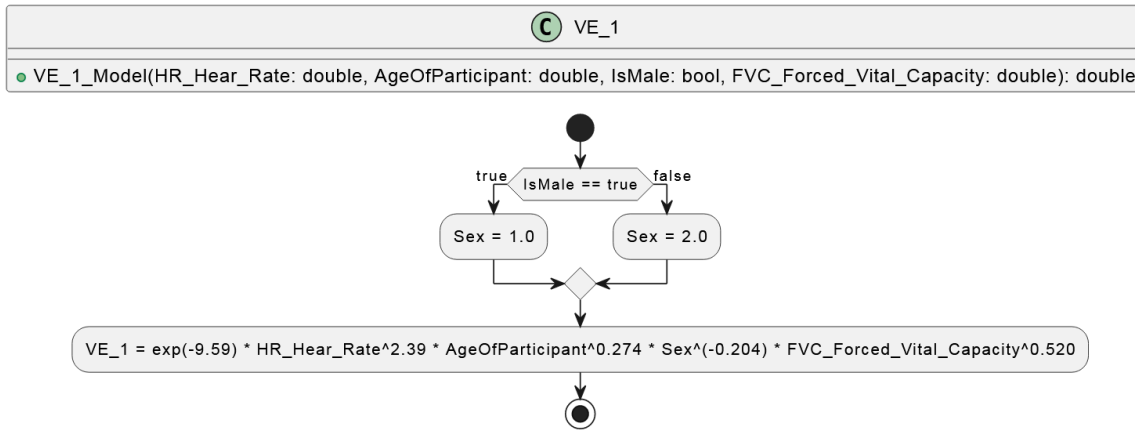
**Εικόνα 75** – Κώδικας υλοποίησης του UK AQI για τον χαρακτηρισμό της συγκέντρωσης ρύπου. Είναι προφανές ότι ακολουθεί μια διαφορετική κλίμακα από τον USA AQI.



**Εικόνα 76** – Ο κώδικας της προηγούμενης εικόνας σε UML απεικόνιση.



## Παράρτημα Γ – Αλγόριθμος Ανάπτυξης του Μοντέλου ID1



**Εικόνα 77** – Στιγμιότυπο UML αναπαράστασης, αναφορικά με το TID του πρώτου μοντέλου (ID<sub>1</sub>).

```

III PlantUML Editor beta Please use the next version https://plantuml-editor.kkeisuke.dev template cheat sheet options
1 @startuml
2
3 class ExampleClass {
4   + VE_1_Model(HR_Hear_Rate: double, AgeOfParticipant: double, IsMale: bool, FVC_Forced_Vital_Capacity: double): double
5 }
6
7 start
8
9 if (IsMale == true) then (true)
10   ;Sex = 1.0;
11 else (false)
12   ;Sex = 2.0;
13 endif
14
15 ;VE_1 = exp(-9.59) * HR_Hear_Rate^2.39 * AgeOfParticipant^0.274 * Sex^(-0.204) * FVC_Forced_Vital_Capacity^0.520;
16
17 stop
18
19 @enduml
20
  
```

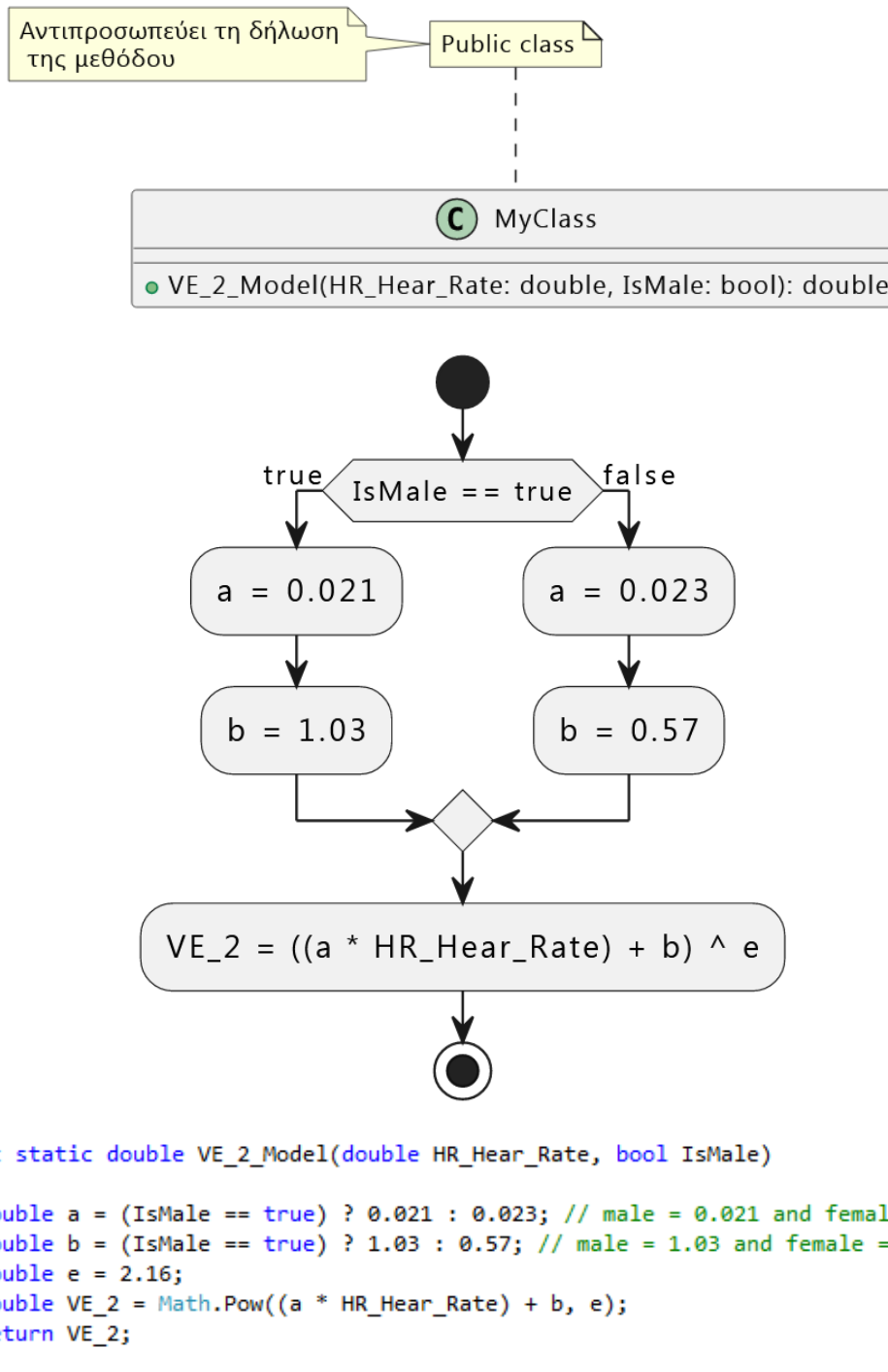
**Εικόνα 78** – Στιγμιότυπο plantUML, αναφορικά με το TID του πρώτου μοντέλου (ID<sub>1</sub>).

```

public static double VE_1_Model(double HR_Hear_Rate, double AgeOfParticipant, bool IsMale, double FVC_Forced_Vital_Capacity)
{
    //FVC_Forced_Vital_Capacity Is in liters
    double Sex = (IsMale == true) ? 1.0 : 2.0; // use 1 for male, 2 for female
    double VE_1 = Math.Exp(-9.59) * Math.Pow(HR_Hear_Rate, 2.39) * Math.Pow(AgeOfParticipant, 0.274)
        * Math.Pow(Sex, -0.204) * Math.Pow(FVC_Forced_Vital_Capacity, 0.520);
    return VE_1;
}
  
```

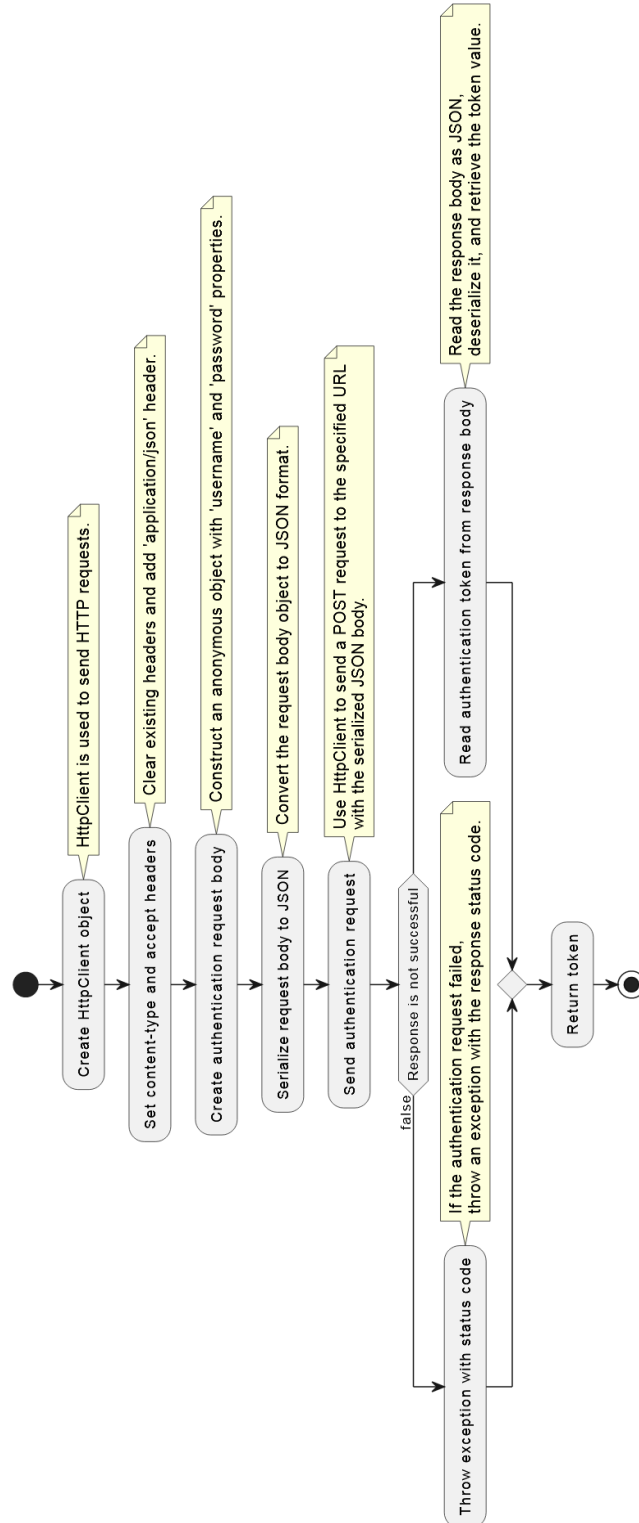
**Εικόνα 79** – Στιγμιότυπο C# κώδικα, αναφορικά με το TID του πρώτου μοντέλου (ID<sub>1</sub>).

## Παράρτημα Δ – Αλγόριθμος Ανάπτυξης του Μοντέλου ID2

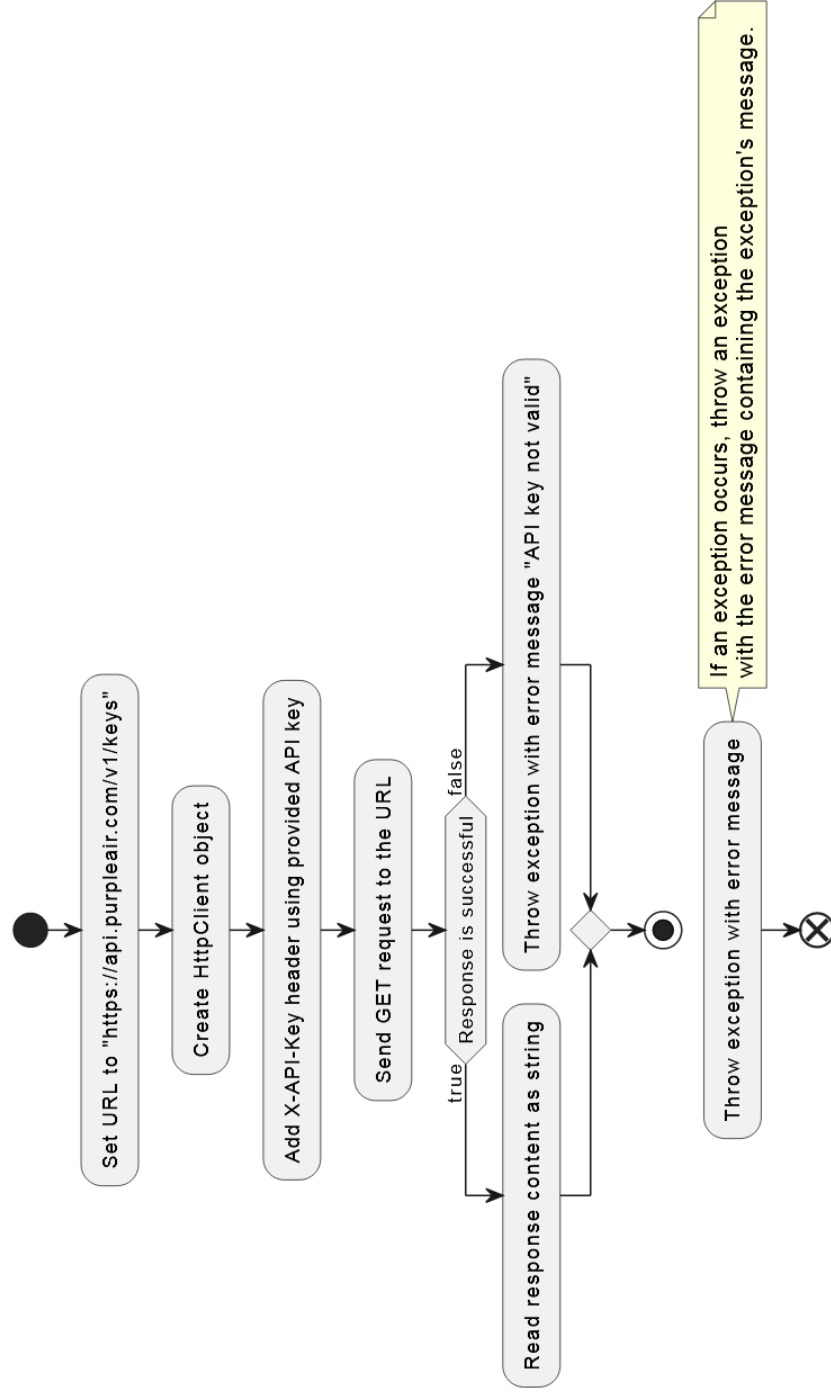


Εικόνα 80 – Στιγμιότυπο αναφορικά με το TID του δεύτερου μοντέλου (ID<sub>2</sub>) .

## Παράρτημα Ε – Κώδικας αλληλεπίδρασης μέσω προγραμματισμού με δεδομένα API Calls

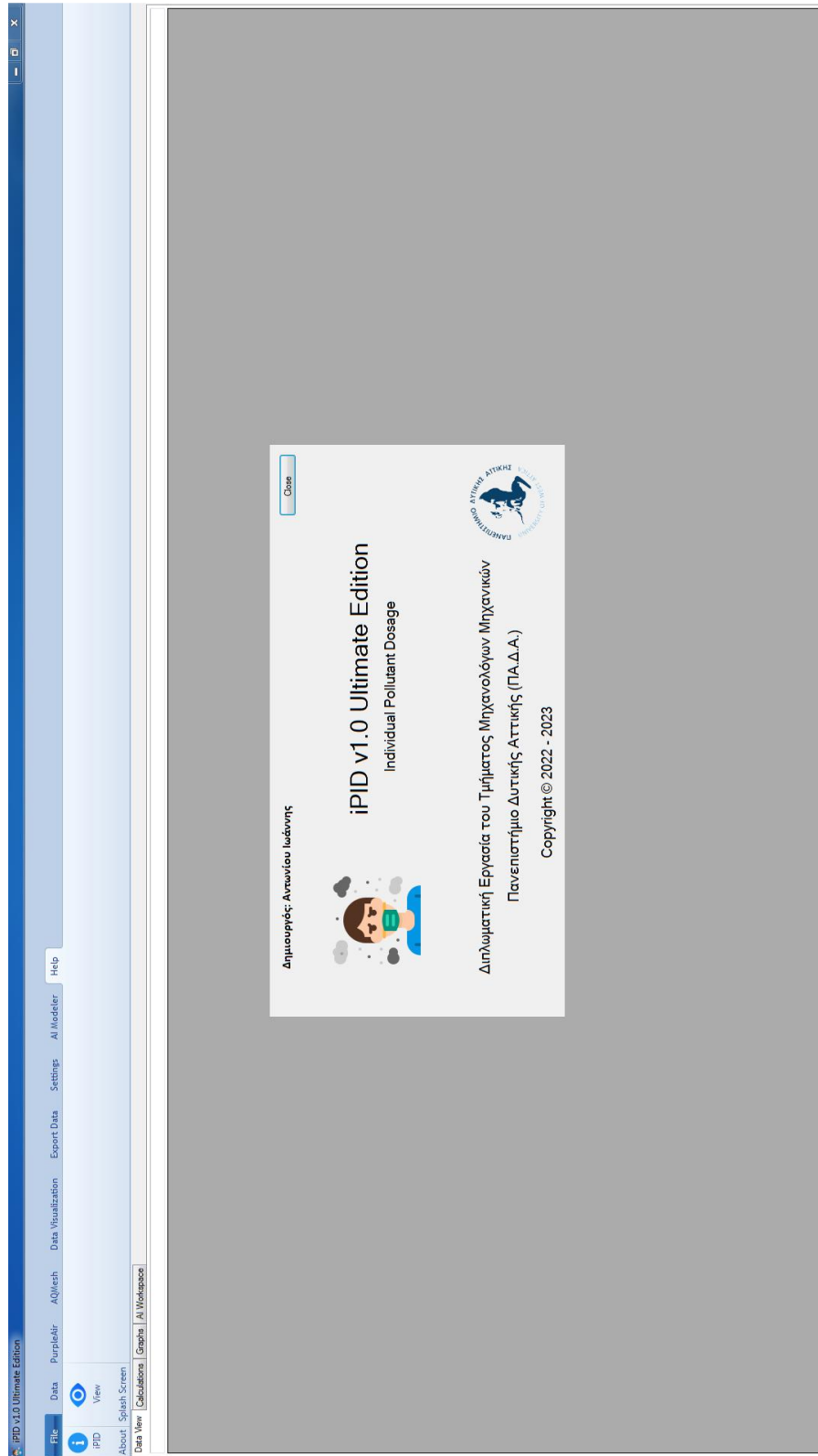


**Εικόνα 81** – Αλγόριθμος ελέγχου ταυτότητας στο AQMesh API. Ουσιαστικά γίνεται αποστολή ενός αιτήματος ελέγχου ταυτότητας σε μια καθορισμένη διεύθυνση URL με όνομα χρήση και κωδικό πρόσβασης. Στην συνέχεια, αναμένεται μια απάντηση JSON που περιέχει ένα διακριτικό ελέγχου ταυτότητας, το οποίο στη συνέχεια επιστρέφεται από τη μέθοδο. Εάν το αίτημα ελέγχου ταυτότητας αποτύχει, δημιουργείται μια εξαίρεση.



**Εικόνα 82** – Αλγόριθμος ελέγχου ταυτότητας στο PurpleAir API. Συνοπτικά, ο κώδικας ελέγχει την εγκυρότητα ενός κλειδιού API στέλνοντας ένα αίτημα GET στο PurpleAir API. Εάν η απάντηση είναι επιτυχής, επιστρέφει το περιεχόμενο της απάντησης ως συμβολοσειρά. Διαφορετικά, δημιουργεί μια εξαίρεση που υποδεικνύει ότι το κλειδί API δεν είναι έγκυρο.

## Παράρτημα ΣΤ – Εικονογραφημένη περιήγηση στο λογισμικό iPID v1.0



**Εικόνα 83** – Εικόνα εκκίνησης του προγράμματος η οποία είναι διαθέσιμη και από το μενού της βοήθειας.

IPID v1.0 Ultimate Edition

File Data PurpleAir AQMesh Data Visualization Export Data Settings AI/Modeler Help

Import Data Export Data

Save Save

USA USA UK AQI

Headers

USA AQI

UK AQI

Applied Calculations

Calculations

Reset Calculations

All

Clear

Model 1

Model 2

Model 1

Model 2

Time Span 60

Concentration: µg/m3

Time Span: mins

Heart Rate (BPM) 70

Participant Age: 35

Forced Vital Capacity (FVC) [Liters] 5

Exposure Dosage Models

Raw File Units

PurpleAir Raw File

AQMesh Raw File

Save

Load

Sex Male

Raw File Units

Data View Calculations Graphs AI Workspace

ID	DATE	MONTH	YEAR	PM10	O3	NO2	CO	SO2
001	1	1	2021	67	29	52	2	-13999
002	2	1	2021	72	-13999	52	5	-13999
003	3	1	2021	121	-13999	94	5	11
004	4	1	2021	167	-13999	113	6	18
005	5	1	2021	115	12	74	3	15
006	6	1	2021	86	11	90	8	12
007	7	1	2021	114	13	83	6	18
008	8	1	2021	131	11	91	2	42
009	9	1	2021	51	53	50	3	50
010	10	1	2021	83	91	92	5	91
011	11	1	2021	112	89	101	5	117
012	12	1	2021	141	75	129	6	161
013	13	1	2021	110	68	78	2	105
014	14	1	2021	41	71	46	1	35
015	15	1	2021	22	87	34	1	21
016	16	1	2021	33	69	36	1	23
017	17	1	2021	38	67	39	1	24
018	18	1	2021	36	70	41	1	34
019	19	1	2021	46	67	55	1	50
020	20	1	2021	46	70	42	1	72
021	21	1	2021	31	73	25	1	51
022	22	1	2021	45	92	34	2	62
023	23	1	2021	80	95	84	1	167
024	24	1	2021	68	65	50	1	67
025	25	1	2021	65	96	52	2	77
026	26	1	2021	79	64	90	1	124
027	27	1	2021	57	46	57	2	54
028	28	1	2021	60	99	52	2	34
029	29	1	2021	62	88	50	1	26
030	30	1	2021	63	73	35	2	18
031	31	1	2021	60	109	80	3	72
032	1	2	2021	68	105	84	2	71
033	2	2	2021	50	104	81	3	41
034	3	2	2021	55	81	48	4	62
035	4	2	2021	86	81	67	6	128
036	5	2	2021	122	97	108	5	119
037	6	2	2021	160	76	109	7	130
038	7	2	2021	171	88	109	9	142

**Εικόνα 84** – Από την καρτέλα των δεδομένων έχουμε ανοίξει ένα αρχείο CSV που περιέχει δεδομένα συγκεντρώσεων ρύπων. Τα δεδομένα απεικονίζονται σε μορφή που θυμίζει πρόγραμμα υπολογιστικών φύλλων.

IPID v1.0 Ultimate Edition

File Data PurplAir AQMesh Data Visualization Export Data Settings AI Modeler Help

Save AQMesh Raw File  
Load AQMesh Raw File  
Raw File Units

Sex Male

Heart Rate (BPM) 70  
Participant Age 35  
Forced Vital Capacity (FVC) [Liters] 5  
Exposure Dosage Models

Time Span 60  
Concentration: µg/m3  
Time Span: mins

Model 1 Model 2  
AQI AQI

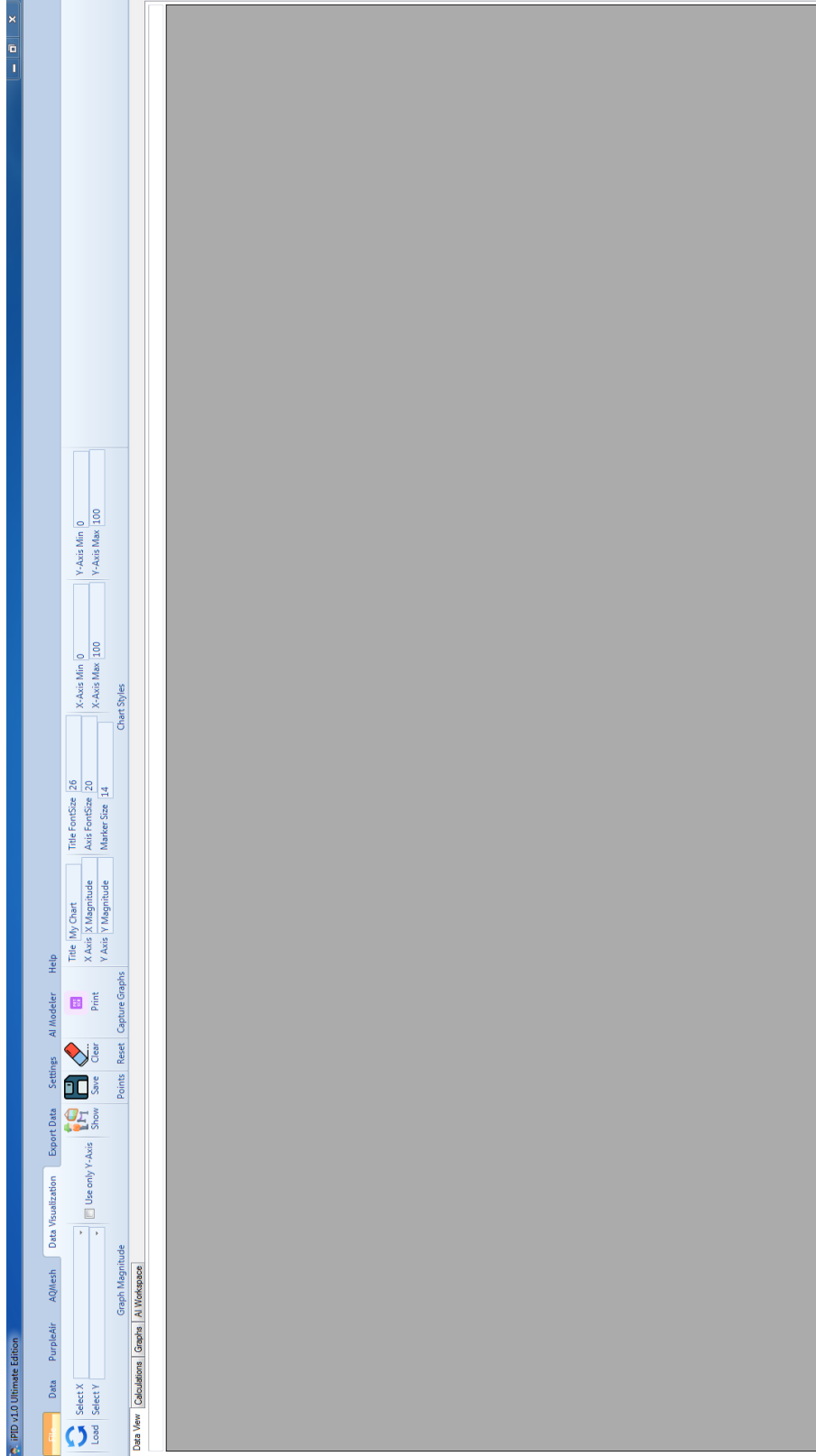
Reset Calculations  
All Clear UK AQI

Data View Calculations Graphs AI Workspace

	PM10	O3	NO2	CO	SO2	USA_AQI_PM10_24h_Value_Index_calculation_for_PM10	USA_AQI_Daily_Color_calculation_for_USA_AQI_PM10_24h_Value_Index_calculation_for_PM10	Model1_For_USA_AQI_PM10_24h_Value_Index_calculation_for_PM10	T1D_Model1_For_USA_AQI_PM10_24h_Value_Index_calculation_for_PM10
001	67	29	52	2	-13899	60	Yellow	612.79	36767.61
002	72	-13899	52	5	-13899	60	Yellow	645.05	38702.75
003	121	-13899	94	5	11	84	Yellow	903.06	54183.84
004	167	-13899	113	6	18	107	Orange	1150.33	68019.80
005	115	12	74	3	15	81	Yellow	870.81	52846.71
006	98	11	90	8	12	67	Yellow	720.30	42418.07
007	114	13	83	6	18	80	Yellow	850.06	51803.66
008	131	11	91	2	42	89	Yellow	956.82	57409.07
009	51	53	50	3	50	47	Green	505.29	30317.15
010	83	91	92	5	91	65	Yellow	688.80	41827.97
011	112	89	101	5	117	79	Yellow	849.31	50965.62
012	141	75	129	6	161	94	Yellow	1010.57	60634.30
013	110	68	78	2	105	78	Yellow	838.56	50313.57
014	41	71	46	1	35	38	Green	408.53	24511.74
015	22	87	34	1	21	20	Green	215.02	12900.92
016	33	69	36	1	23	31	Green	333.27	19996.42
017	38	67	38	1	24	35	Green	376.28	22576.60
018	36	70	41	1	34	33	Green	354.78	21266.51
019	46	67	55	1	50	43	Green	462.28	27796.97
020	46	70	42	1	72	43	Green	462.28	27796.97
021	31	73	25	1	51	29	Green	311.77	18706.33
022	45	92	34	2	62	42	Green	451.53	27091.92
023	80	95	84	1	167	64	Yellow	688.05	41282.83
024	68	65	60	1	67	58	Yellow	623.54	37412.65
025	65	56	52	2	77	56	Yellow	602.04	36122.56
026	79	64	90	1	124	63	Yellow	677.30	40637.88
027	57	46	57	2	54	52	Yellow	559.04	33542.38
028	60	99	52	2	34	54	Yellow	580.54	34832.47
029	62	88	50	1	26	55	Yellow	591.29	35477.52
030	53	73	35	2	18	49	Green	526.79	31607.24
031	60	109	80	3	72	54	Yellow	580.54	34832.47
032	68	105	84	2	71	58	Yellow	623.54	37412.65
033	50	104	81	3	41	46	Green	494.54	28672.11
034	55	81	48	4	62	51	Yellow	548.29	32887.33
035	86	81	67	6	128	67	Yellow	720.30	42418.07
036	122	97	108	5	119	84	Yellow	903.06	54183.84

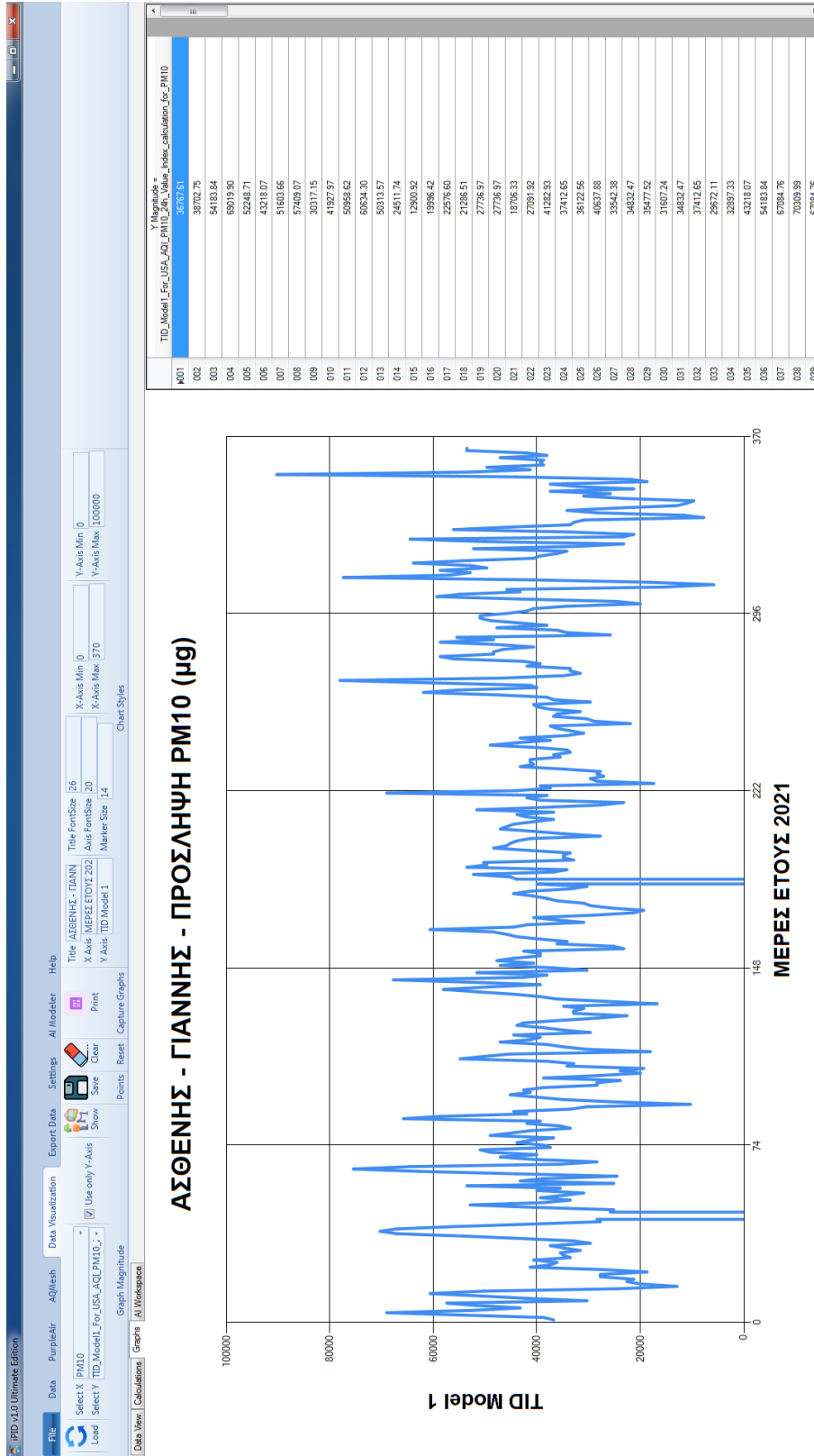
Model#: 7.2 Concentration: µg/m3 Time Span: mins Model Result Units: µg/m3 T1D Result Units: µg

**Εικόνα 85** – Με τα εργαλεία υπολογισμού του δείκτη AQI καθώς και των μοντέλων ατομικής δόσης ρύπου, ολοκληρώσαμε τους υπολογισμούς μας. Νέες στήλες έχουν προστεθεί και αφορούν τους υπολογισμούς που υλοποιήσαμε.

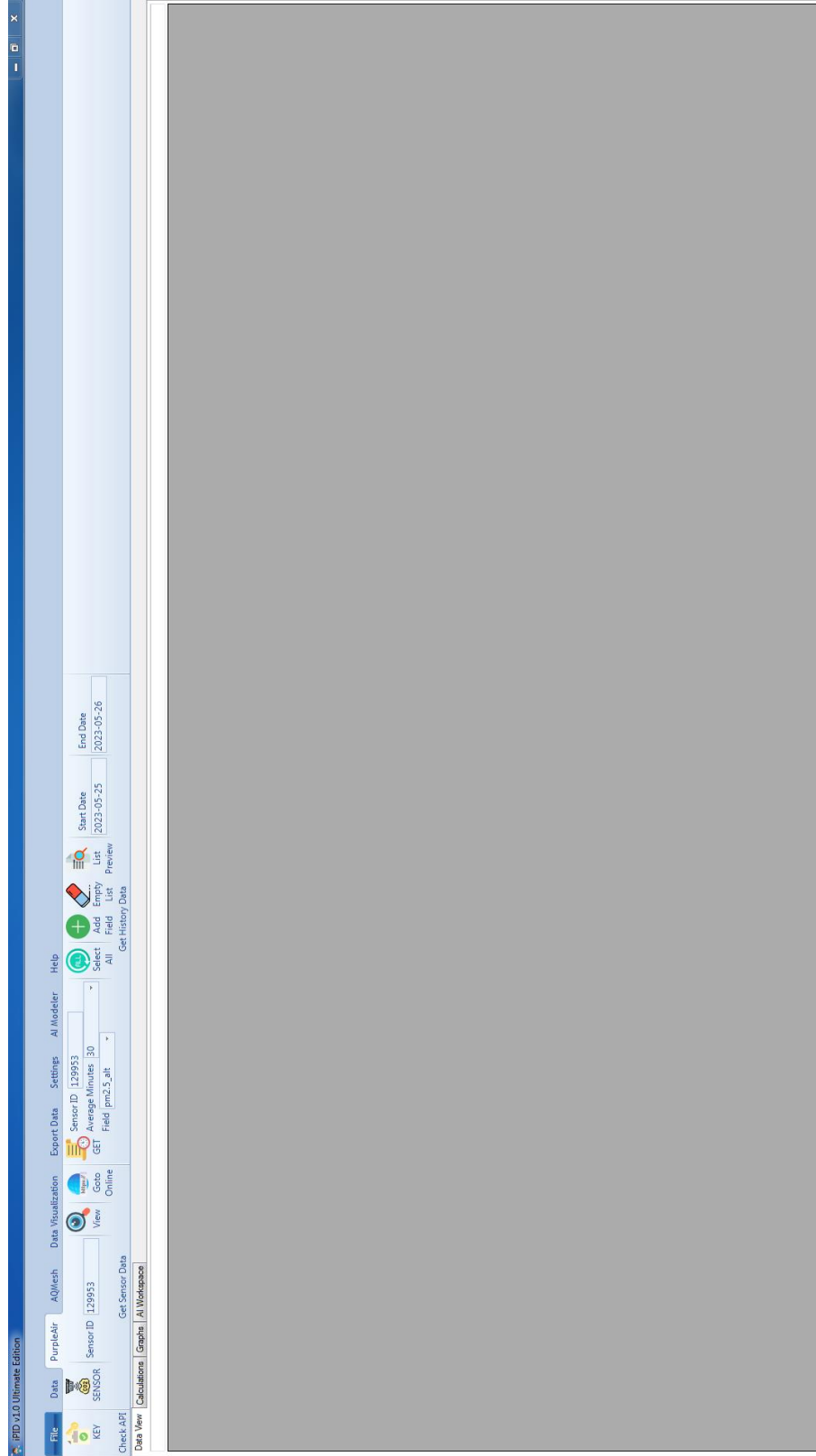


**Εικόνα 86** – Γραμμή εργαλείων για την επιλογή σηλών και την δημιουργία διαγραμμμάτων κατά προτίμηση.

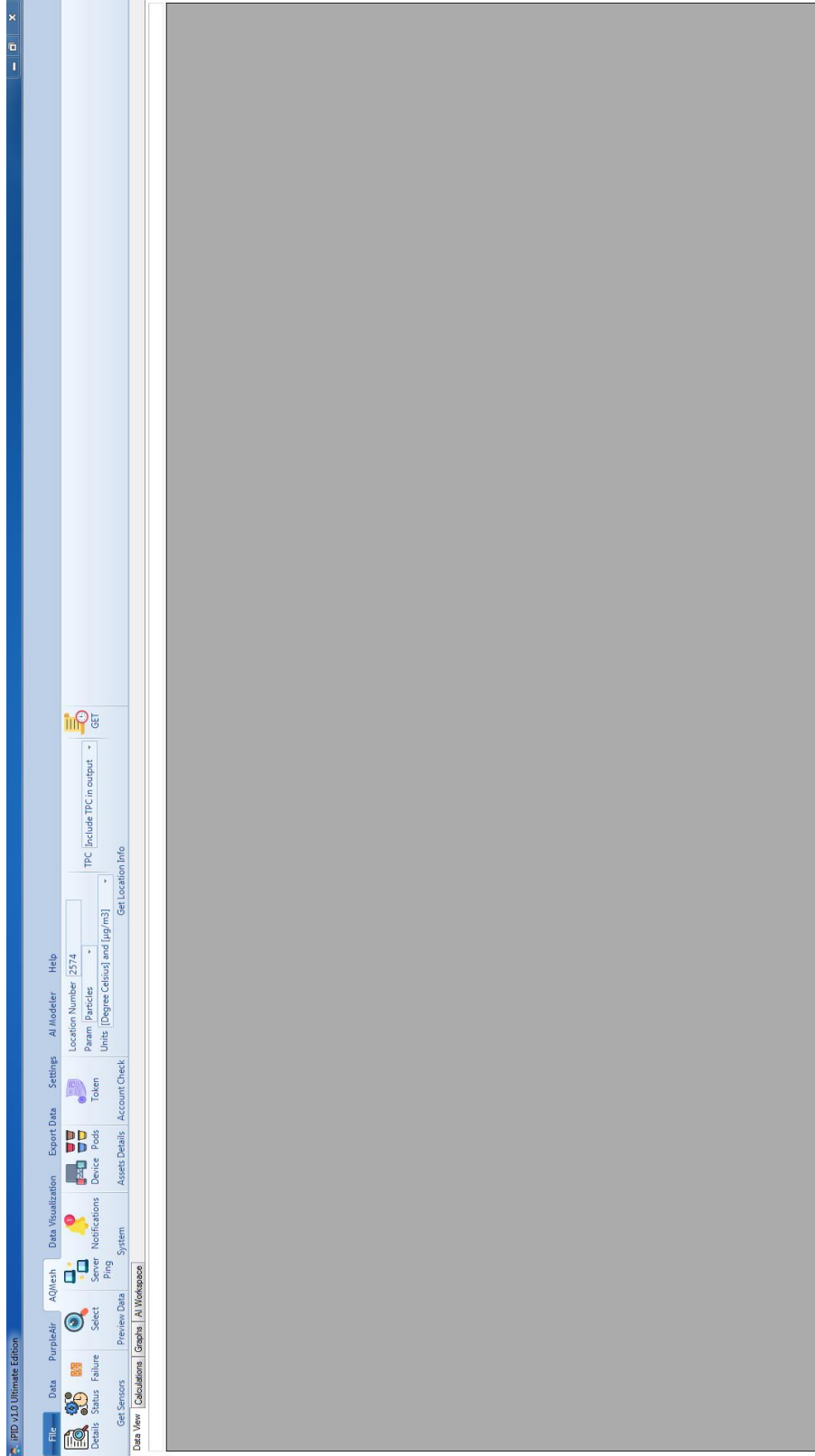




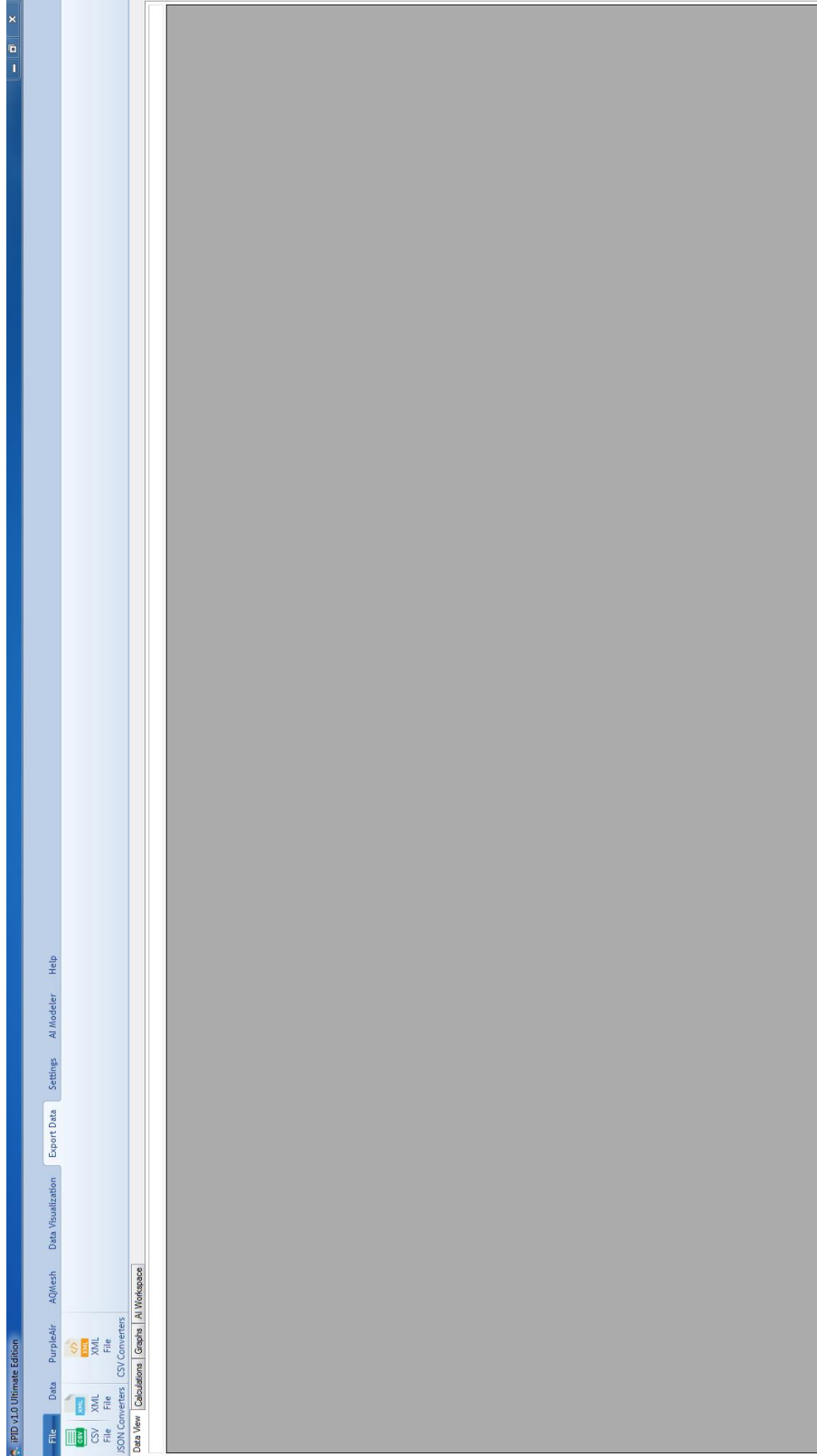
**Εικόνα 87** – Δημιουργία γραμμής τάσης για το μοντέλο M1 ατομικής δόσης ρύπου, για τον "ασθενή" Γιάννη που έλαβε μέρος στην μελέτη περιπτώσεως.



**Εικόνα 88** – Γραμμή εργαλείων καρτέλας "PurpleAir". Από εδώ πραγματοποιείται η λήψη των χαρακτηριστικών του αισθητήρα καθώς και του αρχείου των δεδομένων των ρύπων.



**Εικόνα 89** – Γραμμή εργαλείων καρτέλας "AQMesh". Από εδώ πραγματοποιείται η λήψη των χαρακτηριστικών του αισθητήρα καθώς και του αρχείου των δεδομένων των ρύπων. Επιπλέον, άλλα αιτήματα όπως ping στον server, μπορούν να εκτελεστούν.



**Εικόνα 90** – Γραμμή εργαλείων για την μετατροπή αρχείων JSON σε CSV ή XML

The screenshot displays the PurpleAir AQMesh software interface. A data table is visible in the background, and an 'AQMesh Settings' dialog box is open in the foreground.

DATE	MONTH	YEAR	PM10	O3	NO2	CO	SO2	USA_AQI_PM10_24h_Value_Index_Calculation_for_PM10
M01	1	2021	67	29	52	2	-13999	57
002	2	2021	72	-13999	52	5	-13999	60
003	3	2021	121	-13999	94	5	11	84
004	4	2021	167	-13999	113	6	18	107
005	5	2021	115	12	74	3	15	81
006	6	2021	88	11	50	8	12	67
007	7	2021	114	13	83	6	18	80
008	8	2021	131	11	91	2	42	
009	9	2021	51	53	50	3	50	
010	10	2021	83	91	92	5	91	
011	11	2021	112	89	101	5	117	
012	12	2021	141	75	129	6	161	
013	13	2021	110	68	78	2	105	
014	14	2021	41	71	46	1	35	
015	15	2021	22	87	34	1	21	
016	16	2021	33	69	36	1	23	
017	17	2021	38	67	38	1	24	
018	18	2021	36	70	41	1	34	
019	19	2021	46	67	55	1	50	
020	20	2021	46	70	42	1	72	
021	21	2021	31	73	25	1	51	
022	22	2021	45	92	34	2	62	42
023	23	2021	80	95	84	1	167	64
024	24	2021	68	65	50	1	67	56
025	25	2021	85	56	52	2	77	95
026	26	2021	79	64	90	1	124	63
027	27	2021	57	46	57	2	54	52
028	28	2021	60	99	52	2	34	54
029	29	2021	62	88	50	1	26	55
030	30	2021	53	73	35	2	18	49
031	31	2021	60	109	60	3	72	54
032	1	2021	69	105	64	2	71	58
033	2	2021	50	104	81	3	41	46
034	3	2021	95	81	48	4	62	51
035	4	2021	86	81	67	6	128	67
036	5	2021	122	97	108	5	119	84
037	6	2021	160	76	109	7	130	104
038	7	2021	171	88	109	9	142	109

The 'AQMesh Settings' dialog box shows the following configuration:

- General: PurpleAir | AQMesh
- Output Folder: C:\AeBeV\1 | Γραμμή
- System Units: µg/m3
- Concentration: µg/m3
- Time Span: mins

**Εικόνα 91** – Γραμμή εργαλείων για τις ρυθμίσεις του προγράμματος. Από εδώ υπάρχει η δυνατότητα στις αρχικές, εργοστασιακές ρυθμίσεις.

## Παράρτημα Ζ – Συμπληρωματικοί Πίνακες Μελέτης Περίπτωσης

Ασθενής: Μαρία								
PM <sub>10</sub>			Χρονικό Διάστημα: 60 min					
AQI	ΟΡΙΑ ΔΕΙΚΤΗ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ (μg/m <sup>3</sup> )	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	ID <sub>1</sub> (μg/min)	ID <sub>2</sub> (μg/min)	TID <sub>1</sub> (μg)	TID <sub>2</sub> (μg)
Green	0	0	6.6	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	50	54			356.4	270.0	21384.0	16200.0
Yellow	51	55			363.0	275.0	21780.0	16500.0
	100	154			1016.4	770.0	60984.0	46200.0
Orange	101	155			1023.0	775.0	61380.0	46500.0
	150	254			1676.4	1270.0	100584.0	76200.0
Red	151	255			1683.0	1275.0	100980.0	76500.0
	200	354			2336.4	1770.0	140184.0	106200.0
Purple	201	355			2343.0	1775.0	140580.0	106500.0
	300	424			2798.4	2120.0	167904.0	127200.0
Maroon	301	425			2805.0	2125.0	168300.0	127500.0
	500	604			3986.4	3020.0	239184.0	181200.0

Ασθενής: Ισαβέλλα								
PM <sub>10</sub>			Χρονικό Διάστημα: 60 min					
AQI	ΟΡΙΑ ΔΕΙΚΤΗ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ (μg/m <sup>3</sup> )	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	ID <sub>1</sub> (μg/min)	ID <sub>2</sub> (μg/min)	TID <sub>1</sub> (μg)	TID <sub>2</sub> (μg)
Green	0	0	6.0	4.6	0.0	0.0	0.0	0.0
	50	54			324.0	248.4	19440.0	14904.0
Yellow	51	55			330.0	253.0	19800.0	15180.0
	100	154			924.0	708.4	55440.0	42504.0
Orange	101	155			930.0	713.0	55800.0	42780.0
	150	254			1524.0	1168.4	91440.0	70104.0
Red	151	255			1530.0	1173.0	91800.0	70380.0
	200	354			2124.0	1628.4	127440.0	97704.0
Purple	201	355			2130.0	1633.0	127800.0	97980.0
	300	424			2544.0	1950.4	152640.0	117024.0
Maroon	301	425			2550.0	1955.0	153000.0	117300.0
	500	604			3624.0	2778.4	217440.0	166704.0

**Εικόνα 92** – Αναλυτικός υπολογισμός M<sub>1</sub> και M<sub>2</sub> για κάθε ασθενή του γυναικείου φύλου. Με βάσει αυτούς τους υπολογισμούς προκύπτουν τα διαγράμματα 64 και 66.

Ασθενής: Όλγα								
PM <sub>10</sub>			Χρονικό Διάστημα: 60 min					
AQI	ΟΡΙΑ ΔΕΙΚΤΗ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ (μg/m <sup>3</sup> )	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	ID <sub>1</sub> (μg/min)	ID <sub>2</sub> (μg/min)	TID <sub>1</sub> (μg)	TID <sub>2</sub> (μg)
Green	0	0	5.2	4.2	0.0	0.0	0.0	0.0
	50	54			280.8	226.8	16848.0	13608.0
Yellow	51	55			286.0	231.0	17160.0	13860.0
	100	154			800.8	646.8	48048.0	38808.0
Orange	101	155			806.0	651.0	48360.0	39060.0
	150	254			1320.8	1066.8	79248.0	64008.0
Red	151	255			1326.0	1071.0	79560.0	64260.0
	200	354			1840.8	1486.8	110448.0	89208.0
Purple	201	355			1846.0	1491.0	110760.0	89460.0
	300	424			2204.8	1780.8	132288.0	106848.0
Maroon	301	425			2210.0	1785.0	132600.0	107100.0
	500	604			3140.8	2536.8	188448.0	152208.0

Ασθενής: Σοφία								
PM <sub>10</sub>			Χρονικό Διάστημα: 60 min					
AQI	ΟΡΙΑ ΔΕΙΚΤΗ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ (μg/m <sup>3</sup> )	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	ID <sub>1</sub> (μg/min)	ID <sub>2</sub> (μg/min)	TID <sub>1</sub> (μg)	TID <sub>2</sub> (μg)
Green	0	0	7.8	5.4	0.0	0.0	0.0	0.0
	50	54			421.2	291.6	25272.0	17496.0
Yellow	51	55			429.0	297.0	25740.0	17820.0
	100	154			1201.2	831.6	72072.0	49896.0
Orange	101	155			1209.0	837.0	72540.0	50220.0
	150	254			1981.2	1371.6	118872.0	82296.0
Red	151	255			1989.0	1377.0	119340.0	82620.0
	200	354			2761.2	1911.6	165672.0	114696.0
Purple	201	355			2769.0	1917.0	166140.0	115020.0
	300	424			3307.2	2289.6	198432.0	137376.0
Maroon	301	425			3315.0	2295.0	198900.0	137700.0
	500	604			4711.2	3261.6	282672.0	195696.0

Ασθενής: Ελένη								
PM <sub>10</sub>			Χρονικό Διάστημα: 60 min					
AQI	ΟΡΙΑ ΔΕΙΚΤΗ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ (μg/m <sup>3</sup> )	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	ID <sub>1</sub> (μg/min)	ID <sub>2</sub> (μg/min)	TID <sub>1</sub> (μg)	TID <sub>2</sub> (μg)
Green	0	0	6.1	4.8	0.0	0.0	0.0	0.0
	50	54			329.4	259.2	19764.0	15552.0
Yellow	51	55			335.5	264.0	20130.0	15840.0
	100	154			939.4	739.2	56364.0	44352.0
Orange	101	155			945.5	744.0	56730.0	44640.0
	150	254			1549.4	1219.2	92964.0	73152.0
Red	151	255			1555.5	1224.0	93330.0	73440.0
	200	354			2159.4	1699.2	129564.0	101952.0
Purple	201	355			2165.5	1704.0	129930.0	102240.0
	300	424			2586.4	2035.2	155184.0	122112.0
Maroon	301	425			2592.5	2040.0	155550.0	122400.0
	500	604			3684.4	2899.2	221064.0	173952.0

Εικόνα 93 – Συνέχεια υπολογισμών των ασθενών του γυναικείου φύλλου.

Ασθενής: Πέτρος								
PM <sub>10</sub>			Χρονικό Διάστημα: 60 min					
AQI	ΟΡΙΑ ΔΕΙΚΤΗ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ (μg/m <sup>3</sup> )	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	ID <sub>1</sub> (μg/min)	ID <sub>2</sub> (μg/min)	TID <sub>1</sub> (μg)	TID <sub>2</sub> (μg)
Green	0	0	10.9	7.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	50	54			588.6	378.0	35316.0	22680.0
Yellow	51	55			599.5	385.0	35970.0	23100.0
	100	154			1678.6	1078.0	100716.0	64680.0
Orange	101	155			1689.5	1085.0	101370.0	65100.0
	150	254			2768.6	1778.0	166116.0	106680.0
Red	151	255			2779.5	1785.0	166770.0	107100.0
	200	354			3858.6	2478.0	231516.0	148680.0
Purple	201	355			3869.5	2485.0	232170.0	149100.0
	300	424			4621.6	2968.0	277296.0	178080.0
Maroon	301	425			4632.5	2975.0	277950.0	178500.0
	500	604			6583.6	4228.0	395016.0	253680.0

Ασθενής: Μιχάλης								
PM <sub>10</sub>			Χρονικό Διάστημα: 60 min					
AQI	ΟΡΙΑ ΔΕΙΚΤΗ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ (μg/m <sup>3</sup> )	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	ID <sub>1</sub> (μg/min)	ID <sub>2</sub> (μg/min)	TID <sub>1</sub> (μg)	TID <sub>2</sub> (μg)
Green	0	0	13.2	7.9	0.0	0.0	0.0	0.0
	50	54			712.8	426.6	42768.0	25596.0
Yellow	51	55			726.0	434.5	43560.0	26070.0
	100	154			2032.8	1216.6	121968.0	72996.0
Orange	101	155			2046.0	1224.5	122760.0	73470.0
	150	254			3352.8	2006.6	201168.0	120396.0
Red	151	255			3366.0	2014.5	201960.0	120870.0
	200	354			4672.8	2796.6	280368.0	167796.0
Purple	201	355			4686.0	2804.5	281160.0	168270.0
	300	424			5596.8	3349.6	335808.0	200976.0
Maroon	301	425			5610.0	3357.5	336600.0	201450.0
	500	604			7972.8	4771.6	478368.0	286296.0

Ασθενής: Γιάννης								
PM <sub>10</sub>			Χρονικό Διάστημα: 60 min					
AQI	ΟΡΙΑ ΔΕΙΚΤΗ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ (μg/m <sup>3</sup> )	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	ID <sub>1</sub> (μg/min)	ID <sub>2</sub> (μg/min)	TID <sub>1</sub> (μg)	TID <sub>2</sub> (μg)
Green	0	0	11.2	7.2	0.0	0.0	0.0	0.0
	50	54			604.8	388.8	36288.0	23328.0
Yellow	51	55			616.0	396.0	36960.0	23760.0
	100	154			1724.8	1108.8	103488.0	66528.0
Orange	101	155			1736.0	1116.0	104160.0	66960.0
	150	254			2844.8	1828.8	170688.0	109728.0
Red	151	255			2856.0	1836.0	171360.0	110160.0
	200	354			3964.8	2548.8	237888.0	152928.0
Purple	201	355			3976.0	2556.0	238560.0	153360.0
	300	424			4748.8	3052.8	284928.0	183168.0
Maroon	301	425			4760.0	3060.0	285600.0	183600.0
	500	604			6764.8	4348.8	405888.0	260928.0

**Εικόνα 94** – Αναλυτικός υπολογισμός M<sub>1</sub> και M<sub>2</sub> για κάθε ασθενή του ανδρικού φύλου. Με βάσει αυτούς τους υπολογισμούς προκύπτουν τα διαγράμματα 63 και 65.

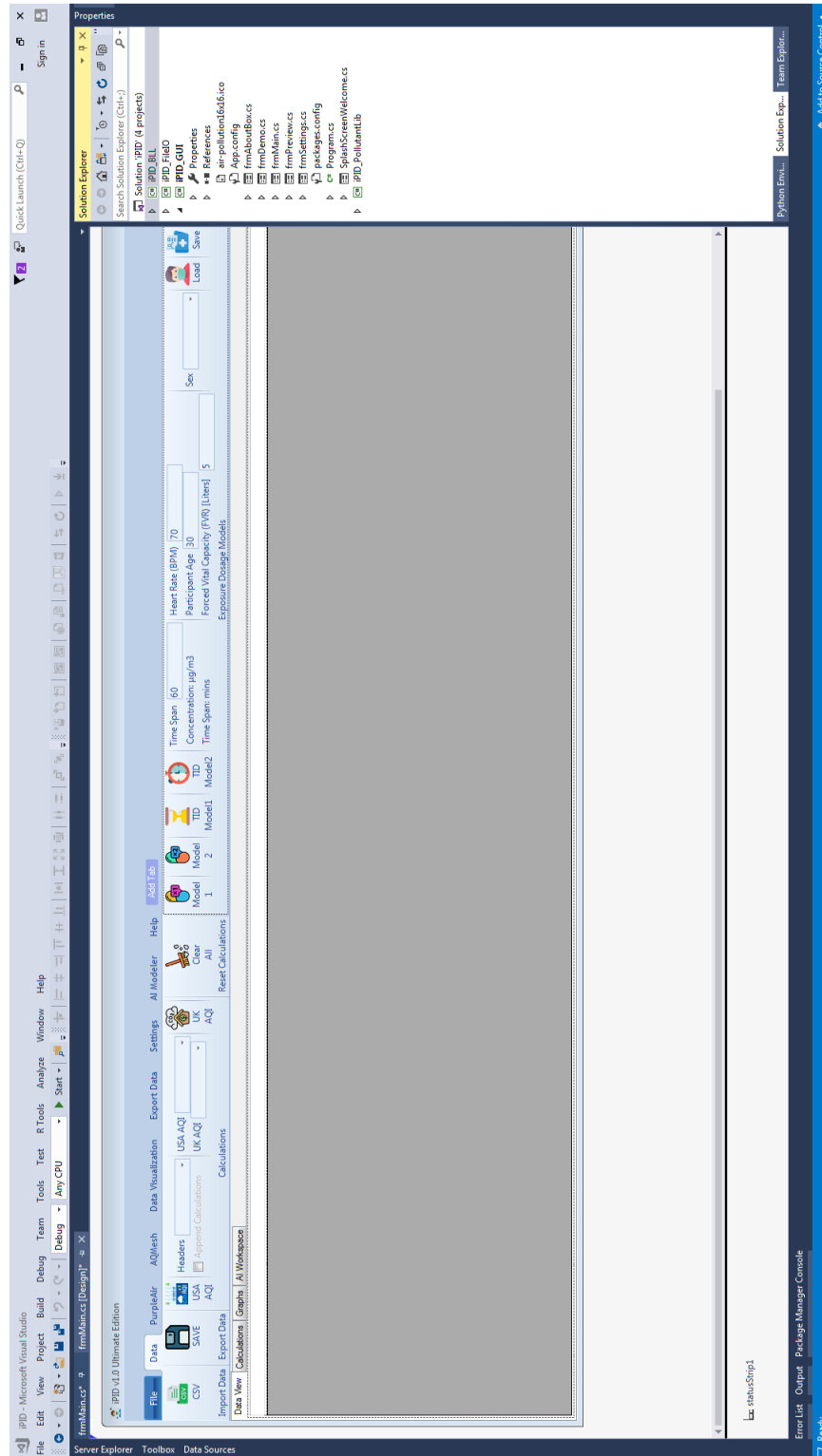


Ασθενής: Δημήτρης								
PM <sub>10</sub>			Χρονικό Διάστημα: 60 min					
AQI	ΟΡΙΑ ΔΕΙΚΤΗ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ (μg/m <sup>3</sup> )	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	ID <sub>1</sub> (μg/min)	ID <sub>2</sub> (μg/min)	TID <sub>1</sub> (μg)	TID <sub>2</sub> (μg)
Green	0	0	16.8	8.6	0.0	0.0	0.0	0.0
	50	54			907.2	464.4	54432.0	27864.0
Yellow	51	55			924.0	473.0	55440.0	28380.0
	100	154			2587.2	1324.4	155232.0	79464.0
Orange	101	155			2604.0	1333.0	156240.0	79980.0
	150	254			4267.2	2184.4	256032.0	131064.0
Red	151	255			4284.0	2193.0	257040.0	131580.0
	200	354			5947.2	3044.4	356832.0	182664.0
Purple	201	355			5964.0	3053.0	357840.0	183180.0
	300	424			7123.2	3646.4	427392.0	218784.0
Maroon	301	425			7140.0	3655.0	428400.0	219300.0
	500	604			10147.2	5194.4	608832.0	311664.0

Ασθενής: Βασίλης								
PM <sub>10</sub>			Χρονικό Διάστημα: 60 min					
AQI	ΟΡΙΑ ΔΕΙΚΤΗ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ (μg/m <sup>3</sup> )	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	ID <sub>1</sub> (μg/min)	ID <sub>2</sub> (μg/min)	TID <sub>1</sub> (μg)	TID <sub>2</sub> (μg)
Green	0	0	13.2	7.5	0.0	0.0	0.0	0.0
	50	54			712.8	405.0	42768.0	24300.0
Yellow	51	55			726.0	412.5	43560.0	24750.0
	100	154			2032.8	1155.0	121968.0	69300.0
Orange	101	155			2046.0	1162.5	122760.0	69750.0
	150	254			3352.8	1905.0	201168.0	114300.0
Red	151	255			3366.0	1912.5	201960.0	114750.0
	200	354			4672.8	2655.0	280368.0	159300.0
Purple	201	355			4686.0	2662.5	281160.0	159750.0
	300	424			5596.8	3180.0	335808.0	190800.0
Maroon	301	425			5610.0	3187.5	336600.0	191250.0
	500	604			7972.8	4530.0	478368.0	271800.0

Εικόνα 95 – Συνέχεια υπολογισμών των ασθενών του ανδρικού φύλλου.

## Παράρτημα Η – Οπτική του λογισμικού μέσα από τον μεταγλωττιστή (Compiler) Microsoft Visual C#



**Εικόνα 96** Λήψη από τον μεταγλωττιστή, εδώ φαίνεται το εργαλείο σχεδίασης GUI. Δεξιά της εικόνας, στο «Solution Explorer», φαίνονται όλες οι φόρμες καθώς και τα DLLs που συνιστούν το τελικό πρόγραμμα.

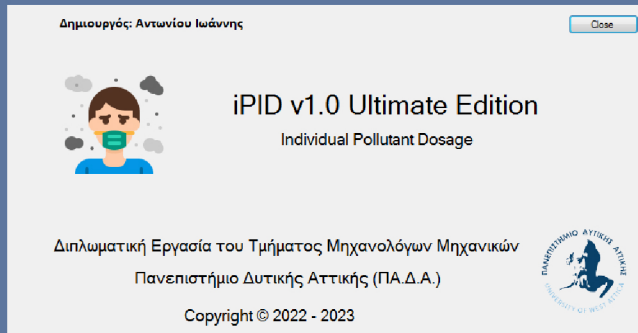
## SWOT ANALYSIS

INTERNAL FACTORS	
<b>STRENGTHS +</b>	<b>WEAKNESSES -</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li><b>Καινοτόμια Ιδέα:</b> Το iPID v1.0 εισάγει μια μοναδική και καινοτόμο ιδέα στον τομέα της ανάπτυξης λογισμικού.</li> <li><b>Φιλική προς το χρήστη διεπαφή:</b> Το λογισμικό έχει μια φιλική προς το χρήστη διεπαφή, η οποία διευκολύνει τους χρήστες να πλοηγηθούν και να χρησιμοποιήσουν τις δυνατότητές του.</li> <li><b>Ισχυρή λειτουργικότητα:</b> Το iPID v1.0 προσφέρει ένα ευρύ φάσμα δυνατοτήτων και λειτουργιών, καλύπτοντας ανάγκες που σχετίζονται με την δημόσια υγεία.</li> <li><b>Συμβατότητα:</b> Το λογισμικό είναι συμβατό με διάφορα λειτουργικά συστήματα και γλώσσες προγραμματισμού, παρέχοντας ευελιξία στους χρήστες.</li> <li><b>Δυνατότητες ενσωμάτωσης:</b> Το iPID v1.0 ενσωματώνεται απρόσκοπτα με άλλα εργαλεία ανάπτυξης, ενισχύοντας τη συνολική εμπειρία ανάπτυξης.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li><b>Περιορισμένες δυνατότητες:</b> Η αρχική έκδοση του iPID μπορεί να έχει περιορισμένο σύνολο δυνατοτήτων σε σύγκριση με παρόμοια λογισμικά.</li> <li><b>Καμπύλη εκμάθησης:</b> Οι χρήστες ενδέχεται να χρειαστούν λίγο χρόνο και προσπάθεια για να εξοικειωθούν με τις μοναδικές λειτουργίες και διαδικασίες του iPID v1.0.</li> <li><b>Έλλειψη υποστήριξης κοινότητας:</b> Ως νέο λογισμικό, το iPID ενδέχεται να έχει μικρότερη βάση χρηστών και περιορισμένη υποστήριξη κοινότητας σε σύγκριση με τα καθιερωμένα εργαλεία.</li> <li><b>Πιθανά σφάλματα και ζητήματα:</b> Ως έκδοση 1.0, ενδέχεται να υπάρχουν ορισμένα σφάλματα ή τεχνικά ζητήματα που πρέπει να επιλυθούν ενημερώσεων κώδικα.</li> <li><b>Απαιτήσεις πόρων:</b> Το iPID v1.0 μπορεί να έχει συγκεκριμένες απαιτήσεις υλικού ή συστήματος που πρέπει να πληρούν οι χρήστες, γεγονός που θα μπορούσε να περιορίσει την προβασιμότητα του. Γενικά λειτουργεί ικανοποιητικά σε εκδόσεις Windows 7 και νεότερες. Είναι υπό κατασκευή η έκδοση του για macOS X και Linux.</li> </ol>
EXTERNAL FACTORS	
<b>OPPORTUNITIES +</b>	<b>THREATS -</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li><b>Ζήτηση αγοράς:</b> Η αυξανόμενη ζήτηση για νέα εργαλεία μελέτης της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, παρέχει μια ευκαιρία για το iPID v1.0 να κερδίσει μερίδιο αγοράς και να προσελκύσει χρήστες.</li> <li><b>Επέκταση λειτουργιών:</b> Η συνεχής ανάπτυξη και ενημερώσεις μπορούν να επεκτείνουν το σύνολο δυνατοτήτων του iPID, καθιστώντας το πιο ανταγωνιστικό και ελκυστικό για ένα ευρύτερο κοινό.</li> <li><b>Ευκαιρίες συνεργασίας:</b> Η συνεργασία με άλλες εταιρείες ή κοινότητες ανάπτυξης λογισμικού μπορεί να ενισχύσει την προβολή του iPID και να διευρύνει την απήχρησή του.</li> <li><b>Σχόλια χρήστη:</b> Η συλλογή σχολίων από πρώτους χρήστες μπορεί να προσφέρει πολύτιμες πληροφορίες για περαιτέρω βελτίωση του iPID v1.0.</li> <li><b>Αναδυόμενες τεχνολογίες:</b> Η ενσωμάτωση αναδυόμενων τεχνολογιών, όπως η τεχνητή νοημοσύνη ή το cloud computing, μπορεί να ενισχύσει τις δυνατότητες του iPID και να προσφέρει μοναδικά πλεονεκτήματα.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li><b>Ανταγωνισμός:</b> Τα καθιερωμένα εργαλεία και πλατφόρμα ανάπτυξης λογισμικού αποτελούν απειλή για τη διείσδυση και την υιοθέτηση του iPID στην αγορά.</li> <li><b>Ταχεία τεχνολογική πρόοδος:</b> Η γρήγορη φύση της βιομηχανίας λογισμικού μπορεί να απαιτεί το iPID να συμβαδίζει με τις αναδυόμενες τεχνολογίες και τάσεις για να παραμείνει σχετικό.</li> <li><b>Άλλανη προσημείωση χρήστη:</b> Οι εξελισσόμενες προτιμήσεις και απαιτήσεις των χρηστών ενδέχεται να απαιτούν από το iPID να προσαρμόσει και να ενσωματώσει νέες δυνατότητες ή λειτουργίες για να ανταποκριθεί στις προσδοκίες των χρηστών.</li> <li><b>Παραβίαση πνευματικής ιδιοκτησίας:</b> Υπάρχει κίνδυνος παραβίασης πνευματικής ιδιοκτησίας εάν τα μοναδικά χαρακτηριστικά ή οι αλγόριθμοι του iPID δεν προστατεύονται επαρκώς.</li> <li><b>Οικονομικοί παράγοντες:</b> Η οικονομικές ύφεση στην αγορά μπορεί να επηρεάσουν την υιοθέτηση και την επένδυση σε νέα εργαλεία όπως το iPID v1.0.</li> </ol>
ANALYSIS SUMMARY	
<p>Το iPID v1.0 είναι ένα καινοτόμο εργαλείο ανάπτυξης λογισμικού με φιλική προς το χρήστη διεπαφή και ισχυρή λειτουργικότητα. Έχει τη δυνατότητα να προσελκύσει χρήστες και να κερδίσει μερίδιο αγοράς. Ωστόσο, ως νέο λογισμικό, μπορεί να έχει περιορισμένες δυνατότητες σε σύγκριση με τα καθιερωμένα εργαλεία και μπορεί να απαιτεί από τους χρήστες να επενδύσουν χρόνο στην εκμάθηση των μοναδικών λειτουργιών του. Επί του παρόντος, δεν διαθέτει επίσης μεγάλη κοινότητα χρηστών και μπορεί να έχει σφάλματα ή τεχνικά ζητήματα που πρέπει να επιλυθούν. Η επέκταση των δυνατοτήτων, η συλλογή σχολίων από τους χρήστες και η συνεργασία με άλλες εταιρείες ή κοινότητες μπορούν να παρουσιάσουν ευκαιρίες για ανάπτυξη. Ωστόσο, το iPID αντιμετωπίζει ανταγωνισμό από καθιερωμένα εργαλεία και συμβαδίζει με τις γρήγορες τεχνολογικές εξελίξεις και την πρόκληση να ανταποκριθεί στις μεταβαλλόμενες προτιμήσεις των χρηστών. Επιπλέον, οι οικονομικοί παράγοντες και ο κίνδυνος παραβίασης της πνευματικής ιδιοκτησίας αποτελούν απειλές για την επιτυχία του iPID.</p>	

## BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. AQMesh. (2022, March 15). *AQMesh - API service*. Ανάκτηση από <https://www.aqmesh.com/>
2. David Hanes, Gonzalo Salgueiro, Patrick Grossetete, and Robert Barton. (2017). *IoT Fundamentals: Networking Technologies, Protocols, and Use Cases for the Internet of Things*. Cisco Press.
3. *Flaticon*. (n.d.). Ανάκτηση από <https://www.flaticon.com/>
4. FRANK J. KELLY, GARY W. FULLER, HEATHER A. WALTON AND JULIA C. FUSSELL. (2012, January ). Monitoring air pollution: use of early warning systems for public health. *Respirology*(1), 7-19. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1440-1843.2011.02065.x>
5. Guo, F., Tang, M., Wang, X., Yu, Z., Wei, F., Zhang, X., Jin, M., Wang, J., Xu, D., Chen, Z., Chen, K. (2022). Characteristics, sources, and health risks of trace metals in PM<sub>2.5</sub>. *Atmospheric Environment*, 289. doi:<https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2022.119314>
6. Meiduo Zhaoa, Jing Xua, Ang Lia, Yayuan Meia, Xiaoyu Gea, Xiaolin Liub, Lanping Weic, Qun Xua. (August 2020). Multiple exposure pathways and urinary chromium in residents exposed to. *Environment International*, 141. doi:<https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105753>
7. Na Li, Weizheng Han, Jie Tang, Jianmin Bian, Siyue SUn, Tiehong Song. (2018, August 27). Pollution Characteristics and Human Health Risks of Elements in Road Dust in Changchun, China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. doi:<https://doi.org/10.3390/ijerph15091843>
8. PurpleAir. (n.d.). *API - PurpleAir*. Ανάκτηση από <https://api.purpleair.com/>
9. Richard K. Albert, Stephen G. Spiro, and James R. Jett. (2020). *Clinical Respiratory Medicine*. Elsevier.
10. Rok Novak, David Kocman, Johanna Amalia Robinson, Tjasa Kanduc, Dimosthenis Sarigiannis, Milena Horvat. (2020, March 4). Comparing Airborne Particulate Matter Intake Dose Assessment Models Using Low-Cost Portable Sensor Data. *Sensors*, 20(5). doi:<https://doi.org/10.3390/s20051406>

11. Sharp, J. (2022). *Microsoft Visual C# Step by Step (Developer Reference)*. Microsoft Press.
12. Shenghao Huang, Han Wang, Dan Wu, Rongjiang Ma, Liangliang Sun, Mengsi Deng. (2022, November 2). Influencing Factors of Particulate Matter Concentration in the Metro Carriage and the Corresponding Inhalation Intake Estimation: A Field Measurement in Chengdu. *Atmosphere*, 13(11). doi:<https://doi.org/10.3390/s20051406>
13. *Stack Overflow*. (n.d.). Ανάκτηση από <https://stackoverflow.com/>
14. ΓΡΑΜΜΑΤΟΠΟΥΛΟΥ, Ε. (2017). ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΣΤΙΣ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΕΣ ΠΑΘΗΣΕΙΣ. ΚΩΝΣΤΑΝΤΑΡΑΣ.
15. ΤΡΙΑΝΤΑΦΥΛΛΟΥ, Α. (2017). ΑΕΡΙΑ ΡΥΠΑΝΣΗ. ΠΕΤΡΑΚΗ ΔΩΡΟΘΕΑ.



## SWOT ANALYSIS

### INTERNAL FACTORS

STRENGTHS +	WEAKNESSES -
<ol style="list-style-type: none"> <li><b>Καινοτόμα Ιδέα:</b> Το iPID v1.0 εισάγει μια μοναδική και καινοτόμο ιδέα στον τομέα της ανάπτυξης λογισμικού.</li> <li><b>Φιλική προς το χρήστη διεπαφή:</b> Το λογισμικό έχει μια φιλική προς το χρήστη διεπαφή, η οποία διευκολύνει τους χρήστες να πλοηγηθούν και να χρησιμοποιήσουν τις δυνατότητές του.</li> <li><b>Ισχυρή λειτουργικότητα:</b> Το iPID v1.0 προσφέρει ένα ευρύ φάσμα δυνατοτήτων και λειτουργιών, καλύπτοντας ανάγκες που σχετίζονται με την δημόσια υγεία.</li> <li><b>Συμβατότητα:</b> Το λογισμικό είναι συμβατό με διάφορα λειτουργικά συστήματα και γλώσσες προγραμματισμού, παρέχοντας ευελιξία στους χρήστες.</li> <li><b>Δυνατότητες ενσωμάτωσης:</b> Το iPID v1.0 ενσωματώνεται απρόσκοπτα με άλλα εργαλεία ανάπτυξης, ενισχύοντας τη συνολική εμπειρία ανάπτυξης.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li><b>Περιορισμένες δυνατότητες:</b> Η αρχική έκδοση του iPID μπορεί να έχει περιορισμένο σύνολο δυνατοτήτων σε σύγκριση με παρόμοια λογισμικά.</li> <li><b>Καμύλη εκμάθησης:</b> Οι χρήστες ενδέχεται να χρειαστούν λίγο χρόνο και προσπάθεια για να εξοικειωθούν με τις μοναδικές λειτουργίες και διαδικασίες του iPID v1.0.</li> <li><b>Έλλειψη υποστήριξης κοινότητας:</b> Ως νέο λογισμικό, το iPID ενδέχεται να έχει μικρότερη βάση χρηστών και περιορισμένη υποστήριξη κοινότητας σε σύγκριση με τα καθιερωμένα εργαλεία.</li> <li><b>Πιθανά σφάλματα και ζητήματα:</b> Ως έκδοση 1.0, ενδέχεται να υπάρχουν ορισμένα σφάλματα ή τεχνικά ζητήματα που πρέπει να επιλυθούν ενημερώσεων κώδικα.</li> <li><b>Απαιτήσεις πόρων:</b> Το iPID v1.0 μπορεί να έχει συγκεκριμένες απαιτήσεις υλικού ή συστήματος που πρέπει να πληρούν οι χρήστες, γεγονός που θα μπορούσε να περιορίσει την προσβασιμότητά του. Γενικά λειτουργεί ικανοποιητικά σε εκδόσεις Windows 7 και νεότερες. Είναι υπό κατασκευή η έκδοση του για macOS X και Linux.</li> </ol>

### EXTERNAL FACTORS

OPPORTUNITIES +	THREATS -
<ol style="list-style-type: none"> <li><b>Ζήτηση αγοράς:</b> Η αυξανόμενη ζήτηση για νέα εργαλεία μελέτης της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, παρέχει μια ευκαιρία για το iPID v1.0 να κερδίσει μερίδιο αγοράς και να προσελκύσει χρήστες.</li> <li><b>Επέκταση λειτουργιών:</b> Η συνεχής ανάπτυξη και ενημερώσεις μπορούν να επεκτείνουν το σύνολο δυνατοτήτων του iPID, καθιστώντας το πιο ανταγωνιστικό και ελκυστικό για ένα ευρύτερο κοινό.</li> <li><b>Ευκαιρίες συνεργασίας:</b> Η συνεργασία με άλλες εταιρείες ή κοινότητες ανάπτυξης λογισμικού μπορεί να ενισχύσει την προβολή του iPID και να διευρύνει την απήχισή του.</li> <li><b>Σχόλια χρήστη:</b> Η συλλογή σχολίων από πρώτους χρήστες μπορεί να προσφέρει πολύτιμες πληροφορίες για περαιτέρω βελτίωση του iPID v1.0.</li> <li><b>Αναδυόμενες τεχνολογίες:</b> Η ενσωμάτωση αναδυόμενων τεχνολογιών, όπως η τεχνητή νοημοσύνη ή το cloud computing, μπορεί να ενισχύσει τις δυνατότητες του iPID και να προσφέρει μοναδικά πλεονεκτήματα.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li><b>Ανταγωνισμός:</b> Τα καθιερωμένα εργαλεία και πλαίσια ανάπτυξης λογισμικού αποτελούν απειλή για τη διείδυση και την υιοθέτηση του iPID στην αγορά.</li> <li><b>Ταχεία τεχνολογική πρόοδος:</b> Η γρήγορη φύση της βιομηχανίας λογισμικού μπορεί να απαιτεί το iPID να συμβαδίζει με τις αναδυόμενες τεχνολογίες και τάσεις για να παραμείνει σχετικό.</li> <li><b>Αλλαγή προτιμήσεων χρήστη:</b> Οι εξελισσόμενες προτιμήσεις και απαιτήσεις των χρηστών ενδέχεται να απαιτούν από το iPID να προσαρμόσει και να ενσωματώσει νέες δυνατότητες ή λειτουργίες για να ανταποκριθεί στις προσδοκίες των χρηστών.</li> <li><b>Παραβίαση πνευματικής ιδιοκτησίας:</b> Υπάρχει κίνδυνος παραβίασης πνευματικής ιδιοκτησίας εάν τα μοναδικά χαρακτηριστικά ή οι αλγόριθμοι του iPID δεν προστατεύονται επαρκώς.</li> <li><b>Οικονομικοί παράγοντες:</b> Η οικονομικές ύφεση στην αγορά μπορεί να επηρεάσουν την υιοθέτηση και την επένδυση σε νέα εργαλεία όπως το iPID v1.0.</li> </ol>

### ANALYSIS SUMMARY

Το iPID v1.0 είναι ένα καινοτόμο εργαλείο ανάπτυξης λογισμικού με φιλική προς το χρήστη διεπαφή και ισχυρή λειτουργικότητα. Έχει τη δυνατότητα να προσελκύσει χρήστες και να κερδίσει μερίδιο αγοράς. Ωστόσο, ως νέο λογισμικό, μπορεί να έχει περιορισμένες δυνατότητες σε σύγκριση με τα καθιερωμένα εργαλεία και μπορεί να απαιτεί από τους χρήστες να επενδύσουν χρόνο στην εκμάθηση των μοναδικών λειτουργιών του. Επί του παρόντος, δεν διαθέτει επίσης μεγάλη κοινότητα χρηστών και μπορεί να έχει σφάλματα ή τεχνικά ζητήματα που πρέπει να επιλυθούν. Η επέκταση των δυνατοτήτων, η συλλογή σχολίων από τους χρήστες και η συνεργασία με άλλες εταιρείες ή κοινότητες μπορούν να παρουσιάσουν ευκαιρίες για ανάπτυξη. Ωστόσο, το iPID αντιμετωπίζει ανταγωνισμό από καθιερωμένα εργαλεία, την ανάγκη να συμβαδίζει με τις γρήγορες τεχνολογικές εξελίξεις και την πρόκληση να ανταποκριθεί στις μεταβαλλόμενες προτιμήσεις των χρηστών. Επιπλέον, οι οικονομικοί παράγοντες και ο κίνδυνος παραβίασης της πνευματικής ιδιοκτησίας αποτελούν απειλές για την επιτυχία του iPID.