



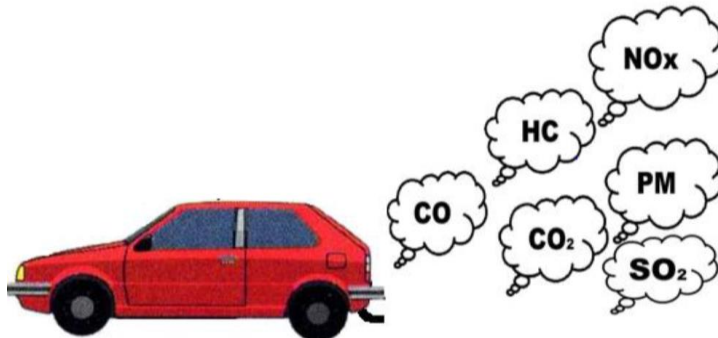
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ UNIVERSITY OF WEST ATTICA

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ: Μελέτη των χαρακτηριστικών των οχημάτων και των εκπομπών από τις οδικές μεταφορές στην Ελλάδα



ΠΑΠΑΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ (ΑΜ 47964)

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ

Δρ. ΚΥΡΙΑΚΗ – ΜΑΡΙΑ ΦΑΜΕΛΗ

ΑΘΗΝΑ

ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2023



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

UNIVERSITY OF WEST ATTICA

ΘΕΜΑ: Μελέτη των χαρακτηριστικών των οχημάτων και των εκπομπών από τις οδικές μεταφορές στην Ελλάδα

Μέλη Εξεταστικής Επιτροπής συμπεριλαμβανομένου και του Εισηγητή

Η διπλωματική αυτή εργασία εξετάστηκε επιτυχώς από την κάτωθι Εξεταστική Επιτροπή:

α/α	Όνοματεπώνυμο	Υπογραφή
1	ΦΑΜΕΛΗ ΚΥΡΙΑΚΗ-ΜΑΡΙΑ	
2	ΜΟΥΣΤΡΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ	
3	ΣΠΥΡΟΠΟΥΛΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ	

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Παπακωνσταντίνου Κωνσταντίνος του Σωτηρίου με αριθμό μητρώου 46147964, φοιτητής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Μηχανικών, του τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

« Είμαι συγγραφέας αυτής της 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 σύνολο 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
Δηλών



Περιεχόμενα

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	2
Κατάλογος Πινάκων	4
Κατάλογος Σχημάτων	4
Κατάλογος Εικόνων	6
Πίνακας Συντομογραφιών.....	6
Περίληψη.....	8
Abstract	9
Εισαγωγή	10
Κεφάλαιο 1: Θεωρητικό υπόβαθρο	11
1.1 Αέρια ρύπανση και οδικές μεταφορές.....	11
1.2 Ρύποι που συνδέονται/εκλύονται από τις μηχανές εσωτερικής καύσης των οχημάτων.	19
1.3 Είδη καυσίμου	23
1.4 Νομοθεσία σχετικά με τις οδικές μεταφορές	29
1.4.1 Τεχνολογία κινητήρα	30
1.4.2 Νομοθεσία για τη σύσταση των καυσίμων.....	32
1.4.3 Κίνηση οχημάτων σε αστικό περιβάλλον.....	33
Κεφάλαιο 2: Μεθοδολογική Προσέγγιση	35
2.1 Μεθοδολογικά βήματα και δεδομένα εισόδου.....	35
2.2 Στόλος οχημάτων.....	36
2.3 Κατανάλωση πετρελαιοειδών.....	40
2.4 Εκπομπές από τις οδικές μεταφορές	42
Κεφάλαιο 3: Ανάλυση και Ερμηνεία Αποτελεσμάτων	44
3.1 Συγκεντρωτική μελέτη του στόλου οχημάτων στην Ελλάδα	44
3.1.1 Χαρακτηριστικά του στόλου οχημάτων	44
3.1.2 Χαρακτηριστικά των νέων οχημάτων.....	47
3.1.3 Μελέτη των εκπομπών από την κίνηση των οχημάτων στην Ελλάδα.....	53
3.2 Μελέτη του στόλου των οχημάτων σε επίπεδο περιφερειών στην Ελλάδα	65

Κεφάλαιο 4: Συμπεράσματα	81
Αναφορές	83

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1.Δεδομένα στόλου για το έτος 2010 (Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ)	37
Πίνακας 2.Δεδομένα στόλου οχημάτων για το έτος 2020 (Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ).....	37
Πίνακας 3.Τελική κατάσταση πίνακα στόλου μετά από επεξεργασία για την περιφέρεια της Στερεάς Ελλάδας & Εύβοιας.	38
Πίνακας 4Ταξινομήσεις νέων επαγγελματικών οχημάτων στην Ελλάδα την περίοδο 2010 – 2020 (Πηγή:ICCT).....	49
Πίνακας 5.Εκπεμπόμενοι ρύποι των νέων επαγγελματικών οχημάτων στην Ελλάδα την περίοδο 2010 – 2020 (Πηγη: ICCT).....	50
Πίνακας 6.Ταξινομήσεις νέων επιβατικών οχημάτων στην Ελλάδα την περίοδο 2010 – 2020 (Πηγή: ICCT).....	52
Πίνακας 7.Εκπεμπόμενοι ρύποι νέων επιβατικών οχημάτων στην Ελλάδα για την περίοδο 2010 – 2020 (Πηγή: ICCT)	53
Πίνακας 8.Ποσοστό συμμετοχής ρύπου από τις οδικές μεταφορές στο σύνολο κάθε ρύπου στην Ελλάδα για την περίοδο 2010 – 2020.....	60
Πίνακας 9.Ποσοστό συνεισφοράς του κάθε ρύπου στο σύνολο των εκπομπών από οδικές μεταφορές στην Ελλάδα το έτος 2010.....	63
Πίνακας 10.Ποσοστό συνεισφοράς του κάθε ρύπου στο σύνολο των εκπομπών από οδικές μεταφορές στην Ελλάδα το έτος 2015.....	64
Πίνακας 11.Ποσοστό συνεισφοράς του κάθε ρύπου στο σύνολο των εκπομπών από οδικές μεταφορές στην Ελλάδα το έτος 2020.....	64

Κατάλογος Σχημάτων

Σχήμα 1.Διαχρονική εξέλιξη του στόλου των οχημάτων για την Ελλάδα.....	44
Σχήμα 2.Διαχρονική εξέλιξη της κατανάλωσης καυσίμου από το σύνολο των οχημάτων στην Ελλάδα.....	45
Σχήμα 3.Στόλος οχημάτων για το σύνολο της Ελλάδας για τα έτη 2010, 2015 και 2020.....	46
Σχήμα 4.Καταναλώσεις οχημάτων για το σύνολο της Ελλάδας για τα έτη 2010, 2015 και 2020.	46
Σχήμα 5.Εκπομπές μαύρου άνθρακα (σε Gg) από τις οδικές μεταφορές για την περίοδο 2010 – 2020.	54
Σχήμα 6.Εκπομπές μονοξειδίου του άνθρακα (σε Gg) από τις οδικές μεταφορές για την περίοδο 2010 – 2020.....	54
Σχήμα 7.Εκπομπές αμμωνίας (σε Gg) από τις οδικές μεταφορές για την περίοδο 2010 – 2020.	55

Σχήμα 8.Εκπομπές πτητικών οργανικών ενώσεων εκτός μεθανίου (σε Gg) από τις οδικές μεταφορές για την περίοδο 2010 – 2020.	55
Σχήμα 9.Εκπομπές οξειδίων του αζώτου (σε Gg) από τις οδικές μεταφορές για την περίοδο 2010 – 2020.	56
Σχήμα 10.Εκπομπές σωματιδίων PM10 (σε Gg) από τις οδικές μεταφορές για την περίοδο 2010 – 2020.	56
Σχήμα 11.Εκπομπές σωματιδίων PM2.5 (σε Gg) από τις οδικές μεταφορές για την περίοδο 2010 – 2020.	57
Σχήμα 12.Εκπομπές σωματιδίων PMcoarse (σε Gg) από τις οδικές μεταφορές για την περίοδο 2010 – 2020.	57
Σχήμα 13.Εκπομπές οξειδίων του θείου (σε Gg) από τις οδικές μεταφορές για την περίοδο 2010 – 2020.	58
Σχήμα 14.Εκπομπές καδμίου (σε Gg) από τις οδικές μεταφορές για την περίοδο 2010 – 2020.	58
Σχήμα 15.Εκπομπές μόλυβδου (σε Gg) από τις οδικές μεταφορές για την περίοδο 2010 – 2020.	59
Σχήμα 16.Διαχρονική εξέλιξη του στόλου των οχημάτων για την περιφέρεια της Στερεάς Ελλάδας και της Εύβοιας.....	65
Σχήμα 17.Διαχρονική εξέλιξη του στόλου των οχημάτων για την περιφέρεια της Πελοποννήσου	66
Σχήμα 18.Διαχρονική εξέλιξη του στόλου των οχημάτων για την περιφέρεια των Ιόνιων Νήσων.....	66
Σχήμα 19.Διαχρονική εξέλιξη του στόλου των οχημάτων για την περιφέρεια της Ηπείρου .	67
Σχήμα 20.Διαχρονική εξέλιξη του στόλου των οχημάτων για την περιφέρεια της Θεσσαλίας	68
Σχήμα 21.Διαχρονική εξέλιξη του στόλου των οχημάτων για την περιφέρεια της Κρήτης ...	68
Σχήμα 22.Διαχρονική εξέλιξη του στόλου των οχημάτων για την περιφέρεια του Βόρειου Αιγαίου	69
Σχήμα 23.Διαχρονική εξέλιξη του στόλου των οχημάτων για την περιφέρεια της Ανατολικής Μακεδονίας & Θράκης.....	70
Σχήμα 24.Διαχρονική εξέλιξη του στόλου των οχημάτων για την περιφέρεια της Κεντρικής Μακεδονίας.....	70
Σχήμα 25.Διαχρονική εξέλιξη του στόλου των οχημάτων για την περιφέρεια της Δυτικής Μακεδονίας.....	71
Σχήμα 26.Διαχρονική εξέλιξη του στόλου των οχημάτων για την περιφέρεια της Δυτικής Ελλάδας	72
Σχήμα 27.Διαχρονική εξέλιξη του στόλου των οχημάτων για την περιφέρεια της Αττικής... ..	72
Σχήμα 28.Διαχρονική εξέλιξη του στόλου των οχημάτων για την περιφέρεια του Νότιου Αιγαίου	73
Σχήμα 29.Καταναλώσεις οχημάτων για την περιφέρεια της Στερεάς Ελλάδας & Εύβοιας για τα έτη 2010, 2015 και 2020.....	74
Σχήμα 30.Καταναλώσεις οχημάτων για την περιφέρεια της Πελοποννήσου για τα έτη 2010, 2015 και 2020.....	74
Σχήμα 31.Καταναλώσεις οχημάτων για την περιφέρεια των Ιόνιων Νησιών για τα έτη 2010, 2015 και 2020.....	75
Σχήμα 32.Καταναλώσεις οχημάτων για την περιφέρεια της Ηπείρου για τα έτη 2010, 2015 και 2020.....	75

Σχήμα 33.Καταναλώσεις οχημάτων για την περιφέρεια της Θεσσαλίας για τα έτη 2010, 2015 και 2020.....	76
Σχήμα 34.Καταναλώσεις οχημάτων για την περιφέρεια της Κρήτης για τα έτη 2010, 2015 και 2020.....	76
Σχήμα 35.Καταναλώσεις οχημάτων για την περιφέρεια του Βόρειου Αιγαίου για τα έτη 2010, 2015 και 2020.....	77
Σχήμα 36.Καταναλώσεις οχημάτων για την περιφέρεια της Ανατολικής Μακεδονίας & Θράκης για τα έτη 2010, 2015 και 2020.....	77
Σχήμα 37.Καταναλώσεις οχημάτων για την περιφέρεια της Κεντρικής Μακεδονίας για τα έτη 2010, 2015 και 2020.....	78
Σχήμα 38.Καταναλώσεις οχημάτων για την περιφέρεια της Δυτικής Μακεδονίας για τα έτη 2010, 2015 και 2020.....	78
Σχήμα 39.Καταναλώσεις οχημάτων για την περιφέρεια της Δυτικής Ελλάδας για τα έτη 2010, 2015 και 2020.....	79
Σχήμα 40.Καταναλώσεις οχημάτων για την περιφέρεια της Αττικής για τα έτη 2010, 2015 και 2020.....	79
Σχήμα 41.Καταναλώσεις οχημάτων για την περιφέρεια του Νότιου Αιγαίου για τα έτη 2010, 2015 και 2020.....	80

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1.Έκρηξη ηφαιστείου	Εικόνα 2.Μεταφορά σκόνης.....	12
Εικόνα 3.Εκπομπές ρύπων από τη βιομηχανική δραστηριότητα (αριστερά) και τα οχήματα (δεξιά).....		13
Εικόνα 4.Διάγραμμα ατμοσφαιρικής ρύπανσης.....		13
Εικόνα 5.Ανάλυση μέσων συγκοινωνίας και μεταφοράς.....		18
Εικόνα 6.Καμπύλη εξάρτησης παραγωγής (NOx) συναρτήσεως της θερμοκρασίας.....		21
Εικόνα 7.Κλασματική απόσταξη αργού πετρελαίου.....		24
Εικόνα 8.Αρχεία excel του στόλου των οχημάτων.....		36
Εικόνα 9.Ταξινομήσεις νέων οχημάτων ανά χώρα και έτος της ΕΕ και χαρακτηριστικών αυτών.....		39
Εικόνα 10.Απόκομμα από την τελική μορφή των πινάκων των ταξινομήσεων.....		40
Εικόνα 11.Δεδομένα καταναλώσεων πετρελαιοειδών στη Ελλάδα ανά περιφέρεια.....		40
Εικόνα 12.Διαμόρφωση καταναλώσεων πετρελαιοειδών σε περιφέρειες στην Ελλάδα για το έτος 2010.....		41
Εικόνα 13.Πίνακας από σύνολα καυσίμων για το σύνολο της Ελλάδας.....		41
Εικόνα 14.Αρχική μορφή λήψης των δεδομένων των εκπομπών ρύπων των οδικών μεταφορών.....		42
Εικόνα 15.Τελική μορφή δεδομένων εκπομπών ρύπων.....		42
Εικόνα 16.Τελική μορφή πίνακα εκπομπών ρύπων από οδικές μεταφορές.....		43

Πίνακας Συντομογραφιών

CO	Μονοξείδιο του άνθρακα
NO	Μονοξείδιο του αζώτου
SO ₂	Διοξείδιο του θείου
HC	Υδρογονάνθρακες
PM	Σωματίδια
O ₃	Όζον
NO ₂	Διοξείδιο του αζώτου
CO ₂	Διοξείδιο του άνθρακα
CH ₄	Οργανικές ενώσεις
VOCs	Πτητικές οργανικές ενώσεις
N	Άζωτο
NO _x	Οξείδια του αζώτου
Pb	Μόλυβδος
PAH	Πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες
ΕΛΣΤΑΤ	Ελληνική Στατιστική Αρχή
Eurostat	Ευρωπαϊκή Στατιστική Υπηρεσία
ICCT	Στατιστικά στοιχεία Ευρωπαϊκής αγοράς
ΥΠΕΝ	Υπουργείο περιβάλλοντος και ενέργειας
EMEP	Κέντρο απογραφών και προβλέψεων ρύπων

Περίληψη

Στην συγκεκριμένη εργασία θα μελετηθούν τα χαρακτηριστικά του στόλου των οχημάτων ανά νομό στην Ελλάδα, θα διερευνηθούν ποιοτικά και ποσοτικά οι ταξινομήσεις νέων οχημάτων, η κατανάλωση καυσίμου και το είδος κινητήρα. Θα μελετηθούν οι αλλαγές στη σύνθεση του στόλου διαχρονικά και θα γίνει μελέτη των εκπομπών από τις οδικές μεταφορές για την Ελλάδα. Θα χρησιμοποιηθούν δεδομένα από την ΕΛΣΤΑΤ, τη Eurostat, την Ευρωπαϊκή Ένωση Κατασκευαστών Αυτοκινήτων (European Automobile Manufacturers' Association, or ACEA) και τη βάση δεδομένων εκπομπών EMEP (European Monitoring and Evaluation Programme). Στόχος είναι να διαπιστωθούν τα χαρακτηριστικά του στόλου των οχημάτων στην Ελλάδα και οι ρύποι που σχετίζονται με τη συγκεκριμένη πηγή ρύπανσης.

Λέξεις κλειδιά: (οδικές μεταφορές, στόλος οχημάτων, κατανάλωση καυσίμου, ατμοσφαιρική ρύπανση, ρύποι, καυσαέρια οχημάτων).

Abstract

In the present thesis, the characteristics of the fleet of vehicles per prefecture in Greece was studied, the classifications of new vehicles, the fuel consumption and the type of engine will be qualitatively and quantitatively investigated. Changes in the composition of the fleet over time as well as the emissions from road transport for Greece will be studied. Data from ELSTAT, Eurostat, the European Automobile Manufacturers' Association (or ACEA) and the EMEP (European Monitoring and Evaluation Programme) emissions database were used. The aim is to establish the characteristics of the vehicle fleet in Greece and the pollutants related to the specific source of pollution.

Keywords: (road transport, vehicle fleet, energy consumption, fuels, air pollution, pollutants, vehicle exhaust).

Εισαγωγή

Στην σύγχρονη εποχή, η ύπαρξη των προβλημάτων περί της ρύπανσης του ατμοσφαιρικού αέρα από τα οχήματα που επιτελούν τις οδικές μεταφορές είναι ιδιαίτερα έντονα. Από την κατανάλωση των συμβατικών καυσίμων στα οχήματα, προέρχονται τα καυσαέρια τα οποία δημιουργούν ρύπανση της ατμόσφαιρας. Στον Ελλαδικό χώρο ο στόλος των τροχοφόρων οχημάτων προκαλεί σε σημαντικό βαθμό προβλήματα τόσο στο περιβάλλον, όσο και στην ανθρώπινη υγεία. Καθώς ο πληθυσμός αυξάνεται με το πέρασ των ετών, αυξάνεται μαζί του και η ζήτηση περισσότερων αγαθών. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα και την αύξηση του στόλου των οχημάτων για ιδιωτική ή δημόσια χρήση για την κάλυψη των σημερινών αναγκών. Όμως, έχει και αρνητικά αποτελέσματα για την φύση και την καθημερινότητα του ανθρώπου που εμφανίζονται είτε άμεσα είτε σε βάθος χρόνου. Τα αποτελέσματα αυτά, απασχολούν τους επιστήμονες αλλά και τις χώρες που αντιμετωπίζουν πιο έντονα τις καταστάσεις ρύπανσης από τις μετακινήσεις οχημάτων.

Η μελέτη αυτή έχει σκοπό την οργάνωση και ανάλυση των επιμέρους δεδομένων από την ρύπανση της ατμόσφαιρας από τις εκπομπές ρύπων που προέρχονται από τις οδικές μεταφορές. Τα δεδομένα αυτά προέρχονται από εθνικούς και διεθνείς φορείς οι οποίοι καταγράφουν και επεξεργάζονται τις συγκεντρώσεις των ρύπων και την ποιότητα της ατμόσφαιρας. Οι στόχοι της μελέτης αυτής είναι η ενημέρωση των αναγνωστών σχετικά με τους ρυπαντές που εκλύουν τα μεταφορικά μέσα που καταναλώνουν καύσιμα σε μηχανές εσωτερικής καύσης και την διακύμανση τους στο διάστημα μιας δεκαετίας (2010 – 2020). Πιο συγκεκριμένα, αντλούνται στοιχεία από τους φορείς όσον αφορά την αέρια ρύπανση, τους ρύπους που εκλύονται από τις μηχανές καθώς και τα είδη καυσίμου που συνδέονται με αυτούς του ρύπους.

Συγκεντρώθηκαν στοιχεία από διάφορες πηγές και μελέτες που έχουν διεξαχθεί ώστε να χρησιμοποιηθούν ώστε να οδηγήσουν σε συμπεράσματα. Τα στοιχεία αυτά αξιοποιήθηκαν προκειμένου να καταγραφούν και απεικονιστικά με τη μορφή γραφημάτων τα οποία αναλύθηκαν και ερμηνεύτηκαν. Εν τέλει συσχετίστηκαν μεταξύ τους για την διεξαγωγή των τελικών αποτελεσμάτων τα οποία προκύπτουν και συζητούνται διεξοδικά. Επιπλέον, στο τέλος της εργασίας, αναφέρονται οι βιβλιογραφικές πηγές από τις οποίες αντλήθηκαν τα στοιχεία.

Κεφάλαιο 1: Θεωρητικό υπόβαθρο

1.1 Αέρια ρύπανση και οδικές μεταφορές

ΑΕΡΙΑ ΡΥΠΑΝΣΗ

Αέρια ρύπανση ή ατμοσφαιρική ρύπανση είναι η προσθήκη ουσιών – ρύπων στη ατμόσφαιρά που υπό φυσιολογικές συνθήκες δεν θα υπήρχαν σε αυτήν [1, 13]. Οι παράγοντες που την προκαλούν λέγονται ατμοσφαιρικοί ρυπαντές. Οι ρυπαντές αυτοί δεν μπορούν να γίνουν διαχειρίσιμοι από το φυσικό περιβάλλον με αποτέλεσμα να το επιβαρύνουν [17]. Η ρύπανση της ατμόσφαιρας χωρίζεται σε δύο κατηγορίες, τις φυσικές πηγές ρύπανσης και τις ανθρωπογενείς πηγές ρύπανσης [12, 14]. Και οι δύο κατηγορίες δημιουργούν εξίσου πρόβλημα στον αέρα και κατά συνέπεια και στο οικολογικό σύστημα [21]. Οι ατμοσφαιρικοί ρυπαντές στις πόλεις αποτελούν κυρίως μείγμα πολλών διαφορετικών ρυπαντών, από τους οποίους κάποιος είναι ορατοί, όπως η σκόνη και η αιθάλη, ενώ πολλοί είναι αόρατοι, όπως τα πολύ μικρά σωματίδια ή αέρια. Τα ορατά συστατικά είναι φανερά και τα μικρά σωματίδια και αέρια είναι αόρατα [17]. Η ρύπανση ταξινομείται ως πρωτογενής ή δευτερογενής και αυτό εξαρτάται από του ρυπαντές που την προκαλούν [4].

Ως φυσικές πηγές ρύπανση θεωρούνται οι πηγές μόλυνσης του αέρα στις οποίες δεν έχει επέμβει ο άνθρωπος [14]. Τέτοιες πηγές ρύπανσης μπορούν να θεωρηθούν οι εκρήξεις των ηφαιστειών και οι πυρκαγιές των δασών αφού απελευθερώνουν αέριους ρύπους (πχ μονοξείδιο του άνθρακα - CO) αλλά και σωματιδιακούς ρύπους (πχ καπνός). Φυσική πηγή ρύπανσης μπορεί να θεωρηθεί και το ίδιο το περιβάλλον όπως η έρημοι που με τους ανέμους μεταφέρουν ρύπους σε πολύ μεγάλες αποστάσεις αλλά και οι θάλασσες και οι ωκεανοί που απελευθερώνουν σωματιδιακούς ρύπους με το αλάτι. Οι δραστηριότητες του ανθρώπου, των ζώων και των φυτών είναι εστία ρύπανσης της ατμόσφαιρας με την παραγωγή αέριων ρύπων όπως το μεθάνιο ή σωματιδιακών ρύπων όπως η γύρη που παράγουν τα φυτά. Όμως οι φυσικές πηγές ρύπανσης ανησυχούν λιγότερο την κοινωνία και τους επιστήμονες διότι οι συγκεκριμένες πηγές ρύπανσης εκπέμπουν ρύπους και ποσότητες τους οποίους το ίδιο το περιβάλλον και η ατμόσφαιρα μπορούν να τους αφομοιώσουν με τους γεωλογικούς κύκλους που πραγματοποιούν. Η ρύπανση αυτή δεν κινεί τόσο το ενδιαφέρον σε επιστημονικό πλαίσιο αφού οι φυσικές πηγές ρύπανσης είναι τοπικής εμβέλειας και περιορισμένης χρονικής διάρκειας (πχ ηφαίστειο Αίτνας Σικελία) [14, 16].



Εικόνα 1. Έκρηξη ηφαιστείου



Εικόνα 2. Μεταφορά σκόνης

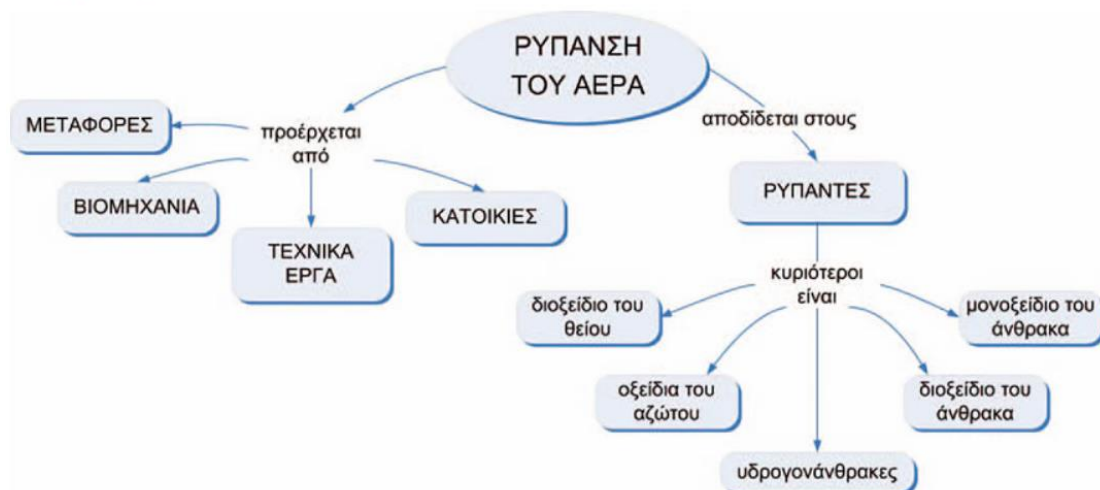
Ωστόσο, οι ανθρωπογενείς πηγές ρύπανσης είναι πιο ανησυχητικές και δημιουργούν μεγάλα και συνεχώς αυξανόμενα προβλήματα στον ατμοσφαιρικό αέρα. Οι πηγές ρύπανσης αυτές εκλύουν τεράστιες ποσότητες ρύπων σε πολύ μικρά χρονικά διαστήματα και σε συγκεκριμένες γεωγραφικές περιοχές [14]. Οι ανθρωπογενείς πηγές ρύπανσης είναι:

- Η παραγωγή θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας
- Η κατανάλωση ενέργειας
- Η εφαρμογή των χημικών λιπασμάτων
- Η εκτροφή ζώων
- Τα γεωργικά μηχανήματα

Η παραγωγή θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας είναι σε παγκόσμιο επίπεδο η σημαντικότερη ανθρωπογενής πηγή ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Για την παραγωγή ενέργειας είναι απαραίτητη η καύση τεράστιων ποσοτήτων ορυκτών καυσίμων όπως λιγνίτη, πετρελαίου και φυσικού αερίου. Με την καύση αυτών των ορυκτών καυσίμων παράγονται μεγάλες ποσότητες αέριων ρύπων αλλά και αιωρούμενων σωματιδίων επιβλαβών για την δημόσια υγεία αλλά και το περιβάλλον [12]. Η κατανάλωση της ενέργειας αναφέρεται τόσο στην ηλεκτρική όσο και στην καύση των συμβατικών καυσίμων. Η ηλεκτρική ενέργεια καταναλώνεται στην καθημερινότητά μας από διάφορες ηλεκτρικές συσκευές καθώς και για τον φωτισμό χώρων. Τα καύσιμα καταναλώνονται για την θέρμανση χώρων και για την κίνηση των οχημάτων μεταφοράς όπως αυτοκίνητα, λεωφορεία, πλοία κ.α. [14]. Η βιομηχανία είναι ακόμα ένας πολύ σημαντική πηγή αφού παράγονται μεγάλες ποσότητες ρύπων και καταναλώνεται ταυτόχρονα πολύ ενέργεια [3, 13]. Η εφαρμογή χημικών λιπασμάτων είναι σημαντικός παράγοντας ατμοσφαιρικής μόλυνσης αφού παράγονται οξείδια του αζώτου σε μεγάλες ποσότητες. Σημαντικές επίσης ποσότητες αερίων του θερμοκηπίου παράγονται από την εκτροφή αγροτικών ζώων [14, 21].



Εικόνα 3. Εκπομπές ρύπων από τη βιομηχανική δραστηριότητα (αριστερά) και τα οχήματα (δεξιά)



Εικόνα 4. Διάγραμμα ατμοσφαιρικής ρύπανσης

Ατμοσφαιρικοί Ρυπαντές

Ρύπος ή ρυπαντής είναι η ουσία που εκπέμπεται από την ανθρώπινη δραστηριότητα ή προκύπτει από την αλληλεπίδραση της ανθρώπινης δραστηριότητας με το οικοσύστημα και η οποία επιφέρει άμεσες ή έμμεσες επιπτώσεις στην ευεξία και υγεία του ανθρώπου και όλων των έμβιων οργανισμών [4]. Οι ρύποι ταξινομούνται σε πρωτογενείς και σε δευτερογενείς. Πρωτογενείς ρυπαντές, είναι οι ουσίες που παράγονται απευθείας από μια διαδικασία, όπως η στάχτη από την καύση άνθρακα ή το μονοξείδιο του άνθρακα από τις εξατμίσεις των οχημάτων (π.χ. CO, NO, SO₂, HC, σωματίδια). Οι δευτερογενείς ρυπαντές δεν απελευθερώνονται απευθείας, αλλά δημιουργούνται στον αέρα όταν οι πρωτογενείς ρυπαντές αλληλοεπιδρούν. Το όζον (O₃) και το διοξείδιο του αζώτου (NO₂) αποτελούν παράδειγμα δευτερογενών ρυπαντών. Οι ρύποι μπορούν να εντοπιστούν στην ατμόσφαιρα σε τρεις διαφορετικές καταστάσεις. Αυτές είναι σε αέριους ρύπους, σε υγρούς και σε στερεούς αιωρούμενων ρύπους [16, 17].

Οι ρύποι επίσης μπορούν να κατηγοριοποιηθούν και με την χημική τους σύσταση. Μία κατηγορία ρύπων είναι οι μη οργανικές ενώσεις που περιέχουν άνθρακα (C) όπως το μονοξείδιο του άνθρακα (CO) ή το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂). Μία ακόμα κατηγορία ρύπων είναι οι οργανικές ενώσεις (CH₄) και οι ανώτερες πτητικές οργανικές ενώσεις (VOCs). Οι ενώσεις που περιέχουν θείο (S) καθώς και οι ενώσεις που περιέχουν άζωτο (N) είναι μία χημική κατηγορία ρύπων. Τέλος τα σωματίδια ύλης και τα φωτοχημικά οξειδωτικά είναι κατηγορίες ρύπων της ατμόσφαιρας που αποτελούνται από επικίνδυνες και τοξικές ουσίες [14, 17].

Πρωτογενείς ατμοσφαιρικοί ρυπαντές

Διοξείδιο του άνθρακα (CO₂): Είναι το αέριο που κατά το πλείστον ευθύνεται για το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Είναι άχρωμο και άοσμο για χαμηλές συγκεντρώσεις ενώ για υψηλές συγκεντρώσεις έχει οξεία οσμή. Προέρχεται από την καύση άνθρακα, πετρελαίου και φυσικού αερίου. Η καύση του δημιουργεί χαρακτηριστική μπλε φλόγα. Σε υψηλές συγκεντρώσεις είναι τοξικό και μπορεί να προκαλέσει θάνατο [14].

Μονοξείδιο του άνθρακα (CO): Είναι ένα άοσμο, άχρωμο αέριο που παράγεται από την ατελή οξείδωση (καύση) του άνθρακα. Το μονοξείδιο του άνθρακα παράγεται φυσιολογικά από την οξείδωση του μεθανίου, στους ωκεανούς και την ατμόσφαιρα, το οποίο παράγεται από την οργανική αποσύνθεση. Οφείλεται στην ατελή καύση καυσίμων όπως βενζίνη, λάδι και καυσόξυλα. Στις πόλεις, η μεγαλύτερη πηγή μονοξειδίου του άνθρακα είναι τα μηχανοκίνητα οχήματα, παρότι μπορεί να παραχθεί από οποιαδήποτε διεργασία καύσης. Όταν εισπνέεται, μεταφέρεται στο αίμα, όπου αποτρέπει την παροχή οξυγόνου. Σε μικρές αναλογίες η αίσθηση είναι σαν κόπωση, πονοκεφάλους και ζάλη και σε μεγάλο ποσοστό μπορεί να είναι θανατηφόρα [14, 17].

Διοξείδιο του θείου (SO₂): Το διοξείδιο του θείου στην ατμόσφαιρα προέρχεται τόσο από φυσικές όσο και από ανθρώπινες δραστηριότητες. Οι φυσικές διεργασίες, όπως ηφαιστειακές εκρήξεις, απελευθερώνουν συστατικά θείου. Δημιουργείται από την καύση του άνθρακα και οι κύριες ανθρώπινες δραστηριότητες από τις οποίες παράγεται διοξείδιο του θείου είναι το λιώσιμο ορυκτών μεταλλευμάτων που περιέχουν θείο και η καύση ορυκτών καυσίμων. Είναι σοβαρή αιτία αιθαλομίχλης και όξινης βροχής. Το διοξείδιο του θείου διαλύεται στο νερό σχηματίζοντας θειικό οξύ το οποίο είναι εξαιρετικά διαβρωτικό στη φύση. Στον ανθρώπινο οργανισμό δημιουργεί σοβαρές αναπνευστικές διαταραχές. Είναι επίσης πολύ επιβλαβές για υλικά, φυτά και ζωικό ιστό [14, 17].

Οξειδία του αζώτου (NOx): Η κύρια ανθρώπινη δραστηριότητα από την οποία παράγονται οξείδια του αζώτου είναι η καύση καυσίμων, ειδικά σε μηχανοκίνητα οχήματα. Τα οξείδια του αζώτου σχηματίζονται στην ατμόσφαιρα με την καύση των καυσίμων σε υψηλές θερμοκρασίες. Το μεγαλύτερο ποσοστό βρίσκεται υπό τη μορφή οξειδίου του αζώτου, και λιγότερο από το 10% με τη μορφή διοξειδίου του αζώτου. Όταν απελευθερωθεί, το οξείδιο του αζώτου συνδυάζεται με το οξυγόνο («οξειδώνεται») και σχηματίζεται διοξείδιο του αζώτου. Αυτά τα οξείδια του αζώτου μπορεί να παραμείνουν στην ατμόσφαιρα για αρκετές ημέρες, και στο διάστημα αυτό, μέσω χημικών διεργασιών μπορεί να παραχθούν νιτρικό οξύ και διάφορα σωματίδια, όπως νιτρικά και νιτρώδη. Αυτά τα οξείδια του αζώτου παίζουν σημαντικό ρόλο στις χημικές αντιδράσεις που δημιουργούν τη φωτοχημική αιθαλομίχλη. Τα οξείδια του αζώτου προκαλούν όξινη βροχή που αυτή με την σειρά της βλάπτει σε μεγάλο βαθμό την βλάστηση, το νερό σε λίμνες και ποτάμια καθώς εξοντώνει βακτήρια τα οποία είναι τροφή των ψαριών [14, 17].

Μόλυβδος (Pb): Η κύρια πηγή μόλυβδου στην ατμόσφαιρα είναι τα καύσιμα που περιέχουν μόλυβδο των μηχανοκίνητων οχημάτων. Οι εκπομπές από την κατανάλωση καυσίμων ήταν το υψηλότερο ποσοστό δηλητηρίασης που μετριάστηκε εν μέρει με τους λεγόμενους καταλύτες. Η εισαγωγή αμόλυβδου καυσίμου το 1985 είχε ως αποτέλεσμα σημαντική μείωση του μόλυβδου στην ατμόσφαιρα. Ο μόλυβδος είναι ένα βαρύ και τοξικό μέταλλο, και η παρουσία του στο σώμα μπορεί να προκαλέσει βλάβη της εγκεφαλικής λειτουργίας, ειδικά σε παιδιά αφού θεωρείται καρκινογόνο υλικό. Εξακολουθούν να υπάρχουν προϊόντα με υψηλή περιεκτικότητα σε αυτό το υλικό, χρώματα, μπαταρίες, βαφές κ.λπ. [14, 17].

Σωματιδιακή ύλη: Η σωματιδιακή ύλη είναι ένας όρος που χρησιμοποιείται για να περιγράψει ένα ευρύ πεδίο μικροσκοπικών στερεών ή υγρών σωματιδίων διασκορπισμένων στην ατμόσφαιρα. Η σωματιδιακή ύλη περιλαμβάνει ζωντανούς οργανισμούς, όπως βακτήρια, ιούς, μούχλα, φύκια, γυρεόκοκκους. Τα μη ζωντανά σωματίδια στην ατμόσφαιρα είναι σταγονίδια, καπνός, αναθυμιάσεις, σκόνη. Σωματιδιακή ύλη σε συγκεντρώσεις απειλητικές για την υγεία μπορεί να ελευθερώνεται από διάφορες πηγές, όπως για παράδειγμα ηφαίστεια και καταιγίδες σκόνης, εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, βιομηχανικές διεργασίες και αποτεφρωτήρες. Το μέγεθος αυτής της σωματιδιακής ύλης κυμαίνεται κάτω από 0,1 μικρόμετρα (μm) μέχρι εκατοντάδες μικρόμετρα. Τα σωματίδια που έχουν αεροδυναμική διάμετρο μικρότερη από 10 μm αναφέρονται ως PM₁₀. Επειδή αυτά τα σωματίδια είναι αρκετά μικρά για να εισέλθουν στο ανθρώπινο αναπνευστικό σύστημα, καλούνται επίσης και «εισπνεύσιμη σωματιδιακή ύλη» και προκαλούν διάφορες αναπνευστικές ασθένειες. Τα σωματίδια που είναι μεγαλύτερα από 10 μικρόμετρα συνήθως συγκρατούνται από τα τριχίδια της μύτης, και δεν εισέρχονται

στην αναπνευστική οδό. Επομένως, τα σωματίδια που είναι μεγαλύτερα από 10 μικρόμετρα δεν προκαλούν μεγάλη βλάβη, πέρα από τον ερεθισμό της μύτης και των οφθαλμών [14, 17].

Όζον (O₃): Το όζον είναι ένα άχρωμο αέριο που σχηματίζεται από τις χημικές αντιδράσεις μεταξύ δραστικών οργανικών αερίων και οξειδίων του αζώτου παρουσία του ηλιακού φωτός. Το όζον είναι ένας από τους δευτερογενείς ερεθιστικούς ρυπαντές που υπάρχουν στην αιθαλομίχλη που δημιουργείται στις αστικές περιοχές. Υπάρχει επίσης και το στρώμα του όζοντος στην στρατόσφαιρα σε ύψος 12-50 χιλιομέτρων. Σε αντίθεση με το όζον κοντά στην επιφάνεια, αυτό το στρώμα όζοντος είναι εξαιρετικά σημαντικό επειδή αποτρέπει την θανατηφόρα ακτινοβολία UV από το να φτάσει στο έδαφος [17].

Ατμοσφαιρικοί ρύποι PAH: Είναι οι πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες. Οι ρύποι PAH είναι ουσίες που δημιουργούνται κατά την διάρκεια της ατελούς καύσης των οργανικών υλών. Αυτό που έχει ερευνηθεί περισσότερο είναι το βενζοπυρένιο. Οι βασικές πηγές PAH στον ατμοσφαιρικό αέρα είναι τα καυσαέρια των μηχανοκίνητων οχημάτων και πιο συγκεκριμένα των μηχανών πετρελαίου, οι βιομηχανικές εκπομπές και οι δασικές πυρκαγιές. Παράλληλα παράγονται από και από τα συστήματα θέρμανσης καθώς και από την καύση της βιομάζας. Μπορούν να προκαλέσουν πολλές ασθένειες στον άνθρωπο και συγκεκριμένα θίγοντας τα αναπνευστικά και δερματικά προβλήματα υγείας [14].

Πτητικές οργανικές ενώσεις (VOCs): Οι πτητικές οργανικές ενώσεις (volatile organic compounds, VOCs) είναι μια μεγάλη ομάδα υγρών και αερίων, πολλές από τις οποίες είναι άχρωμες και άοσμες. Είναι αιτίες χημικής ρύπανσης που ταξιδεύουν στην ατμόσφαιρα. Δεδομένου ότι είναι πτητικές ουσίες, τα υγρά εξατμίζονται εύκολα σε θερμοκρασία δωματίου απελευθερώνοντας ουσίες όπως βενζίνη, τολουόλιο, ξυλόλιο και υπερχλωροαιθυλένιο. Οι πτητικές οργανικές ενώσεις είναι ιδιαίτερα ανησυχητικές επειδή αντιδρούν στον αέρα με άλλους ρύπους και το αποτέλεσμα είναι η δημιουργία όζοντος. Θεωρούνται ιδιαίτερα επιβλαβείς για την ανθρώπινη υγεία [11, 14].

Επιπτώσεις Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης

Αναμενόμενο της ατμοσφαιρικής ρύπανσης είναι τα προβλήματα που δημιουργούνται είτε απευθείας είτε με την πάροδο του χρόνου. Η πλειοψηφία των συνεπειών της ρύπανσης του αέρα είναι ιδιαίτερα σημαντική για το περιβάλλον, τα αγαθά που είναι εκτεθειμένα στον ελεύθερο αέρα και για την ανθρώπινη υγεία [4].

Οι άνθρωποι βιώνουν ένα ευρύ φάσμα επιπτώσεων στην υγεία από την έκθεση στην ατμοσφαιρική ρύπανση. Η ατμοσφαιρική ρύπανση επηρεάζει

διαφορετικές ομάδες ανθρώπων με διαφορετικούς τρόπους και τα πιο σοβαρά αποτελέσματα εμφανίζονται σε άτομα που είναι ήδη άρρωστα. Τα αποτελέσματα μπορούν να χωριστούν σε βραχυπρόθεσμες και μακροπρόθεσμες επιπτώσεις [13, 14].

Οι βραχυπρόθεσμες επιπτώσεις, που είναι προσωρινές, περιλαμβάνουν ασθένειες όπως η πνευμονία ή η βρογχίτιδα. Περιλαμβάνουν επίσης δυσφορία όπως ερεθισμό στη μύτη, το λαιμό, τα μάτια ή το δέρμα. Η ατμοσφαιρική ρύπανση μπορεί επίσης να προκαλέσει πονοκεφάλους, ζάλη και ναυτία. Οι άσχημες μυρωδιές από εργοστάσια, σκουπίδια ή αποχετευτικά συστήματα θεωρούνται επίσης ατμοσφαιρική ρύπανση, λιγότερο σοβαρές αλλά και πάλι δυσάρεστες.

Οι μακροπρόθεσμες επιπτώσεις της ατμοσφαιρικής ρύπανσης μπορεί να διαρκέσουν για χρόνια ή για μια ολόκληρη ζωή. Μπορούν να οδηγήσουν ακόμη και στο θάνατο ενός ατόμου. Οι μακροπρόθεσμες επιπτώσεις στην υγεία από την ατμοσφαιρική ρύπανση περιλαμβάνουν καρδιακές παθήσεις, καρκίνο του πνεύμονα και αναπνευστικές ασθένειες όπως το εμφύσημα. Η ατμοσφαιρική ρύπανση μπορεί επίσης να προκαλέσει μακροχρόνιες βλάβες στα νεύρα, τον εγκέφαλο, τα νεφρά, το συκώτι και άλλα όργανα των ανθρώπων. Μερικοί επιστήμονες υποπτεύονται ότι οι ατμοσφαιρικοί ρύποι προκαλούν γενετικές ανωμαλίες. Σχεδόν 2,5 εκατομμύρια άνθρωποι πεθαίνουν σε όλο τον κόσμο κάθε χρόνο από τις επιπτώσεις της ατμοσφαιρικής ρύπανσης σε εξωτερικούς ή εσωτερικούς χώρους [6].

Οι άνθρωποι αντιδρούν διαφορετικά σε διαφορετικούς τύπους ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Τα μικρά παιδιά και οι μεγαλύτεροι ενήλικες, των οποίων το ανοσοποιητικό σύστημα τείνει να είναι πιο αδύναμο, είναι συχνά πιο ευαίσθητα στη ρύπανση. Καταστάσεις όπως το άσθμα, οι καρδιακές παθήσεις και οι πνευμονικές παθήσεις μπορεί να επιδεινωθούν από την έκθεση στην ατμοσφαιρική ρύπανση. Η διάρκεια της έκθεσης, η ποσότητα και ο τύπος των ρύπων είναι επίσης παράγοντες [13, 14, 21].

Όπως οι άνθρωποι, τα ζώα και τα φυτά, ολόκληρα οικοσυστήματα μπορεί να υποστούν επιπτώσεις από την ατμοσφαιρική ρύπανση. Η ομίχλη, όπως και η αιθαλομίχλη, είναι ένας ορατός τύπος ατμοσφαιρικής ρύπανσης που κρύβει σχήματα και χρώματα. Η θολή ατμοσφαιρική ρύπανση μπορεί ακόμη και να πνίξει τους ήχους.

Τα σωματίδια της ατμοσφαιρικής ρύπανσης τελικά πέφτουν πίσω στη Γη. Η ατμοσφαιρική ρύπανση μπορεί να μολύνει άμεσα την επιφάνεια των υδάτινων μαζών και του εδάφους. Αυτό μπορεί να σκοτώσει τις καλλιέργειες ή να μειώσει την απόδοσή τους. Μπορεί να σκοτώσει νεαρά δέντρα και άλλα φυτά.

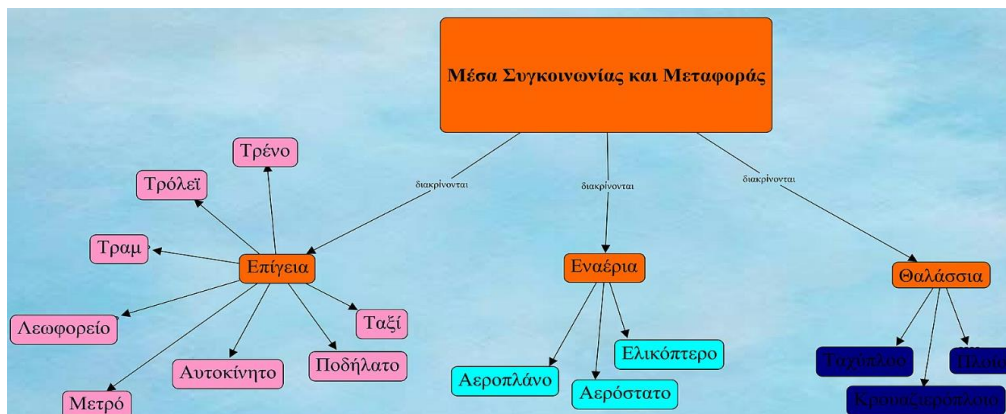
Το διοξείδιο του θείου και τα σωματίδια οξειδίου του αζώτου στον αέρα, μπορούν να δημιουργήσουν όξινη βροχή όταν αναμιγνύονται με νερό και οξυγόνο στην ατμόσφαιρα. Αυτοί οι ατμοσφαιρικοί ρύποι προέρχονται κυρίως από σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής με καύση άνθρακα και μηχανοκίνητα οχήματα. Όταν η όξινη βροχή πέφτει στη Γη, βλάπτει τα φυτά αλλάζοντας τη σύνθεση του εδάφους,

υποβαθμίζει την ποιότητα του νερού σε ποτάμια, λίμνες και ρέματα, βλάπτει τις καλλιέργειες και μπορεί να προκαλέσει φθορά κτιρίων και μνημείων.

Όπως οι άνθρωποι, τα ζώα μπορούν να υποστούν επιπτώσεις στην υγεία από την έκθεση στην ατμοσφαιρική ρύπανση. Γεννητικές ανωμαλίες, ασθένειες και χαμηλότερα ποσοστά αναπαραγωγής έχουν αποδοθεί όλα στην ατμοσφαιρική ρύπανση [14].

ΟΔΙΚΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ

Οδικές μεταφορές είναι η διαδικασία μεταφοράς αγαθών ή ανθρώπων από τον έναν προορισμό στον άλλο μέσω των δρόμων. Οι οδικές μεταφορές μπορούν να ομαδοποιηθούν χονδρικά σε μεταφορές εμπορευμάτων και μεταφορές ανθρώπων. Η οδική μεταφορά είναι ο συχνότερα χρησιμοποιούμενος τρόπος υπηρεσίας παράδοσης εμπορευμάτων σε όλο τον κόσμο. Παρόλο που οι θαλάσσιες, αεροπορικές ή σιδηροδρομικές μεταφορές θα ήταν σε μεγάλο βαθμό χρησιμοποιούμενο μέσο λύσης για μεγαλύτερες εμπορευματικές μεταφορές για μεγάλες αποστάσεις, οι οδικές μεταφορές είναι κυρίαρχες στην υπηρεσία παράδοσης εμπορευμάτων σε όλο το κόσμο. Η κίνηση στους δρόμους μπορεί να γίνει με ποδήλατο, αυτοκίνητο, λεωφορείο, φορτηγό. Τα φορτία μπορούν να μεταφέρονται με φορτηγά ενώ οι επιβάτες με τα μέσα μαζικής μεταφοράς [7].



Εικόνα 5. Ανάλυση μέσων συγκοινωνίας και μεταφοράς

Τα μέσα μαζικής μεταφοράς και τα μέσα μεταφοράς ιδιωτικής χρήσης είναι αναπόσπαστο κομμάτι της καθημερινότητάς μας. Οι άνθρωποι μετακινούνται οδικώς σε καθημερινή βάση για να καλύψουν τις ανάγκες τους. Για παράδειγμα, η μετακίνηση των ανθρώπων για την εργασία, για την αναψυχή ή για την κάλυψη αγαθών είναι παραδείγματα οδικών μεταφορών που πραγματοποιούνται σε καθημερινή βάση. Στην κατηγορία των οδικών μεταφορών κατανέμονται και οι τουριστικές μετακινήσεις του ανθρώπου από τον ένα προορισμό στον άλλον. Παράλληλα, μέσω των οδικών μεταφορών γίνεται και η μεταφορά των προϊόντων και των αγαθών. Τα εμπορεύματα μεταφέρονται κυρίως με τα φορτηγά οχήματα ειδικά

όταν πρόκειται για μεγάλες ποσότητες και μεγάλες αποστάσεις. Έτσι μπορεί να γίνει και κατηγοριοποίηση των οχημάτων ανάλογα με την μεταφορά την κάθε φορά. Για οδικές μεταφορές επιβατών χρησιμοποιούνται συνήθως τα επιβατικά οχήματα ιδιωτικής ή δημόσιας χρήσης, τα λεωφορεία και οι μοτοσυκλέτες. Τα φορτηγά χρησιμοποιούνται για οδικές μεταφορές αγαθών υλικών για μεγάλες αποστάσεις και μεγάλες ποσότητες. Χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο από επαγγελματίες οδηγούς που είναι εργαζόμενοι ή ιδιώτες των φορτηγών οχημάτων.

Με την χρήση των οδικών μεταφορών μπορεί να θεωρηθεί ότι έχει είτε αρνητικές είτε θετικές επιπτώσεις και αυτό ανάλογα την χρήση της. Όσον αφορά την μετακίνηση επιβατών όταν αυτό συμβαίνει μαζικά μέσω των μέσων μαζικής μεταφοράς, υπάρχουν θετικά αποτελέσματα. Γίνεται οικονομία καυσίμων και ενέργειας σε μεγάλο βαθμό διότι αποφεύγεται έτσι η άσκοπη χρήση των ιδιωτικών οχημάτων (αυτοκίνητα, μοτοσυκλέτες). Παράλληλα εκπέμπονται λιγότεροι ρύποι στην ατμόσφαιρα και υπάρχει έτσι καθαρότερος αέρας. Επιπλέον, στις μεταφορές των υλικών όταν γίνονται μαζικά με χρήση φορτηγών, υπάρχουν και πάλι τα ίδια αποτελέσματα αφού μεταφέρονται υλικά με μεγάλες ποσότητες αντί σε ατομικές μεταφορές τους.

1.2 Ρύποι που συνδέονται/εκλύονται από τις μηχανές εσωτερικής καύσης των οχημάτων.

Όπως είναι γνωστό τα οχήματα κινούνται κυρίως με μηχανές εσωτερικής καύσης οι οποίες καταναλώνουν κατά κύριο λόγο συμβατικά καύσιμα (βενζίνη, πετρέλαιο diesel, υγραέριο, φυσικό αέριο). Όμως κατά την καύση των καυσίμων αυτών εκλύονται στον ελεύθερο αέρα ρύποι που με την σειρά τους δημιουργούν σημαντικά προβλήματα. Ακόμα και μετά από βελτιώσεις που έχουν γίνει στις μηχανές εσωτερικής καύσης για τις εκπομπές των ρύπων, τα προβλήματα που συσχετίζονται με τους ρυπαντές από τα οχήματα ανησυχούν ακόμα τους επιστήμονες του κλάδου. Οι ρύποι που εκπέμπουν οι μηχανές εσωτερικής καύσης είναι ιδιαίτερα επικίνδυνοι. Μερικοί από αυτούς είναι το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), το μονοξείδιο του άνθρακα (CO), το διοξείδιο του θείου (SO_2), τα οξείδια του αζώτου (NO_x), οι υδρογονάνθρακες (HC) και τα σωματίδια (PM). Οι ρύποι αυτοί καλούνται και πρωτογενείς ατμοσφαιρικοί ρύποι.

Το άζωτο N_2 σε κανονικές συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας είναι ένα άχρωμο, άοσμο, άκαυστο και μη δηλητηριώδες χημικό στοιχείο. Ένα από τα κύρια συστατικά του ατμοσφαιρικού αέρα είναι το άζωτο (N_2) αφού βρίσκεται σε αυτόν σε ποσοστό 78%. Παράλληλα, όπως είναι γνωστό στις μηχανές εσωτερικής καύσης εισέρχεται αέρας για την καύση του καυσίμου. Έτσι κατά την εισαγωγή του αέρα στο εσωτερικό της μηχανής, μαζί του εισέρχεται και άζωτο το οποίο κατά την έξοδο του στην ατμόσφαιρα εξέρχεται άκαυστο ή μετασχηματισμένο σε οξείδια του αζώτου (NO_x). Τα άτομα του αζώτου κατά την καύση ενώνονται με το οξυγόνο που υπάρχει στον αέρα λόγω θερμότητας που υπάρχει και έτσι δημιουργούνται ρύποι οξειδίων του αζώτου.

Το ελεύθερο οξυγόνο (O_2) σε κανονικές συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας είναι ένα άχρωμο, άοσμο, άγευστο και μη δηλητηριώδες χημικό στοιχείο. Βρίσκεται στον ελεύθερο αέρα σε ποσοστό 21% και είναι πολύ σημαντικό διότι είναι υπεύθυνο για όλες τις καύσεις. Η εισαγωγή του στις μηχανές εσωτερικής καύσης μέσω του αέρα είναι απαραίτητη ώστε να πραγματοποιηθεί καύση.

Το νερό (H_2O) εισέρχεται και αυτό με την σειρά του στο εσωτερικό των μηχανών εσωτερικής καύσης με την μορφή υγρασίας. Κατά την καύση στις μηχανές επιπλέον, παράγονται μόρια νερού τα οποία αποβάλλονται από την εξάτμιση σαν σταγόνες νερού λόγω συμπύκνωσης στην φάση της προθέρμανσης κατά την κρύα καύση. Τα μόρια αυτά του νερού δεν αποτελούν επικίνδυνα συστατικά για τα καυσαέρια των οχημάτων [22, 23, 24].

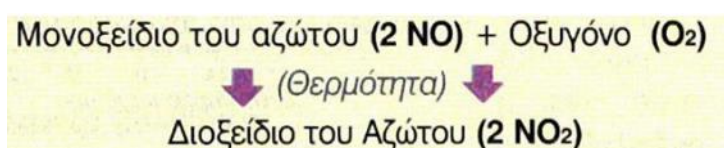
Οι σημαντικότεροι ρύποι που εκλύονται από τις μηχανές εσωτερικής καύσης είναι οι εξής:

- Το μονοξείδιο του άνθρακα (CO)
- Τα οξείδια του αζώτου (NO_x)
- Οι υδρογονάνθρακες (HC)
- Το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2)
- Το διοξείδιο του θείου (SO_2)
- Τα αιωρούμενα σωματίδια (PM)

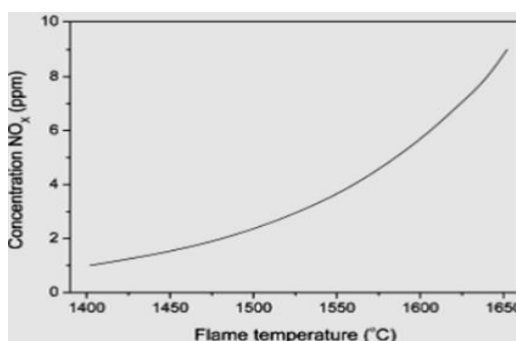
Το μονοξείδιο του άνθρακα (CO) είναι ένας πρωτογενής ρυπαντής, άχρωμος, άοσμος. Το CO είναι ένα δηλητηριώδες αέριο. Δεσμεύει την αιμογλοβίνη του αίματος και έτσι εμποδίζει τη μεταφορά του αίματος στους ιστούς προκαλώντας θάνατο. Το μονοξείδιο του άνθρακα εμφανίζεται στο καυσαέριο κινητήρων που λειτουργούν με πλούσιο μίγμα, όταν δεν υπάρχει αρκετό οξυγόνο για τη μετατροπή του άνθρακα του καυσίμου σε διοξείδιο του άνθρακα. Η πιο σημαντική παράμετρος που επηρεάζει τις εκπομπές του μονοξειδίου του άνθρακα είναι συνεπώς ο λόγος ισοδυναμίας. Όλες οι άλλες παράμετροι επηρεάζουν δευτερευόντως τις εκπομπές CO . Έτσι, τα αποτελέσματα που παίρνονται μεταβάλλοντας τον λόγο ισοδυναμίας έχουν γενική ισχύ. Το μονοξείδιο του άνθρακα (CO) μετατρέπεται σε διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) με περαιτέρω οξείδωση, αλλά ο διαθέσιμος χρόνος αντίδρασης είναι συγκριτικά μικρός και δεν μπορεί να μετατρέψει όλο το υπόλοιπο μονοξείδιο του άνθρακα (CO) σε διοξείδιο του άνθρακα (CO_2). Έχει υπολογιστεί ότι κάθε αυτοκίνητο εκλύει ανά έτος 0,5 – 1 τόνο μονοξείδιο του άνθρακα. Αυτό που πρακτικά μπορεί να ελαττώσει τις συγκεντρώσεις του CO στα καυσαέρια είναι να επιτευχθεί η τέλεια καύση, κάνοντας την αναλογία αέρα καυσίμου όσος το δυνατό μέγιστη χωρίς όμως να δημιουργεί περεταίρω προβλήματα [22, 23, 24].

Τα οξείδια του αζώτου (NO_x) του χημικού στοιχείου του αζώτου (N_2) με το ελεύθερο οξυγόνο (O_2). Υπάρχουν πολλές ενώσεις του αζώτου με το οξυγόνο όπως για παράδειγμα το μονοξείδιο του αζώτου (NO), το διοξείδιο του αζώτου (NO_2) ή το

υδροξόνιο (N_2O_3) και διαφέρουν ανάλογα τις συνθήκες (θερμοκρασία, πίεση κλπ.) με τις οποίες σχηματίζονται. Οι αντιδράσεις σχηματισμού NO_x εξαρτώνται πολύ από την θερμοκρασία και έτσι οι εκπομπές NO_x από τον κινητήρα είναι ανάλογες του φορτίου ενώ είναι σχετικά χαμηλές στη φάση της ψυχρής εκκίνησης. Στους κινητήρες εναύσεως με σπινθήρα, τα NO_x αποτελούνται κυρίως από μονοξείδιο του αζώτου (NO) καθώς η συγκέντρωση του διοξειδίου του αζώτου (NO_2) είναι της τάξης του 1% με 2%. Το (N_2) από μόνο του είναι ένα αδρανές χημικό στοιχείο όμως όταν ενωθεί με το O_2 δημιουργεί τα οξείδια του αζώτου τα οποία είναι πολύ επικίνδυνα και επιβλαβείς ρύποι. Το διοξείδιο του αζώτου (NO_2) είναι ένα από του πιο επιβλαβείς ρυπαντές διότι συμμετέχει σημαντικά στη δημιουργία του φωτοχημικού νέφους. Επίσης δημιουργείται σε φτωχά μίγματα και μόνο από τέλεια καύση παρουσία υψηλής θερμοκρασίας [22, 23, 24].



Τα (NO_x) μπορούν να μειωθούν σημαντικά μειώνοντας τη θερμοκρασία μέσα στο θάλαμο καύσης, ρύθμιση του λόγου αέρα καυσίμου καθώς και να γίνει αργή η καύση μέσα στον θάλαμο.



Εικόνα 6. Καμπύλη εξάρτησης παραγωγής (NO_x) συναρτήσει της θερμοκρασίας

Η παραπάνω καμπύλη απεικονίζει την αύξηση της συγκέντρωσης των οξειδίων του αζώτου συναρτήσει της θερμοκρασίας της αντίδρασης. Καθώς αυξάνεται η θερμοκρασία αυξάνεται εκθετικά και η συγκέντρωση των (NO_x) στα καυσαέρια.

Υδρογονάνθρακες (HC) είναι μια μεγάλη ομάδα ενώσεων που, αποτελούνται μόνον από άτομα άνθρακα και υδρογόνου. Είναι και αυτοί πρωτογενείς ρύποι και είναι άκαυστοι. Στην ουσία είναι (HC) οι οποίοι κατά την καύση δεν καίγονται (άκαυστο καύσιμο) και εξέρχονται από την εξάτμιση του οχήματος. Τα γνωστά καύσιμα υδρογονανθράκων αποτελούνται από 10 έως 20 κύρια είδη και 100 έως 200 δευτερεύοντα είδη. Τα περισσότερα από αυτά τα είδη ανιχνεύονται και στο καυσαέριο στους κινητήρες εναύσεως με σπινθήρα. Ωστόσο, στους ίδιους κινητήρες, κάποιοι από τους υδρογονάνθρακες στο καυσαέριο δεν υπάρχουν στο αρχικό καύσιμο αλλά είναι υδρογονάνθρακες που προέρχονται από τη χημική μεταβολή της

δομής του καυσίμου στον κύλινδρο, από τις χημικές αντιδράσεις που δεν ολοκληρώθηκαν. Αυτοί αποτελούν το 50% των συνολικών εκπεμπόμενων υδρογονανθράκων. Τα προϊόντα αυτών των μη ολοκληρωμένων αντιδράσεων περιλαμβάνουν ακεταλδεΐδη, φορμαλδεΐδη, 1,3 βουταδιένιο και βενζένιο τα οποία κατηγοριοποιούνται ως τοξικές εκπομπές. Οι υδρογονάνθρακες παράγονται κατά κύριο λόγο από το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο. Οι ενώσεις αυτές θεωρούνται καρκινογόνες. Υποθετικά αν το καύσιμο καιγόταν πλήρως (τέλεια καύση), τότε δεν θα υπήρχαν υδρογονάνθρακες στην εξάτμιση των μηχανών εσωτερικής καύσης. Οι υδρογονάνθρακες από τους κινητήρες diesel (κινητήρες εναύσεως με συμπίεση) προέρχονται κυρίως από:

- 1) Το παγιδευμένο καύσιμο στον εγχυτήρα στο τέλος της έγχυσης που στη συνέχεια διαχέεται προς τα έξω.
- 2) Την υπερβολικά φτωχή ανάμιξη του καυσίμου με τον αέρα που περιβάλλει το σπρέι με αποτέλεσμα την αδυναμία καύσης.
- 3) Το παγιδευμένο καύσιμο στα τοιχώματα, στις χαραμάδες, στις αποθέσεις ή στο λάδι λόγω της σύγκρουσης από τη δέσμη του καυσίμου [19, 22, 23].

Το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) είναι μία χημική ένωση που αποτελείται από δύο άτομα οξυγόνου που είναι ενωμένα με ομοιοπολικό δεσμό τα οποία ενώνονται με ένα άτομο άνθρακα. Το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) σχηματίζεται από την καύση διαφόρων στοιχείων που περιέχουν άνθρακα (πχ βενζίνη, πετρέλαιο) και είναι ένα προϊόν της πλήρους καύσης του άνθρακα (C). Είναι αέριο συστατικό της γήινης ατμόσφαιρας το οποίο σε κανονικές συνθήκες είναι άχρωμο, άοσμο και άγευστο. Επίσης είναι ένα από τα αέρια του θερμοκηπίου αφού παγιδεύει την θερμότητα που ακτινοβολείται από τη γη στην ατμόσφαιρα και αυτός είναι και ο τρόπος με τον οποίο συμβάλει στην παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας. Το (CO₂) επίσης μειώνει την ικανότητα του στρώματος του όζοντος για την προστασία από την υπεριώδη ακτινοβολία του ήλιου. Μεγάλο ποσοστό που παράγεται απορροφάται από τα φυτά με την βοήθεια του ηλιακού φωτός καθώς ακόμη ένα καταναλώνεται από τους ωκεανούς. Το διοξείδιο του άνθρακα δεν θεωρείται ρυπαντής αλλά αν σε κλειστό χώρο αυξηθεί πολύ, τότε μειώνει την συγκέντρωση του οξυγόνου (O₂) με αποτέλεσμα να προκαλεί ασφυξία. Τέλος η περιεκτικότητα του διοξειδίου του άνθρακα στα καυσαέρια σε συνδυασμό με την περιεκτικότητα του οξυγόνου, προσδιορίζουν τη σωστή λειτουργία του συστήματος τροφοδοσίας του καυσίμου και γενικά τη σωστή καύση στους κινητήρες εσωτερικής καύσης [22, 23, 24].

Διοξείδιο του θείου (SO₂). Το διοξείδιο του θείου είναι μία ανόργανη χημική ένωση η οποία αποτελείται από τρία άτομα (τριατομικό) και δεν είναι γραμμικό. Είναι αέριο με οσμή «καιόμενου θείου», άχρωμο και άκαυστο αέριο και αποτελεί το κυριότερο προϊόν της καύσεως ουσιών που περιέχουν θείο. Το διοξείδιο του θείου απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα κατά τις εκρήξεις των ηφαιστειών και σε μικρότερες ποσότητες από διάφορες βιομηχανίες και την καύση ορυκτών καυσίμων. Επειδή το πετρέλαιο περιέχει ενώσεις του θείου, αναπόφευκτα η καύση του εκλύει

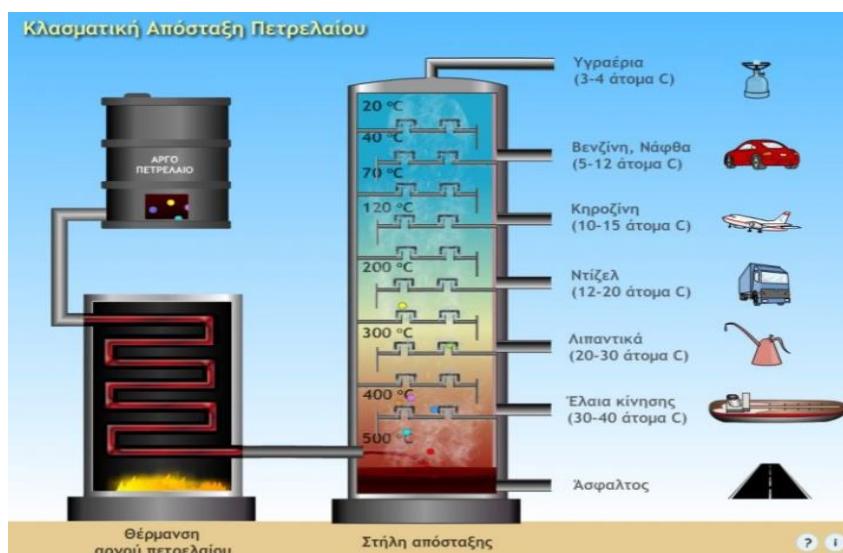
διοξείδιο του θείου, συνήθως σε μηχανές εσωτερικής καύσης πετρελαίου. Με την παρουσία υγρασίας και περισσότερο κάποιου καταλύτη όπως το διοξείδιο του αζώτου, το διοξείδιο του θείου οξειδώνεται παραπέρα σε τριοξείδιο του θείου το οποίο διαλυόμενο στο νερό δίνει θειικό οξύ. Όταν πραγματοποιηθεί η οξείδωση αυτή δημιουργεί στην ατμόσφαιρα το φαινόμενο της όξινης βροχής. Επίσης, ευθύνεται σε μεγάλο βαθμό για το νέφος και όταν συνδυάζεται με καπνό προκαλεί σοβαρά προβλήματα στους πνεύμονες (ερεθισμός) και γενικότερα στο αναπνευστικό σύστημα. Μειώνοντας το ποσοστό του θείου (S) στα καύσιμα, μειώνονται αντίστοιχα και οι εκπομπές των οξειδίων του θείου (SO) στα καυσαέρια που προέρχονται από τις μηχανές εσωτερικής καύσης [22, 23, 24].

Αιωρούμενα σωματίδια (Particulate Matter, PM) είναι οποιαδήποτε ουσία πέρα από το νερό, που μπορεί να συλληχθεί φιλτράροντας τα καυσαέρια από μια μηχανή εσωτερικής καύσης. Πιο συγκεκριμένα, ορίζεται ότι σωματίδιο είναι οποιαδήποτε ουσία που μπορεί να συλληχθεί φιλτράροντας το αραιωμένο καυσαέριο σε θερμοκρασία 325K ή χαμηλότερη. Είναι μια εξαιρετικά επικίνδυνη μορφή ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Τα σωματίδια σε υγρή ή στερεά μορφή μπορούν να αιωρούνται στην ατμόσφαιρα για μεγάλα χρονικά διαστήματα. Η παρουσία σωματιδιακών εκπομπών σε αρκετά υψηλές συγκεντρώσεις γίνεται αντιληπτή ως ορατός καπνός ή αιθάλης στα καυσαέρια. Οι εκπομπές σωματιδίων από τους κινητήρες ελέγχονται νομοθετικά δεδομένου ότι η εισπνοή μικρών σωματιδίων μπορεί να προκαλέσει σημαντικά αναπνευστικά προβλήματα. Τα σωματίδια είναι σημαντικό πρόβλημα εκπομπών για του κινητήρες πετρελαίου (diesel), αν ληφθεί υπόψη ότι οι εκπομπές αυτές αποτελούν το βασικό περιορισμό για αύξηση της απόδοσής τους στο πλήρες φορτίο. Με χρήση καυσίμων χωρίς μόλυβδο, τα σωματίδια δεν αποτελούν σημαντικό πρόβλημα για τους κινητήρες εναύσεως με σπινθήρα. Τα σωματίδια (PM) αναφέρονται ως κλάσμα PM10 όταν έχουν διάμετρο μικρότερη από 10 μm και χωρίζονται σε δύο κατηγορίες τα εισπνεύσιμα και τα αναπνεύσιμα. Τα αναπνεύσιμα έχουν διάμετρο μικρότερη από 2,5 μm (PM2.5) και μπορούν να εισχωρήσουν στους πνεύμονες δημιουργώντας σοβαρά αναπνευστικά και καρδιαγγειακά προβλήματα. Η σύσταση των (PM) αποτελείται από βαρέα μέταλλα, πολυκυκλικούς αρωματικούς υδρογονάνθρακες και άλλες τοξικές ουσίες που είναι ιδιαίτερα καρκινογόνες [22, 23, 24].

1.3 Είδη καυσίμου

Στην εποχή μας και καθώς η τεχνολογία και η επιστήμη κάνουν μεγάλα βήματα, έχουν αναπτυχθεί πολλές νέες τεχνολογίες για την κίνηση των οχημάτων. Όμως μεγάλο είναι το ποσοστό των οχημάτων και των βαρέων οχημάτων που χρησιμοποιούν ακόμα τις μηχανές εσωτερικής καύσης. Όπως είναι γνωστό, οι μηχανές αυτές καταναλώνουν συμβατικά καύσιμα για την λειτουργία τους

απελευθερώνοντας ρύπους. Οι ρύποι που εκλύονται, είναι διαφορετικοί για κάθε είδος μηχανής και κάθε είδος καυσίμου αντίστοιχα. Τα καύσιμα προέρχονται από το αργό πετρέλαιο ύστερα από επεξεργασία. Το αργό πετρέλαιο βρίσκεται μέσα στη γη εμποτισμένο σε πορώδη ιζηματογενή πετρώματα στα ανώτερα στρώματα κάποιων περιοχών του φλοιού της γης. Επειδή το πετρέλαιο είναι ρευστό, μπορεί να κινείται μέσα στο υπέδαφος κατά το σχηματισμό του και μετά. Απαραίτητη προϋπόθεση για το σχηματισμό μεγάλων αποθεμάτων πετρελαίου των οποίων η ανάκτηση να είναι οικονομικά συμφέρουσα είναι η παρουσία συγκεκριμένων γεωλογικών σχηματισμών. Το αργό πετρέλαιο περιέχει μεγάλο αριθμό διαφόρων κλασμάτων υδρογονανθράκων. Έχουν βρεθεί μέχρι και 25.000 διαφορετικά συστατικά σε δείγμα αργού πετρελαίου. Τα συστατικά ποικίλουν από αέρια ως ιξώδη υγρά και κηροειδή στερεά. Η επεξεργασία που πρέπει να υποστεί το αργό πετρέλαιο ώστε να καταλήξει στην τελική μορφή που επιθυμούμε ονομάζεται διύλιση. Σκοπός της διύλισης είναι ο φυσικός διαχωρισμός του ακατέργαστου πετρελαίου σε διάφορα κλάσματα και στη συνέχεια η χημική επεξεργασία των κλασμάτων προς καύσιμα και άλλα προϊόντα. Η διεργασία διαχωρισμού των κλασμάτων καλείται απόσταξη και η συσκευή που χρησιμοποιείται καλείται αποστακτήρας [18].



Εικόνα 7.Κλασματική απόσταξη αργού πετρελαίου

Από τα παράγωγα της κλασματικής απόσταξης του πετρελαίου χρησιμοποιούνται ως καύσιμα των οχημάτων το υγραέριο, η βενζίνη και το πετρέλαιο (diesel).

BENZINH

Η βενζίνη αποτελεί το κυρίαρχο καύσιμο για τα οχήματα από τις αρχές του 1900. Έχει πολύ μεγάλη ενεργειακή πυκνότητα και σχετικά χαμηλό κόστος. Έχει χαρακτηριστική οσμή, είναι άχρωμη ή και χρωματισμένη αρκετές φορές και είναι

επικίνδυνα εύφλεκτη. Έχει αρκετά μεγάλο φάσμα θερμοκρασιών απόσταξης κατά την διύλιση (40°C έως 210°C). Η βενζίνη αποτελείται από ένα μίγμα ελαφρών αποσταγμένων υδρογονανθράκων, που περιλαμβάνει παραφίνες, ολεφίνες, κυκλοπαραφίνες και αρωματικά. Η αναλογία υδρογόνου προς άνθρακα ποικίλει από 1.6 έως 2.4. Συνήθως, ο τύπος που χαρακτηρίζει την πιο κοινή βενζίνη είναι ο C₈H₁₅ με μοριακό βάρος 111. Η βενζίνη διαφέρει ανάλογα με την σύστασή της και έχει διαφορετικές λειτουργίες. Περιέχει υδρογονάνθρακες με 4 έως 12 άτομα άνθρακα στο μόριο που μπορεί να είναι κορεσμένοι (παραφινικοί και ναφθενικοί), ακόρεστοι (ολεφινικοί) και αρωματικοί. Οι ιδιότητες της βενζίνης που ενδιαφέρουν τις μηχανές εσωτερικής καύσης περιλαμβάνουν τον αριθμό οκτανίου, την πτητικότητα, το ιξώδες, την ειδική βαρύτητα και το περιεχόμενο σε θείο που είναι λιγότερο από αυτό του πετρελαίου diesel.

Οι περισσότεροι ρύποι που συνδέονται άμεσα από την καύση της βενζίνης στις μηχανές εσωτερικής καύσης των οχημάτων διαφέρουν έναντι αυτών της καύσης του πετρελαίου. Οι κινητήρες βενζίνης αντιπροσωπεύουν το μεγαλύτερο ποσοστό εκπομπών του αζώτου (N₂). Το άζωτο (N₂) αποτελεί το 71% περίπου των καυσαερίων που προέρχονται από τους βενζινοκινητήρες. Αυτό συμβαίνει γιατί εισέρχεται αέρας (σύσταση του ατμοσφαιρικού αέρα 78% άζωτο) από την ατμόσφαιρα στον θάλαμο ώστε να πραγματοποιηθεί η καύση. Οι βενζινοκινητήρες παράγουν πολύ περισσότερο διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), περίπου 40% περισσότερο από τις μηχανές πετρελαίου συγκρίσιμου μεγέθους. Το διοξείδιο του άνθρακα δεν αποτελεί έναν κακό ρύπο για τον άνθρωπο αφού δεν τον επηρεάζει άμεσα. Είναι πολύ πολύτιμο για τα φυτά διότι είναι το συστατικό που χρησιμοποιούν κατά κόρων κατά την διαδικασία της φωτοσύνθεσης. Όμως, το CO₂ έχει πολύ έντονη συμμετοχή στην υπερθέρμανση του πλανήτη λόγω της τεράστιας εκπομπής που έχει από τα καυσαέρια των οχημάτων βενζίνης. Ένας ακόμη ρύπος που σχετίζεται άμεσα με τις εκπομπές από τους βενζινοκινητήρες είναι οι υδρογονάνθρακες (HC) που πολλές φορές εντοπίζονται και άκαυστοι. Οι κινητήρες βενζίνης από την σχεδιάσή τους είναι κατάλληλοι ώστε να εκλύουν υδρογονάνθρακες (HC). Όπως είναι γνωστό οι υδρογονάνθρακες αποτελούν ένα από τα κυριότερα συστατικά από πολλά ορυκτά καύσιμα. Οι κοινοί βενζινοκινητήρες είναι κατασκευασμένοι έτσι ώστε να μην μπορούν να κάψουν όλους τους υδρογονάνθρακες που εισέρχονται στον θάλαμο καύσης από το καύσιμο (βενζίνη). Αυτό συμβαίνει γιατί σε αντίθετη περίπτωση, που καούν όλοι οι (HC) κατά την καύση, ο κινητήρας θα υποστεί ζημιά ή και θα καταστραφεί λόγω της υπερβολικής αύξησης της θερμοκρασίας που θα αναπτύξει. Έτσι οι κινητήρες βενζίνης λειτουργούν με πλούσιο μείγμα που σημαίνει πρακτικά ότι δεν υπάρχει περίσσεια οξυγόνου (O₂) ώστε να γίνει πλήρης καύση. Συνέπεια αυτού είναι η εκπομπή υδρογονανθράκων ίσως και άκαυστων στο περιβάλλον. Θεωρείται ρυπαντής κακός γιατί, όταν οι (HC) βρεθούν στον ελεύθερο αέρα, αντιδρούν με τα οξείδια του αζώτου που υπάρχουν ελεύθερα παρουσία και του ηλιακού φωτός και παράγεται όζον στην επιφάνεια του εδάφους. Το όζον με την σειρά του είναι υπεύθυνο για την αιθαλομίχλη στην ατμόσφαιρα. Επίσης επηρεάζει και τον άνθρωπο αφού προκαλεί ερεθισμό στα μάτια, βλάπτει τους πνεύμονες και γενικότερα

επιδεινώνει τα αναπνευστικά προβλήματα. Πολλές φορές είναι και καρκινογόνο. Επιπλέον κατά την καύση της βενζίνης εκλύεται σε σημαντικές ποσότητες μονοξείδιο του άνθρακα (CO). Είναι ένα τοξικό επικίνδυνο αέριο που μπορεί να βλάψει σε σημαντικό βαθμό όλα τα έμβια όντα. Το μονοξείδιο του αζώτου θεωρείται αέριο του θερμοκηπίου επειδή η παρουσία του στον αέρα μπορεί να προκαλέσει πρόβλημα στις συγκεντρώσεις άλλων αερίων του θερμοκηπίου όπως του τροποσφαιρικού όζοντος. Τέλος σημαντικοί ρυπαντές από την καύση βενζίνης από τα οχήματα θεωρούνται και τα οξείδια του αζώτου (NO_x) καθώς και τα οξείδια του θείου (SO_x) αλλά είναι πιο διαδεδομένα για τις εκπομπές των πετρελαιομηχανών γιατί οι συγκεντρώσεις τους στα καύσιμα του πετρελαίου είναι πολύ μεγαλύτερες [18, 22, 23, 24, 25].

ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ (DIESEL)

Τα καύσιμα diesel αποτελούνται από υδρογονάνθρακες ελαφριάς απόσταξης που έχουν σημεία βρασμού στο εύρος θερμοκρασιών από 180°C μέχρι 360°C (πιο ψηλά από την βενζίνη). Αυτό το καθιστά λιγότερο πτητικό από την βενζίνη. Οι διαφορετικές ποιότητες που υπάρχουν για τα diesel βασίζονται στο ιξώδες και στο σημείο ανάφλεξης του ίδιου του diesel. Εκτιμάται ότι υπάρχουν περισσότερα από 10.000 ισομερή στα καύσιμα diesel. Όπως και η βενζίνη, τα καύσιμα diesel είναι μίγματα παραφινικών, ολεφινικών, κυκλο-παραφινικών και αρωματικών υδρογονανθράκων, αλλά οι σχετικές τους αναλογίες είναι διαφορετικές. Το μοριακό βάρος ενός καυσίμου diesel ποικίλει από 170 έως 200. Τα καύσιμα αυτά έχουν περίπου 8% μεγαλύτερη ενεργειακή πυκνότητα κατ' όγκο σε σχέση με τη βενζίνη και είναι πολύ λιγότερο εύφλεκτα.

Σύμφωνα με την ASTM D975, (American Society for Testing and Materials), το καύσιμο diesel με αριθμό 1D είναι ένα καύσιμο για κρύο καιρό με σημείο εξάτμισης (flash point) τους 38°C. Το καύσιμο diesel 2D είναι καύσιμο χαμηλότερης πτητικότητας με σημείο εξάτμισης 52°C. Αυτό είναι το πιο κοινό καύσιμο για εφαρμογές στα αυτοκίνητα. Το καύσιμο 4D χρησιμοποιείται σε στατικές εφαρμογές όπου η ταχύτητα του κινητήρα είναι χαμηλή και σχεδόν σταθερή.

Η ποιότητα ανάφλεξης του καυσίμου diesel περιγράφεται από τον αριθμό κετανίου, CN. Όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός κετανίου, τόσο πιο εύκολη είναι η ανάφλεξη του καυσίμου. Στα καύσιμα οχημάτων οι αριθμοί κετανίου ποικίλουν από 40 μέχρι 55. Για την αύξηση του αριθμού κετανίου μπορούν να χρησιμοποιηθούν πρόσθετα, όπως νιτρικοί εστέρες. Ο δείκτης κετανίου είναι χρήσιμος, γιατί ο προσδιορισμός του είναι πιο εύκολος σε σχέση με τη μέτρηση του πραγματικού αριθμού οκτανίου.

Οι ρύποι που συνδέονται άμεσα από την καύση του πετρελαίου (diesel) από τις μηχανές εσωτερικής καύσης των οχημάτων είναι παρόμοιες αλλά σε διαφορετικές συγκεντρώσεις σε σχέση με αυτές της βενζίνης. Τα καυσαέρια από τις πετρελαιομηχανές περιέχουν άζωτο (N₂), νερό (H₂O), διοξείδιο του άνθρακα (CO₂),

οξυγόνο (O_2), μονοξείδιο του άνθρακα (CO), καμένους ή άκαυστους υδρογονάνθρακες (HC), οξείδια του αζώτου (NO_x) και οξείδια του θείου (SO_x). Από τα προαναφερθέντα προϊόντα της καύσης του diesel μόνο το 0,3% δεν αποτελεί κακούς ρύπους για την ατμόσφαιρα. Το ποσοστό αυτό απευθύνεται στο άζωτο, στο νερό, στο οξυγόνο και στο διοξείδιο του άνθρακα τα οποία δεν είναι ρύποι που προκαλούν άμεσα και σημαντικά προβλήματα στο περιβάλλον. Οι πιο ανησυχητικές εκπομπές που παράγουν οι μηχανές των οχημάτων πετρελαίου είναι αυτές των οξειδίων του αζώτου (NO_x) και των οξειδίων του θείου (SO_x).

Παρόλο που το άζωτο (N_2) είναι ένα αβλαβές αέριο που εμπεριέχεται στην ατμόσφαιρα κατά 78%, μπορεί να μετασχηματιστεί σε ιδιαίτερα τοξικό και επιβλαβές ρύπο. Ο μετασχηματισμός αυτός συμβαίνει όταν το άζωτο ενωθεί με το οξυγόνο και παράγονται προϊόντα που είναι αέρια του θερμοκηπίου ή πολύ τοξικά αέρια. Στις πετρελαιομηχανές συμβαίνει αυτό και τα παράγωγα της καύσης είναι τρεις τύποι οξειδίων του αζώτου. Τα οξείδια αυτά είναι το μονοξείδιο του αζώτου (NO), το διοξείδιο του αζώτου (NO_2) και το υποξείδιο του αζώτου (N_2O). Το μονοξείδιο του αζώτου (NO) από μόνο του δεν ούτε επιβλαβές αλλά ούτε και τοξικό. Όταν όμως βρεθεί στη ατμόσφαιρα ελεύθερο, οξειδώνεται από το ελεύθερο οξυγόνο που υπάρχει σε αυτήν. Από την ένωση αυτή παράγεται το διοξείδιο του αζώτου (NO_2) που θεωρείται επικίνδυνο. Το (NO) από μόνο του επίσης, χρησιμοποιείται πού συχνά ως συμπλήρωμα διατροφής ή ως λίπασμα για τα φυτά. Ωστόσο είναι ιδιαίτερα αντιδραστικό αέριο και παίζει σημαντικό ρόλο για την ατμοσφαιρική χημεία καταστρέφοντας το όζον και παράλληλα την οξειδωτική ικανότητα της ατμόσφαιρας. Το μονοξείδιο του αζώτου επιπλέον, όταν οξειδωθεί συμβάλει στο σχηματισμό της όξινης βροχής. Σε αντίθεση με το μονοξείδιο του αζώτου, το διοξείδιο του αζώτου (NO_2) είναι βλαβερό και μπορεί να προκαλέσει σοβαρές ζημιές. Για παράδειγμα οι εκπομπές (NO_2) προκαλούν προβλήματα στη ανάπτυξη της βλάστησης όπως και να ευάλωτη σε ασθένειες και σε ζημιές από παγετό. Παράλληλα, είναι επικίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία καθώς και των ζώων. Το (NO_2) προκαλεί σοβαρές αναπνευστικές παθήσεις και η μακροχρόνια έκθεση μπορεί να μειώσει την σωστή λειτουργία των πνευμόνων. Το υποξείδιο του αζώτου (N_2O) με την σειρά του είναι ένα αβλαβές αέριο που χρησιμοποιείται στη ιατρική ως αναισθητικό. Θεωρείται ότι είναι το πιο επιβλαβές από την κατηγορία των οξειδίων του αζώτου (NO_x) για την ατμόσφαιρα και το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Αυτό γίνεται γιατί το υποξείδιο του αζώτου έχει μεγάλο δυναμικό υπερθέρμανσης του πλανήτη.

Τα οξείδια του θείου (SO_x) είναι κατασκευασμένα από άτομα θείου (S) σε συνδυασμό με άτομα οξυγόνου και συμβάλουν και αυτά στο φαινόμενο της όξινης βροχής. Επίσης συμβάλουν στην ανάπτυξη των σωματιδίων από τα καυσαέρια. Το πιο επικίνδυνο είναι το διοξείδιο του θείου (SO_2). Κάθε μόριο αποτελείται από ένα άτομο θείου και δύο άτομα οξυγόνου. Το (SO_2) εμφανίζεται στις εκπομπές των καυσίμων που περιέχουν υψηλή περιεκτικότητα σε θείο. Έχουν ληφθεί πολλά μέτρα για την μείωση της περιεκτικότητας του θείου στα ορυκτά καύσιμα. Το διοξείδιο του θείου δεν αποτελεί αέριο του θερμοκηπίου. Στην πραγματικότητα, προκαλεί ακριβώς το αντίθετο από τα αέρια του θερμοκηπίου, εμποδίζει δηλαδή το ηλιακό φως να

εισέλθει στην ατμόσφαιρα. Όμως το (SO_2) είναι εξαιρετικά επικίνδυνο για την υγεία του ανθρώπου, αφού προκαλεί διάβρωση της αναπνευστικής οδού και θάνατο. Επίσης μπορεί να προκαλέσει δερματικά εγκαύματα, βλάβη στα μάτια, κρουπαγήματα καθώς και γενετικά ελαττώματα. Εκτός από τα οξείδια του αζώτου και τα οξείδια του θείου, οι εκπομπές των πετρελαιομηχανών περιέχουν και υψηλό αριθμό σωματιδίων. Τα σωματίδια (PM) είναι οτιδήποτε, από σκόνη ή γύρη έως αιθαλομίχλη. Τα σωματίδια από τους κινητήρες diesel έχουν την ίδια χημική σύσταση με τον καπνό που βγαίνει από την φωτιά. Οι εκπομπές σωματιδίων του κινητήρα είναι επικίνδυνες επειδή προκαλούν αναπνευστικά προβλήματα και προβλήματα στο αίμα. Τα σωματίδια (PM) είναι ορατά επειδή είναι αρκετά μεγάλα ώστε να δημιουργούν αιθαλομίχλη και μαύρο καπνό [5, 18, 22, 23, 24].

ΥΓΡΑΕΡΙΟ & ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ

Το υγραέριο (Liquified Petroleum Gas, LPG) και το φυσικό αέριο (Compressed Natural Gas, CNG) είναι τα σημαντικότερα εναλλακτικά καύσιμα που χρησιμοποιούνται ευρέως στις μηχανές εσωτερικής καύσης των οχημάτων. Τα εναλλακτικά καύσιμα αυτά είναι σημαντικά γιατί μπορούν να προέλθουν από ανανεώσιμες πρώτες ύλες, ενώ τα επίπεδα εκπομπών τους μπορούν να είναι χαμηλότερα από αυτά της βενζίνης και των κινητήρων diesel. Το πιο διαδεδομένο εναλλακτικό καύσιμο για τα αυτοκίνητα είναι το προπάνιο και ακολουθεί το φυσικό αέριο. Το κόστος των καυσίμων αυτών, ανά μονάδα μεταφερόμενης ενέργειας είναι μεγαλύτερο από τη βενζίνη ή το diesel, ενώ η ενεργειακή πυκνότητά τους κατ' όγκο απαιτεί μεγαλύτερους αποθηκευτικούς όγκους για ίδια αυτονομία με τα οχήματα βενζίνης. Αυτό να είναι σημαντικό μειονέκτημα, ειδικά για τα οχήματα δύο καυσίμων όπου μία σημαντική ποσότητα του χώρου αποσκευών χρησιμοποιείται για την αποθήκευση του εναλλακτικού καυσίμου.

Το προπάνιο (C_3H_8) είναι ένας κορεσμένος παραφινικός υδρογονάνθρακας που όταν αναμειχθεί με βουτάνιο (C_4H_{10}), ή αιθάνιο (C_2H_6) ονομάζεται υγραέριο (LPG). Ένα σύνηθες μίγμα LPG είναι το P92, το οποίο είναι 92% προπάνιο και 8% βουτάνιο. Το LPG προέρχεται περίπου το μισό από τα ελαφρύτερα κλάσματα υδρογονανθράκων που παράγονται στη διάρκεια της διύλισης του ακατέργαστου πετρελαίου ενώ το άλλο μισό λαμβάνεται από τα βαρύτερα κλάσματα κοιτασμάτων φυσικού αερίου. Στα οχήματα το προπάνιο αποθηκεύεται ως συμπιεσμένο υγρό, συνήθως από 0,9 έως 1,4 MPa και έχει αριθμό οκτανίου 112. Τα επίπεδα τοξικών εκπομπών είναι συνήθως μιας τάξης μεγέθους χαμηλότερα από αυτά των αντίστοιχων βενζινοκινητήρων χωρίς καταλύτη. Είναι καθαρότερο από τα συμβατικά καύσιμα, μη τοξικό και δεν έχει επιπτώσεις στο έδαφος και στο νερό. Το υγραέριο βοηθά στη βελτίωση του αέρα καθώς παράγει σημαντικά λιγότερα σωματίδια και οξείδια του αζώτου (NO_x) και από το πετρέλαιο. Από την άποψη της υπερθέρμανσης του πλανήτη, το καύσιμο LPG μπορεί να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και άλλων αερίων του θερμοκηπίου. Οι μελέτες αποδεικνύουν σταθερά ότι το LPG παράγει λιγότερες εκπομπές άνθρακα από

τη βενζίνη και το ντίζελ. Επιπλέον, το αποτύπωμα άνθρακα του υγραερίου είναι περισσότερο από 20% χαμηλότερο από τη βενζίνη. Συνεπώς, το υγραέριο συμβάλλει στη μείωση των εκπομπών CO₂ και στη μείωση των εκπομπών μαύρου άνθρακα (BC), που είναι ο δεύτερος μεγαλύτερος παράγοντας στην υπερθέρμανση του πλανήτη και που μπορεί να προκαλέσει σοβαρά προβλήματα υγείας.

Το φυσικό αέριο (CNG) αποτελείται κυρίως από 90% έως 95% μεθάνιο (CH₄), και μικρές ποσότητες άλλων συστατικών όπως 0-4% άζωτο, 4% αιθάνιο και 1 με 2% προπάνιο. Το μεθάνιο θεωρείται αέριο του θερμοκηπίου με δεκαπλάσιο δυναμικό σε σύγκριση με το διοξείδιο του άνθρακα όσον αφορά τη θέρμανση του πλανήτη. Το φυσικό αέριο αποθηκεύεται σε συμπιεσμένη μορφή (CNG) σε θερμοκρασία δωματίου αλλά και σε υγρή μορφή (LNG) στους -60°C. Στη δεξαμενή του οχήματος βρίσκεται στη δεξαμενή του οχήματος υπό πίεση 20 MPa και έτσι έχει περίπου το ένα τρίτο της ενεργειακής πυκνότητας όγκου της βενζίνης. Το φυσικό αέριο έχει περίπου αριθμό οκτανίου 127. Αν και το συμπιεσμένο φυσικό αέριο είναι ορυκτό καύσιμο, είναι το πιο καθαρό καύσιμο που καίγεται αυτή τη στιγμή όσον αφορά τις εκπομπές NO_x και αιθάλης (PM). Τα επιβατικά οχήματα CNG εκπέμπουν 5-10% λιγότερο CO₂ από τα συγκρίσιμα επιβατικά οχήματα που κινούνται με βενζίνη, ενώ οι εκπομπές (NO_x) και αιθάλης των οχημάτων που κινούνται με CNG είναι σημαντικά χαμηλότερες από ό,τι από τα οχήματα που κινούνται με ντίζελ [15, 18, 22, 23, 24].

1.4 Νομοθεσία σχετικά με τις οδικές μεταφορές

Με την λειτουργία της μηχανής ενός οχήματος μεταφοράς εκπέμπονται από αυτήν μέσω της εξάτμισης αέρια που επηρεάζουν σε σημαντικό βαθμό την υγεία του ανθρώπου αλλά και το κλίμα [24]. Οι μεταφορές στη Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) έχουν ευθύνη για το 20% των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και από αυτό το 12% είναι προερχόμενο από τις μετακινήσεις που αφορούν την ιδιωτική μεταφορά. Η (ΕΕ) θέλοντας να εξασφαλίσει την ποιότητα του καθαρού αέρα στις χώρες που την απαρτίζουν, έχει προβεί σε ενέργειες ώστε να το καταφέρει αυτό μέσα στα επόμενα χρόνια [1].

Παλαιότερα, οι εκπομπές ρύπων από τις οδικές μεταφορές ήταν ανεξέλεγκτες. Αυτό πρακτικά σήμαινε ότι οι κατασκευαστές των οχημάτων δεν είχαν κανέναν περιορισμό για την ποσότητα εκπομπών ρύπων που εκλύονταν από κάθε μηχανή εσωτερικής καύσης. Έτσι κάθε μηχανή ανεξαρτήτως του συμβατικού καυσίμου που καταλάωνε μπορούσε να εκπέμπει μεγάλες ποσότητες από ρύπους που κατά κύριο λόγο ήταν τοξικές και προκαλούσαν μεγάλα προβλήματα.

Όμως, μετά από μελέτες που γίνονταν στην ατμόσφαιρα, οι επιστήμονες αρχίσαν να ανησυχούν για τους ρυπαντές των καυσίμων σε μεγαλύτερο βαθμό. Ύστερα από το διάστημα κάποιων ετών, ξεκίνησε η θέσπιση των προτύπων των εκπομπών των οχημάτων για τον περιορισμό των εκπομπών των ρύπων. Τα πρότυπα εκπομπών είναι οι νομικές απαιτήσεις που διέπουν τους ατμοσφαιρικούς ρύπους που εκλύονται στην ατμόσφαιρα. Τα πρότυπα εκπομπών θέτουν ποσοτικά όρια για

την επιτρεπόμενη ποσότητα από συγκεκριμένους ατμοσφαιρικούς ρύπους που μπορεί να εκλυθούν από συγκεκριμένες πηγές σε συγκεκριμένα χρονικά πλαίσια. Γενικά έχουν σχεδιαστεί για να επιτυγχάνουν πρότυπα ποιότητας του αέρα και να προστατεύουν την ανθρώπινη ζωή. Διαφορετικές περιοχές και χώρες έχουν διαφορετικά πρότυπα για τις εκπομπές των οχημάτων. Αυτό συμβαίνει γιατί σε ορισμένες πόλεις παρατηρούνται συγκεκριμένοι ρύποι σε συγκεντρώσεις ιδιαίτερα υψηλές σε σύγκριση άλλων πόλεων. Επίσης αυτό συμβαίνει διότι οι πόλεις που εμφανίζεται ένα τέτοιο φαινόμενο είναι πόλεις που βρίσκονται πολύ κοντά σε βιομηχανικές ζώνες που παράγουν αυτές τις επικίνδυνες ουσίες ανεξαρτήτως των οδικών μεταφορών [18].

Τα πρότυπα, άρχισαν να ισχύουν σταδιακά: το αρχικό βήμα εφαρμόστηκε σε αυτοκίνητα άνω των 2000 cc σε δύο στάδια, τον Οκτώβριο του 1988 και τον Οκτώβριο του 1989. Ακολούθησαν αυτοκίνητα μεταξύ 1,4 και 2,0 λίτρων, τον Οκτώβριο του 1991 και μετά τον Οκτώβριο του 1993. Τα αυτοκίνητα κάτω των 1400 cc έπρεπε να πληρούν δύο επόμενες σειρές κανονισμών που ίσχυαν τον Οκτώβριο του 1992 και τον Οκτώβριο του 1994 αντίστοιχα. Εντός της ΕΟΚ, η Γερμανία ήταν πρωτοπόρος στη ρύθμιση των εκπομπών των αυτοκινήτων. Το 1985 τα πρώτα καταλυτικά αυτοκίνητα εισήλθαν σε ορισμένες ευρωπαϊκές αγορές όπως η Γερμανία. Αρχικά, η διαθεσιμότητα αμόλυβδης βενζίνης ήταν περιορισμένη και οι πωλήσεις ήταν μικρές. Η Ευρωπαϊκή Ένωση όπως και η Ελλάδα έχει το δικό της σύνολο προτύπων εκπομπών που πρέπει να πληρούν όλα τα νέα οχήματα. Επί του παρόντος, έχουν τεθεί πρότυπα για όλα τα οδικά οχήματα, τα τρένα, τις φορτηγίδες και τα «μη οδικά κινητά μηχανήματα» (όπως τρακτέρ).

Ο κανονισμός της ΕΕ αριθ. 443/2009 έθεσε έναν μέσο στόχο εκπομπών CO₂ για τα καινούργια επιβατικά αυτοκίνητα 130 γραμμάρια ανά χιλιόμετρο. Ο στόχος τέθηκε σταδιακά μεταξύ 2012 και 2015. Ο στόχος των 95 γραμμαρίων ανά χιλιόμετρο ισχύει από το 2021. Για τα ελαφρά επαγγελματικά οχήματα, στόχος εκπομπών 175 g/km ισχύει από το 2017 και 147 g/km από το 2020, μείωση 16%.

Τα παραπάνω πρότυπα πρέπει να τηρούνται από τις αυτοκινητοβιομηχανίες και ταυτόχρονα να γίνεται έλεγχος από αρμόδιες κρατικές αρχές. Τα κέντρα τεχνικού ελέγχου οχημάτων (ΚΤΕΟ) είναι αρμόδια για την σωστή λειτουργία των οχημάτων και των εκπομπών που εκλύουν [27].

1.4.1 Τεχνολογία κινητήρα

Η τεχνολογία του κινητήρα έχει διανύσει πολύ δρόμο κατά τη διάρκεια των δεκαετιών από συστήματα δύο βαλβίδων με μίγματα καύσης που τροφοδοτούνται με βαρύτητα έως τα σύγχρονα συστήματα έγχυσης καυσίμου. Η εισροή της τεχνολογίας των ηλεκτρικών οχημάτων επίσης, μπορεί να εξαλείψει εντελώς την ανάγκη για κινητήρες εσωτερικής καύσης. Παρακάτω θα αναλυθούν οι τεχνολογίες κινητήρα που έχουν αναπτυχθεί έως και σήμερα.

Η τεχνολογία του άμεσου ψεκασμού επικάλυψε την παλιά τεχνολογία του ψεκασμού με καρμπυρατέρ. Ο άμεσος ψεκασμός λειτουργεί ψεκάζοντας με ακρίβεια

αέρα και καύσιμο απευθείας σε κάθε θάλαμος καύσης της μηχανής. Η τακτική έγχυσης καυσίμου ή αλλιώς ηλεκτρονικός ψεκασμός καυσίμου, ψεκάζει το μείγμα μόνο στην πολλαπλή εισαγωγής και στη συνέχεια αναρροφάται σε κάθε κύλινδρο καθώς ανοίγουν οι βαλβίδες. Η νέα τεχνολογία έχει βελτιώσει σημαντικά την οικονομία καυσίμου για τα σύγχρονα οχήματα, καθώς είναι μια πιο ακριβής μέθοδος έγχυσης καυσίμου. Οι ποσότητες καυσίμου που χρειάζονται επίσης μετρούνται και ελέγχονται με μεγαλύτερη ακρίβεια για κάθε κύλινδρο. Η τεχνολογία προσαρμόζεται επίσης σε σύγχρονους κινητήρες diesel και turbo-diesel.

Ο μεταβλητός χρονισμός των βαλβίδων είναι μια επιπλέον τεχνολογία των κινητήρων εσωτερικής καύσης. Λειτουργεί ρυθμίζοντας συνεχώς τον έλεγχο της βαλβίδας στις συνθήκες για να παρέχει περισσότερη χρησιμοποιήσιμη ισχύ και ροπή σε όλα τα μέρη του εύρους στροφών, συμβάλλοντας στη μείωση των εκπομπών και στη μείωση της κατανάλωσης καυσίμου κατά περίπου 7%.

Η λειτουργία μηχανών με υποβοήθηση από στροβιλοσυμπιεστές (turbo) αποτελεί επιπλέον τεχνολογία κινητήρα. Οι υπερσυμπιεστές έχουν γίνει βασικό συστατικό για τη βελτίωση της απόδοσης, τη μείωση της κατανάλωσης καυσίμου και τη μείωση των εκπομπών. Λειτουργούν φυσώντας το μείγμα αέρα και καυσίμου στον κινητήρα χρησιμοποιώντας έναν ανεμιστήρα που κινείται από τα καυσαέρια.

Η απενεργοποίηση κυλίνδρων είναι μία τεχνολογία στις μηχανές εσωτερικής καύσης που έχει πλέον αναπτυχθεί σε μεγάλο βαθμό. Αυτή η τεχνολογία εφαρμόζεται κυρίως σε μεγαλύτερους κινητήρες όπως οι V6 και V8 (6 ή 8 κυλίνδρους αντίστοιχα). Η απενεργοποίηση κυλίνδρου απενεργοποιεί αποτελεσματικά δύο ή τέσσερις κυλίνδρους, αυτόματα, όταν υπάρχουν χαμηλές απαιτήσεις από τον οδηγό. Τα περισσότερα τέτοια συστήματα μετατρέπουν την καύση από οκτώ σε τέσσερις κυλίνδρους και θα επιστρέψουν ξανά όταν χρειαστεί σε οκτώ, χωρίς καν να το γνωρίζει ο οδηγός. Όλα είναι μια απρόσκοπτη και ομαλή μετάβαση και το τελικό αποτέλεσμα είναι η οικονομία ενός τετρακύλινδρου κινητήρα κατά την οδήγηση.

Η κατανάλωση υγραερίου (LPG) είναι επιπλέον μία τεχνολογία που έχει πλέον πάρει μεγάλες διαστάσεις. Η τεχνολογία αυτή μπορεί να μετατρέψει όλα τα βενζινοκίνητα οχήματα ώστε να κινούνται με υγραέριο. Το υγραέριο δεν είναι μόνο πιο φιλικό προς το περιβάλλον από τη βενζίνη, είναι επίσης πολύ φθηνότερο. Πλέον οι αυτοκινητοβιομηχανίες παράγουν οχήματα υγραερίου σε μεγάλες ποσότητες και πλέον δεν απαιτείται η μετατροπή της παλιάς βενζινομηχανής σε υγραέριο.

Υβριδικό σημαίνει απλώς συνδυασμό δύο πηγών ενέργειας. Στη σημερινή αγορά, το υβριδικό όχημα αποτελείται κυρίως από έναν κανονικό κινητήρα καύσης βενζίνης που λαμβάνει υποστήριξη από έναν ηλεκτροκινητήρα, αν και ορισμένοι χρησιμοποιούν κινητήρα ντίζελ. Ο ηλεκτροκινητήρας βοηθά το όχημα να απογειωθεί και μπορεί να κινήσει το αυτοκίνητο μόνο με ηλεκτρική ενέργεια στον αυτοκινητόδρομο και σε ορισμένες συνθήκες χαμηλού φορτίου. Αυτό βοηθά στη σημαντική μείωση της κατανάλωσης καυσίμου [20].

1.4.2 Νομοθεσία για τη σύσταση των καυσίμων

Όπως έχει προαναφερθεί η βενζίνη είναι ένα προϊόν το οποίο προέρχεται από την επεξεργασία του αργού πετρελαίου. Είναι δηλαδή ένα εξευγενισμένο προϊόν πετρελαίου που αποτελείται από ένα μείγμα υδρογονανθράκων, ειδικών πρόσθετων και παραγόντων ανάμειξης. Η σύνθεση των βενζινών ποικίλλει ευρέως, ανάλογα με το αργό πετρέλαιο που χρησιμοποιείται, τις διαθέσιμες διεργασίες του διυλιστηρίου, τη συνολική ισορροπία της ζήτησης προϊόντων και τις προδιαγραφές του προϊόντος. Η τυπική σύνθεση των υδρογονανθράκων της βενζίνης (% όγκος) είναι η εξής: 4-8% αλκάνια, 2-5% αλκένια, 25-40% ισοαλκάνια, 3-7% κυκλοαλκάνια, 1-4% κυκλοαλκένια, και 20-50% συνολικά αρωματικά (0,5-2,5% βενζόλιο). Πρόσθετα και παράγοντες ανάμειξης προστίθενται στον υδρογονάνθρακα, τα οποία είναι μίγματα για τη βελτίωση της απόδοσης και της σταθερότητας της βενζίνης. Οι ενώσεις αυτές περιλαμβάνουν αντικρουστικούς παράγοντες, αντιοξειδωτικά, απενεργοποιητές μετάλλων, σαρωτές μολύβδου, αντισκωριακούς παράγοντες, παράγοντες κατά του πάγου, λιπαντικά κυλίνδρου, απορρυπαντικά και βαφές. Στο τέλος της παραγωγικής διαδικασίας, η τελική βενζίνη περιέχει συνήθως περισσότερες από 150 ξεχωριστές ενώσεις αν και έχουν εντοπιστεί έως και 1.000 ενώσεις σε ορισμένα μείγματα [18, 19, 25].

Το πετρέλαιο (diesel) είναι επίσης ήδη γνωστό ότι είναι και αυτό μίγμα από υδρογονάνθρακες. Παράγεται από κλασματική απόσταξη του αργού πετρελαίου σε ειδικές συνθήκες και δημιουργείται ένα μείγμα από ανθρακικές αλυσίδες. Το ντίζελ αποτελείται από περίπου 75% κορεσμένους υδρογονάνθρακες (τα περισσότερα αλκάνια συμπεριλαμβανομένων των n-αλκανίων, των ισο-αλκανίων και των κυκλοαλκανίων. Περιέχει επίσης 25% αρωματικούς υδρογονάνθρακες οι οποίοι συμπεριλαμβάνουν ναφθαλίνη και του αλκυλοβενζόλιο). Ο χημικός τύπος για το συνηθισμένο καύσιμο ντίζελ είναι $C_{12}H_{23}$, και κυμαίνεται από $C_{10}H_{20}$ μέχρι $C_{15}H_{28}$ περίπου. Τα πρότυπα εκπομπών της Ευρώπης για τα καυσαέρια καθώς και η προνομιακή φορολόγηση υποχρέωσαν τα διυλιστήρια πετρελαίου στη μείωση σε μεγάλο βαθμό το επίπεδο του θείου στα καύσιμα πετρελαίου diesel. Τα τελευταία 20 χρόνια στην Ευρώπη η περιεκτικότητα σε θείο μειώθηκε σε πολύ ικανοποιητικό επίπεδο. Το diesel για τα οχήματα στην ευρωπαϊκή ένωση πρέπει να καλύπτεται από το πρότυπο EN 590. Από το 1990 και για μία δεκαετία οι προδιαγραφές επέτρεπαν την περιεκτικότητα σε θείο μέχρι 2000ppm η οποία μέχρι τις αρχές του 21^{ου} αιώνα μειώθηκε στα 350ppm με την εισαγωγή Euro 3 προδιαγραφών. Με την εισαγωγή του Euro 4 το 2006 τα όρια μειώθηκαν στα 50ppm με το diesel ULSD (πολύ μικρή περιεκτικότητα θείου). Σήμερα στην Ευρωπαϊκή Ένωση ισχύει το πρότυπο Euro 5 για τα καύσιμα πετρελαίου diesel και έχει μέγιστη περιεκτικότητα τα 10ppm [5, 18].

Το υγραέριο αποτελείται από προπάνιο (C_3H_8) κατά (92%) και βουτάνιο (C_4H_{10}) κατά (8%). Τέλος το φυσικό αέριο αποτελείται από 98% μεθάνιο (CH_4), 0,6% αιθάνιο (C_2H_6), 0,2% προπάνιο (C_3H_8), 0,2% βουτάνιο (C_4H_{10}), 0,1% πεντάνιο (C_5H_{12}), 0,8% άζωτο (N), 0,1% διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) [15, 18].

1.4.3 Κίνηση οχημάτων σε αστικό περιβάλλον

Η κίνηση των οχημάτων στις πόλεις είναι ένα συχνό φαινόμενο που συναντάται στα αστικά κέντρα πολλών ευρωπαϊκών πόλεων. Το φαινόμενο αυτό απασχολεί εδώ και πολλά χρόνια του δήμους των μεγάλων πόλεων και στην Ελλάδα. Πολλές φορές παρατηρείται μεγάλο κυκλοφοριακό πρόβλημα στα οδικά δίκτυα γύρω από τις πόλεις. Αυτό συμβαίνει γιατί στις πόλεις έχει εγκατασταθεί το μεγαλύτερο ποσοστό του πληθυσμού κάθε χώρας. Όμως οι άνθρωποι μεταφέρονται σε καθημερινή βάση για να μεταβούν στους χώρους εργασίας τους που συνήθως είναι σε κάποια απόσταση χιλιομετρική από την κατοικία τους. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία μεγάλων κυκλοφοριακών προβλημάτων κυρίως κοντά στα κέντρα των πόλεων καθώς και στις κεντρικές οδικές αρτηρίες [28]. Η κίνηση αυξάνεται συνεχώς λόγω της αύξησης του πληθυσμού που γίνεται στα αστικά κέντρα.

Η συνεχώς αυξανόμενη κίνηση, είναι αιτία συγκέντρωσης ρύπων σε συγκεκριμένες γεωγραφικές περιοχές. Έχει παρατηρηθεί και μελετηθεί ότι πάνω από τις μεγάλες πόλεις αιωρούνται συσσωρευμένοι ρύποι από τις μηχανές των οχημάτων. Το μποτιλιάρισμα που δημιουργείται προκαλεί την αύξηση των ρύπων αυτών διότι, καθώς τα οχήματα είναι σταματημένα (ρελαντί) στους δρόμους παράγουν περισσότερες εκπομπές ρύπων αφού η μεταφορά από το ένα σημείο στο άλλο απαιτεί περισσότερο χρόνο. Επίσης με το μποτιλιάρισμα υπάρχει σπατάλη χρόνου και χρήματος. Ο χρόνος που χάνεται από την κίνηση είναι σημαντικός γιατί είναι συνήθως τις ώρες αιχμής και έτσι χάνονται πολλές εργατώρες. Παράλληλα, υπάρχει μεγάλη σπατάλη χρήματος αφού τα οχήματα καταναλώνουν μεγαλύτερες ποσότητες καυσίμων επειδή ξεκινούν και σταματούν σε πολύ μικρά χρονικά διαστήματα. Ακόμη ένα αποτέλεσμα της κίνησης στα οδικά δίκτυα είναι η ηχορύπανση. Σύμφωνα με έρευνα του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας (ΠΟΥ) η ηχορύπανση, είναι η δεύτερη στην κατάταξη από τους κινδύνους που αντιμετωπίζει η ανθρώπινη υγεία, μετά την ρύπανση του αέρα. Η ηχορύπανση μπορεί να προκαλέσει σοβαρά προβλήματα σωματικής αλλά και ψυχικής υγείας στον άνθρωπο όπως καρδιαγγειακά προβλήματα, προβλήματα στο μεταβολισμό και σοβαρή διαταραχή ύπνου. Επιπροσθέτως, από την κίνηση στους δρόμους προκαλείται επίσης, το φαινόμενο της θερμικής νησίδας. Το φαινόμενο της θερμικής νησίδας είναι όταν η θερμοκρασία στη πόλη είναι πιο αυξημένη σε σχέση με τις περι-αστικές περιοχές ή των αγροτικών περιοχών που την περιβάλλουν.

Για όλους τους παραπάνω λόγους τους οποίους προκαλεί η κίνηση από τα οχήματα στις πόλεις θα πρέπει να ληφθούν μέτρα περιορισμού αυτής. Τα μέτρα αυτά μπορούν να εφαρμοστούν τόσο από το κράτος όσο και από τους ίδιους τους πολίτες. Κάποια από αυτά μπορεί να εφαρμόζονται ήδη και άλλα να μην είναι ακόμη σε εφαρμογή στην χώρα μας. Ο δακτύλιος που είναι σε εφαρμογή στην χώρα μας περιορίζει σε αρκετό ποσοστό το φαινόμενο της κίνησης και του μποτιλιαρίσματος. Πολλές χώρες της Ευρώπης επιβαρύνουν τους κατόχους παλιάς τεχνολογίας οχημάτων ώστε να τους προωθήσει στη αντικατάστασή του με νέο όχημα νέας τεχνολογία που θα εκπέμπει λιγότερους ρύπους. Ένα άλλο μέτρο που μπορεί να εφαρμοστεί είναι η κάρτα εισόδου στις πόλεις που υπάρχει το πρόβλημα. Με την

κάρτα αυτή πολλοί οδηγοί θα αφήνουν τα οχήματα τους όταν αυτά δεν είναι αναγκαία και θα χρησιμοποιούν άλλες μεθόδους μετακίνησης (πχ ποδήλατο). Η πολιτεία μπορεί να απαγορεύσει τα παλιά τροχοφόρα οχήματα στους δρόμους των αστικών κέντρων. Με την μέθοδο αυτή οι ρύποι από την κίνηση θα περιοριστεί ικανοποιητικά. Η ενδυνάμωση των μέσων μαζικής μεταφοράς (MMM) μπορεί να παίξει σοβαρό ρόλο για την μείωση της κίνησης στις πόλεις. Οι πολίτες μπορούν να μεταφέρονται με τα (MMM) και να μην χρησιμοποιούν τα ιδιωτικά τους οχήματα για τις απλές μεταφορές τους. Επίσης, η αστυνόμευση για τα παράνομα παρκαρίσματα είναι μία επιπλέον ενίσχυση μείωσης της κυκλοφοριακής συμφόρησης αφού υπάρχουν πολλές περιπτώσεις όπου αυτή δημιουργείται από την παράνομη στάθμευση οχημάτων. Τέλος το κράτος μπορεί να προτρέψει τους κατόχους των ταξί για την αντικατάστασή τους με νέα. Τα ταξί στις πόλεις είναι ένα κομμάτι που δεν μπορεί να περιοριστεί. Ο στόλος των οχημάτων ταξί στη χώρα μας είναι κατά πλειοψηφία παλιάς τεχνολογίας που ρυπαίνουν καθημερινά διότι κινούνται εντός της πόλης και μόνο. Αν γίνει προσπάθεια αντικατάστασης, θα υπάρχουν και θετικά αποτελέσματα διότι οι ρύποι τους θα μειωθούν κατά πολύ [28].

Κεφάλαιο 2: Μεθοδολογική Προσέγγιση

2.1 Μεθοδολογικά βήματα και δεδομένα εισόδου

Στην παρούσα μελέτη έγινε αναζήτηση και συλλογή δεδομένων από διεθνείς αλλά και εθνικούς φορείς. Η αναζήτηση των δεδομένων αφορούσε στο στόλο των οχημάτων που υπάρχει στην Ελλάδα, τις νέες ταξινομήσεις οχημάτων, τις καταναλώσεις καυσίμου για την κίνηση των οχημάτων και τις εκπομπές των ρύπων που εκλύουν. Για τα παραπάνω δεδομένα έγινε αναζήτηση και σε κάθε περιφέρεια ξεχωριστά ώστε να διαμορφωθεί γνώμη όχι μόνο για το σύνολο της Ελλάδας αλλά και για κάθε τμήμα της ξεχωριστά. Η αναζήτηση των πληροφοριών και των δεδομένων έγινε για μία δεκαετία και πιο συγκεκριμένα από το 2010 έως το 2020. Οι φορείς από τους οποίους αντλήθηκαν τα δεδομένα είναι η Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛΣΤΑΤ), το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργεια (ΥΠΕΝ), το διεθνές συμβούλιο διεθνών μεταφορών (International Council on Clean Transportation, ICCT), το κέντρο απογραφών και προβλέψεων εκπομπών ρύπων (Center on Emission Inventories and Projections, EMEP) και η ιστοσελίδα ACAE driving mobility for Europe (European Automobile Manufacturers' Association). Τα δεδομένα αναλύθηκαν και επεξεργάστηκαν με την βοήθεια του Microsoft Excel καθώς έγιναν και τα αντίστοιχα γραφήματα για κάθε περίπτωση.













Μεθοδολογικά βήματα:

1. Το υπολογιστικό κομμάτι της εργασίας ξεκίνησε με την συλλογή των δεδομένων από τους φορείς από το διαδίκτυο.
2. Έγινε λήψη των αρχείων και αποθήκευση στον υπολογιστή.
3. Τα δεδομένα αποθηκεύτηκαν σε διαφορετικά αρχεία excel ανάλογος του περιεχομένου τους.
4. Δημιουργήθηκε ένα αρχείο για τον στόλο των οχημάτων.
5. Δημιουργήθηκε ένα αρχείο για τις καταναλώσεις των οχημάτων.
6. Δημιουργήθηκε ένα αρχείο για τις νέες ταξινομήσεις των οχημάτων.

7. Δημιουργήθηκε ένα αρχείο για τις εκπομπές των ρύπων των οχημάτων.
8. Επειδή τα δεδομένα που αποθηκεύτηκαν περιείχαν πληροφορίες που δεν χρειαζόνταν για την εργασία, έγινε καθαρισμός και ομαδοποίηση των δεδομένων.
9. Στη συνέχεια, τα δεδομένα ομαδοποιήθηκαν με βάση την χρονολογία τους από το 2010 προς το 2020.
10. Τέλος, έγιναν τα απαραίτητα γραφήματα για κάθε διαφορετικό αρχείο excel για κάθε περιφέρεια και κάθε έτος.

2.2 Στόλος οχημάτων

Τα δεδομένα του στόλου των οχημάτων που χρησιμοποιήθηκαν για την εργασία ήταν από την ιστοσελίδα της ΕΛΣΤΑΤ όπου αποθηκεύτηκαν τα αρχικά δεδομένα για τα οχήματα. Η ιστοσελίδα παρείχε πληροφορίες για πολλά έτη. Για κάθε έτος υπήρχε και ένα αρχείο excel με ονομασία της μορφής A1106_SME18_TB_MM_00_2010_01_F_BI. Το αρχείο αυτό περιέχει τα αρχεία του στόλου για το έτος 2010.

 A1106_SME18_TB_MM_00_2010_01_F_BI	7/11/2022 9:43 πμ	Φύλλο εργασίας τ...	23 KB
 A1106_SME18_TB_MM_00_2011_01_F_BI	7/11/2022 9:43 πμ	Φύλλο εργασίας τ...	26 KB
 A1106_SME18_TB_MM_00_2012_01_F_BI	7/11/2022 9:43 πμ	Φύλλο εργασίας τ...	26 KB
 A1106_SME18_TB_MM_00_2013_01_F_BI	7/11/2022 9:43 πμ	Φύλλο εργασίας τ...	25 KB
 A1106_SME18_TB_MM_00_2014_01_F_BI	7/11/2022 9:43 πμ	Φύλλο εργασίας τ...	29 KB
 A1106_SME18_TB_MM_00_2015_01_F_BI	7/11/2022 9:43 πμ	Φύλλο εργασίας τ...	30 KB
 A1106_SME18_TB_MM_00_2016_01_F_BI	7/11/2022 9:43 πμ	Φύλλο εργασίας τ...	20 KB
 A1106_SME18_TB_MM_00_2017_01_F_BI	7/11/2022 9:43 πμ	Φύλλο εργασίας τ...	21 KB
 A1106_SME18_TB_MM_00_2018_01_F_BI	7/11/2022 9:42 πμ	Φύλλο εργασίας τ...	21 KB
 A1106_SME18_TB_MM_00_2019_01_F_BI	7/11/2022 9:42 πμ	Φύλλο εργασίας τ...	19 KB
 A1106_SME18_TB_MM_00_2020_01_F_BI	2/11/2022 11:34 πμ	Φύλλο εργασίας τ...	18 KB
 Στόλος 2010-2020 διαγράμματα	26/1/2023 11:19 πμ	Φύλλο εργασίας τ...	396 KB

Εικόνα 8. Αρχεία excel του στόλου των οχημάτων

Για την συγκεκριμένη μελέτη χρησιμοποιήθηκαν μόνο τα δεδομένα από το έτος 2010 μέχρι και το έτος 2020. Αρχικά, τα δεδομένα του στόλου που συλλέχθηκαν ήταν σε πίνακες οι οποίοι είχαν πληροφορίες για το είδος του οχήματος, την χρήση του (δημόσιας ή ιδιωτικής) καθώς και πληροφορίες για όλους του νομούς της Ελλάδας. Τέτοιου είδους πίνακες ήταν ξεχωριστά για κάθε ένα έτος (δηλαδή 2010-2020). Οι παρακάτω εικόνες περιγράφουν την αρχική κατάσταση των δεδομένων για δύο τυχαία έτη.

Πίνακας 1. Δεδομένα στόλου για το έτος 2010 (Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ)

2010	Επιβατικά - Passenger			Φορτηγά - Trucks			Λεωφορεία - Buses
	Σύνολο Total	Ιδιωτικής Χρήσης Private use	Δημοσίας Χρήσεως Public use	Σύνολο Total	Ιδιωτικής Χρήσης Private use	Δημοσίας Χρήσεως Public use	Σύνολο Total
ΣΥΝΟΛΟ ΕΛΛΑΔΟΣ	5.216.873	5.183.313	33.560	1.318.768	1.282.273	36.495	27.311
ΣΤΕΡΕΑ ΕΛΛΑΔΑ	2.959.996	2.940.700	19.296	439.431	425.042	14.389	14.531
ΑΤΤΙΚΗ	2.756.052	2.739.129	16.923	285.817	275.117	10.700	12.733
ΑΙΤΩΛΟΚΑΡΝΑΝΙΑ	60.651	59.822	829	56.033	54.653	1.380	663
ΒΟΙΩΤΙΑ	32.152	31.840	312	23.426	22.772	654	302
ΕΥΒΟΙΑ	60.065	59.440	625	36.311	35.555	756	387
ΕΥΡΥΤΑΝΙΑ	1.009	969	40	3.176	3.108	68	57
ΦΘΙΩΤΙΔΟΣ	45.193	44.733	460	26.834	26.248	586	295
ΦΩΚΙΔΟΣ	4.874	4.767	107	7.834	7.589	245	94
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ	272.248	269.221	3.027	161.708	158.109	3.599	1.766
ΑΡΓΟΛΙΔΟΣ	31.317	31.074	243	21.005	20.553	452	218
ΑΡΚΑΔΙΑΣ	17.307	17.006	301	16.144	15.631	513	174
ΑΧΑΪΑΣ	105.025	104.062	963	33.713	32.873	840	516
ΗΛΕΪΑΣ	23.543	23.097	446	21.666	21.318	348	215
ΚΟΡΙΝΘΙΑΣ	39.397	39.048	349	27.645	27.132	513	289

Πίνακας 2. Δεδομένα στόλου οχημάτων για το έτος 2020 (Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ).

2020	Επιβατικά - Passenger			Φορτηγά - Trucks			Λεωφορεία - Buses
	Σύνολο Total	Ιδιωτικής Χρήσης Private use	Δημοσίας Χρήσεως Public use	Σύνολο Total	Ιδιωτικής Χρήσης Private use	Δημοσίας Χρήσεως Public use	Σύνολο Total
ΣΥΝΟΛΟ ΕΛΛΑΔΑΣ	5.492.176	5.458.616	33.560	1.373.727	1.337.232	36.495	26.539
ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ	3.232.161	3.212.865	19.296	452.707	438.318	14.389	14.068
ΑΤΤΙΚΗΣ	3.042.008	3.025.085	16.923	294.559	283.859	10.700	12.282
ΑΙΤΩΛΟΚΑΡΝΑΝΙΑΣ	58.272	57.443	829	58.260	56.880	1.380	677
ΒΟΙΩΤΙΑΣ	31.823	31.511	312	24.277	23.623	654	283
ΕΥΒΟΙΑΣ	54.875	54.250	625	36.697	35.941	756	373
ΕΥΡΥΤΑΝΙΑΣ	749	709	40	3.320	3.252	68	56
ΦΘΙΩΤΙΔΑΣ	39.462	39.002	460	27.485	26.899	586	299
ΦΩΚΙΔΑΣ	4.972	4.865	107	8.109	7.864	245	98
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ	235.874	232.847	3.027	169.371	165.772	3.599	1.753
ΑΡΓΟΛΙΔΑΣ	33.240	32.997	243	21.942	21.490	452	216
ΑΡΚΑΔΙΑΣ	12.310	12.009	301	16.794	16.281	513	179
ΑΧΑΪΑΣ	110.675	109.712	963	35.307	34.467	840	501

Ίδιοι πίνακες δεδομένων υπήρχαν και για τα υπόλοιπα έτη της δεκαετίας τα οποία δεν εμφανίζονται.

Όπως φαίνεται και στην εικόνα, μπορεί κανείς να διακρίνει το έτος για το οποίο παίρνουμε πληροφορίες, τον αριθμό οχημάτων ανά νομό για την ιδιωτική χρήση ή την δημόσια ή το σύνολο και για το είδος οχήματος (επιβατικά, φορτηγά, λεωφορεία, μοτοσυκλέτες).

Στη συνέχεια, ύστερα από επεξεργασία μετασχηματισμού και κατηγοριοποίησης ο πίνακας των δεδομένων άλλαξε και έγινε πιο κατανοητός και εύκολος. Αφαιρέθηκαν δηλαδή οι νομοί και παρέμειναν τα σύνολα των αριθμών μόνο για τις περιφέρειες και για το άθροισμα της ιδιωτικής και της δημόσιας χρήσης. Παράλληλα, δημιουργήθηκαν πίνακες για κάθε περιφέρεια οι οποίοι περιέχουν τα δεδομένα από όλα τα έτη (2010 – 2020). Η παρακάτω εικόνα αποτελεί ένα παράδειγμα τελικού πίνακα δεδομένων του στόλου για μια τυχαία περιφέρεια.

Πίνακας 3. Τελική κατάσταση πίνακα στόλου μετά από επεξεργασία για την περιφέρεια της Στερεάς Ελλάδας & Εύβοιας.

	ΕΤΟΣ	Επιβατικά	Φορτηγά	Λεωφορεία	Μοτοσυκλές
ΣΤΕΡΕΑ ΕΛΛΑΔΑ & ΕΥΒΟΙΑ	2010	143.293	97.581	1.135	44.464
	2011	141.255	98.168	1.131	45.407
	2012	138.309	98.366	1.122	45.944
	2013	135.065	98.308	1.114	45.838
	2014	133.283	98.547	1.114	46.341
	2015	131.287	98.699	1.107	46.765
	2016	131.098	99.199	1.104	47.243
	2017	131.249	99.622	1.110	46.987
	2018	130.155	98.703	1.107	44.702
	2019	131.206	99.223	1.108	44.970
	2020	131.881	99.888	1.109	45.548

Πανομοιότυποι πίνακες δεδομένων δημιουργήθηκαν για όλες τις περιφέρειες της Ελλάδας και ένας για το σύνολο της Ελλάδας.

Έπειτα από την δημιουργία των τελικών πινάκων με όλες τις περιφέρειες και όλα τα έτη για τον στόλο των οχημάτων, ακολούθησαν τα γραφήματα. Για τα γραφήματα αυτά, χρησιμοποιήθηκαν οι τιμές από τους τελικούς πίνακες του στόλου κάθε περιφέρειας και για το σύνολο της Ελλάδας. Αρχικά δημιουργήθηκαν γραφήματα ράβδων τα οποία, απεικονίζουν τον στόλο των οχημάτων για κάθε περιφέρεια και για όλα τα έτη της μελέτης. Κάθε τέτοιο γράφημα έχει 11 ράβδους για κάθε κατηγορία οχημάτων (μοτοσυκλές, λεωφορεία, φορτηγά, επιβατικά). Κάθε κατηγορία οχήματος έχει 11 ράβδους διότι κάθε ράβδος αντιστοιχεί σε κάθε ένα έτος. Επίσης δημιουργήθηκε ένα επιπλέον γράφημα ράβδων που αντιστοιχεί στο σύνολο της Ελλάδας το οποίο είναι παρόμοιο με αυτά των περιφερειών.

Από τα γράφημα αυτό παίρνουμε πληροφορίες σχετικά με τα οχήματα που υπάρχουν σε κάθε περιφέρεια και επίσης για την διακύμανση που συμβαίνει σε όλη την δεκαετία της μελέτης.

Έπειτα, δημιουργήθηκαν για τα έτη 2010, 2015 και 2020 γραφήματα πίτας τα οποία δείχνει τα ποσοστά που καταλαμβάνει κάθε τύπος οχήματος για το αντίστοιχο έτος για το σύνολο της Ελλάδας. Τα γραφήματα αυτά δίνουν πληροφορίες σχετικά με το ποσοστό το οποίο καταλαμβάνει κάθε κατηγορία οχήματος με ακρίβεια ενός δεκαδικού.

Για το υπολογιστικό μέρος των ταξινομήσεων, αρχικά συλλέχθηκαν πληροφορίες από την ιστοσελίδα ACEA (<https://www.acea.auto/>) και από το συμβούλιο των διεθνών μεταφορών (ICCT). Πιο συγκεκριμένα, τα δεδομένα για την Ελλάδα εντοπίστηκαν σε ένα αρχείο pdf με ονομασία ICCT-EU-Pocketbook-2021-Web-Dec21.pdf όπου καταγράφηκαν σε ένα αρχείο excel. Το αρχείο αυτό αρχικά περιείχε δεδομένα για πολλές χώρες και δεδομένα για πολλές παραμέτρους στα οχήματα. Παρακάτω φαίνεται η αρχική κατάσταση του αρχείου.

2019

Passenger cars

	Total new sales/registrations	Total new sales/registrations [%]	Price (EUR incl. tax)	Diesel [%]	Mild hybrid [%]	Full hybrid (excl. plug-in hybrid) [%]	Plug-in hybrid [%]	Battery electric/fuel cell [%]	Natural gas (mono-/bivalent, incl. LPG) [%]	Automatic [%]	Front drive [%]	Rear drive [%]	4-wheel drive [%]	Engine power [KW]	Engine size [ccm]
EU-28	15,467,336	100	30,485	32	1.7	3.7	1.1	1.9	1.6	41	79	6	15	102	1544
Germany	3,607,031	23	35,206	34	2.7	1.6	1.2	1.8	0.4	50	70	9	22	117	1694
UK	2,311,140	15	33,383	27	2.5	4.2	1.5	1.6	0	49	75	8	18	112	1610
France	2,208,560	14	27,754	35	0.7	3.6	0.8	1.9	0.1	40	89	5	7	89	1404
Italy	1,924,158	12	25,769	41	1.1	3.9	0.3	0.6	9.0	24	85	4	11	83	1442
EU-13	1,520,296	10	24,216	25	1.3	4.1	0.3	0.5	0.9	36	82	2	17	100	1534
Spain	1,363,333	9	27,329	33	1.5	6.0	0.6	0.8	1.8	25	89	3	8	93	1478
Belgium	550,003	4	29,836	31	0.6	2.9	1.5	1.6	0.6	33	84	7	10	98	1493
Netherlands	446,114	3	34,071	8	0.8	5.4	1.2	13.9	0.2	52	82	11	7	103	1376
Sweden	356,062	2	33,705	34	2.8	7.1	6.9	4.4	1.3	79	55	4	41	125	1740
Austria	329,363	2	32,468	40	2.0	1.8	0.7	2.7	0.2	36	72	3	25	101	1565
Denmark	226,679	1	41,189	27	1.4	4.4	1.7	2.4	0	53	89	6	5	98	1471
Portugal	223,799	1	29,529	40	1.0	3.4	2.6	3.1	1.0	30	87	9	4	89	1386
Ireland	117,100	1	30,687	46	0.4	8.6	1.1	2.9	0	33	90	4	6	92	1529
Finland	114,246	1	34,725	19	1.4	11.0	5.1	1.7	1.9	60	76	3	21	106	1553
Greece	114,125	1	23,555	27	0.6	4.4	0.4	0.2	2.0	18	95	2	3	79	1347

Εικόνα 9. Ταξινομήσεις νέων οχημάτων ανά χώρα και έτος της ΕΕ και χαρακτηριστικών αυτών


Στη συνέχεια, διαμορφώθηκε ο παραπάνω πίνακας σε excel με τα δεδομένα της Ελλάδας και τα χαρακτηριστικά μόνο των πωλήσεων, του είδους καυσίμου, το είδος του κιβωτίου ταχυτήτων, την τεχνολογία κινητήρα (Euro) και τους ρύπους που εκπέμπει η κάθε κατηγορία οχήματος. Οι ταξινομήσεις βρέθηκαν για τα επαγγελματικά οχήματα καθώς και για τα επιβατικά. Η τελική διαμόρφωση των πινάκων φαίνεται παρακάτω.

A	B	C	D	E	F	G	H	I
ΕΠΙΒΑΤΙΚΑ ΟΧΗΜΑΤΑ								
ΕΤΟΣ	Total new sales/registrations	Diesel (%)	Plug in Hybrid (%)	Full hybrid (excl. plug-in hybrid) [%]	Hybrid (excl. plug-in hybrid) [%]	Hybrid excl. PHEV [%]	Battery electric / fuel cell [%]	Natural gas (incl. LPG) [%]
2010	141496	4	0	0	0	0,8	-	0
2011	97679	10	0	0	0	1	-	0,1
2012	58481	40	0	0	0	0,8	-	0,1
2013	58694	58	0	0	0	0,7	0,01	0,1
2014	71216	64	0	0	0,6	0	0,1	0,3
2015	75805	63	0,1	0	1,1	0	0	0,3
2016	78873	54	0,1	0	1,9	0	0	0,3
2017	88079	44	0,2	0	2,7	0	0	0,4
2018	103431	36	0,2	3,4	0	0	0,1	1
2019	114125	27	0,4	4,4	0	0	0,2	2
2020	81002	29	1,8	6,5	0	0	0,8	2,2
ΕΠΙΒΑΤΙΚΑ ΟΧΗΜΑΤΑ								
ΕΤΟΣ	Total new sales/registrations	Diesel (%)	Hybrid (%)	Battery electric / fuel cell [%]	Natural gas (incl. LPG) [%]	Automatic [%]	Euro 5 [%]	Euro 6 [%]
2010	141.496	4	0,8	-	0	4	-	-
2011	97.679	10	1,0	-	0,1	6	-	-
2012	58.481	40	0,8	-	0,1	0	93	0,2
2013	58.694	58	0,7	0,01	0,1	10	98	1
2014	71.216	64	0,6	0,1	0,3	9	87	13

Εικόνα 10. Απόκομμα από την τελική μορφή των πινάκων των ταξινομήσεων

2.3 Κατανάλωση πετρελαιοειδών

Τα δεδομένα για τις καταναλώσεις των πετρελαιοειδών εντοπίστηκαν στην ιστοσελίδα του υπουργείου περιβάλλοντος και ενέργειας (ΥΠΕΝ). Τα δεδομένα ήταν σε αρχείο excel για τα έτη από το 2000 έως και το 2020 και είχαν ονομασία A1106_SME18_TB_MM_00_2010_01_F_BI για κάθε έτος. Αφού έγινε αντιγραφή, των δεδομένων από το 2010 έως το 2020 που ήταν απαραίτητα για την μελέτη αποθηκεύτηκαν στον υπολογιστή. Τα αρχεία από το 2010 έως το 2020 συγκεντρώθηκαν σε ένα αρχείο excel όπου κάθε φύλλο αποτελούσε ένα έτος της δεκαετίας. Όμως τα δεδομένα χρειαζόνταν επιπλέον επεξεργασία γιατί οι περιφέρειες δεν ήταν ίδιες με αυτές του στόλου και δεν θα ήταν δυνατός ο σχολιασμός των αποτελεσμάτων με ακρίβεια. Έτσι, έγιναν αντιγραφή σε νέο excel και έγινε η επεξεργασία τους ώστε να διαμορφωθούν οι περιφέρειες ίδιες με αυτές του στόλου των οχημάτων. Η αρχική μορφή του αρχείου ήταν ως εξής.

 Κατανάλωση πετρελαιοειδών ανά περιφέρεια και νομό: 2000 - 2020	ΕΤΗ	2000	2001	2002	2003	2004	2005
	ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ / ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ						
Σύνολο Ελλάδας		9.573.219	9.820.328	10.211.467	11.110.437	11.017.102	11.099.293
Ανατολική Μακεδονία και Θράκη	ΣΥΝΟΛΟ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΣ	648.930	671.701	667.820	705.663	705.878	706.579
	Έβρος	159.789	181.718	185.620	195.064	180.184	188.137
	Ξάνθη	97.435	89.011	90.547	80.780	102.824	106.735
	Ροδόπη	93.132	102.325	87.196	92.999	106.092	94.747
	Δράμα	82.879	77.626	94.798	104.745	117.455	120.859
	Καβάλα	215.695	221.021	209.659	232.075	199.323	196.101
Κεντρική Μακεδονία	ΣΥΝΟΛΟ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΣ	2.006.197	2.144.655	2.181.154	2.341.002	2.334.153	2.273.605
	Σέρρες	133.658	126.368	138.731	155.780	168.220	167.888
	Ημαθία	139.426	133.702	148.981	158.820	176.527	164.977
	Θεσσαλονίκη	1.318.347	1.461.611	1.410.266	1.478.762	1.405.946	1.356.521
	Κιλκίς	81.469	78.259	93.193	97.322	113.081	117.881
	Πέλλα	103.158	102.808	122.664	145.854	170.167	163.806
	Πιερία	106.544	115.436	123.740	136.493	148.826	161.455
	Χαλκιδική	123.595	126.471	143.579	167.971	151.386	141.077

Εικόνα 11. Δεδομένα καταναλώσεων πετρελαιοειδών στη Ελλάδα ανά περιφέρεια

Το παραπάνω αρχείο μετά την επεξεργασία που έγινε σχηματίστηκε στην παρακάτω τελική μορφή.

Κατανάλωση πετρελαιοειδών, κατά μεγάλη γεωγραφική περιοχή, περιφέρεια και νομό και κατηγορία: 2010							
Σε μετρικούς τόνους							
Μεγάλη γεωγραφική περιοχή Περιφέρεια Νομός	Σύνολο	Βενζίνη				Πετρέλαιο(diesel)	
		Σούπερ (LRP)	Αμόλυβδη (95 RON)	Αμόλυβδη (98/100 RON)	συνολο	Κίνησης (ΒΙΟ)	Θέρμανσης
Σύνολο Ελλάδος	9.395.572	112.822	3.422.408	162.247	3.697.477	2.488.048	2.908.247
Βόρεια Ελλάς	3.359.802	28.629	965.262	35.707		912.564	1.296.789
Ανατολική Μακεδονία και Θράκη	536.718	3.740	145.032	4.757	153.529	144.215	226.063
Έβρος	117.632	659	31.651	1.042		28.269	50.030
Ξάνθη	70.816	663	23.496	673		18.216	26.307
Ροδόπη	90.763	797	25.382	695		24.680	35.318
Δράμα	104.341	755	23.336	761		24.794	53.944
Καβάλα	153.166	866	41.167	1.586		48.256	60.464
Κεντρική Μακεδονία	1.844.751	13.111	557.507	19.158	589.776	468.848	697.512
Σέρρες	161.349	1.928	39.987	1.380		30.101	85.168
Ημαθία	146.348	1.130	35.892	1.458		34.149	62.249
Θεσσαλονίκη	1.037.423	5.227	359.960	11.239		277.948	337.321
Κιλκίς	81.255	563	17.282	543		19.057	37.117
Πέλλα	131.650	1.076	25.836	1.068		30.966	58.278

Εικόνα 12. Διαμόρφωση καταναλώσεων πετρελαιοειδών σε περιφέρειες στην Ελλάδα για το έτος 2010

Παράλληλα, δημιουργήθηκαν γραφήματα πίτας για τα έτη 2010, 2015 και 2020 τα οποία απεικονίζουν τα δεδομένα καταναλώσεων. Δημιουργήθηκε δηλαδή, γραφήματα πίτας για όλες τις περιφέρειες για τα έτη 2010, 2015 και 2020 που απεικονίζουν τα ποσοστά των καυσίμων που υπάρχουν κάθε φορά. Σύνολο δημιουργήθηκαν 39 γραφήματα πίτας συμπεριλαμβανομένου και των τριών γραφημάτων του συνόλου της Ελλάδας.

Ακόμη, διαμορφώθηκε πίνακας σε νέο φύλλο στο excel με τα σύνολα του κάθε καυσίμου για κάθε έτος και αντίστοιχα γράφημα ράβδων για το σύνολο της Ελλάδας για τις καταναλώσεις καυσίμων. Ο πίνακας με τα σύνολα των καυσίμων για το σύνολο της Ελλάδας φαίνεται παρακάτω.

A	B	C	D	E
	<u>ΕΤΟΣ</u>	<u>Βενζίνη</u>	<u>Πετρέλαιο(diesel)</u>	<u>Υγραέριο(LPG)</u>
Σύνολο Ελλάδος	2010	3.697.477	2.488.048	
	2011	3.289.092	2.188.854	
	2012	2.942.840	2.185.909	389.654
	2013	2.669.964	2.298.541	435.151
	2014	2.586.883	2.441.949	450.136
	2015	2.457.534	2.513.318	485.846
	2016	2.419.803	2.622.431	506.881
	2017	2.345.859	2.626.117	515.481
	2018	2.291.753	2.694.420	526.675
	2019	2.279.120	2.730.084	650.536
	2020	1.897.737	2.553.574	467.994

Εικόνα 13. Πίνακας από σύνολα καυσίμων για το σύνολο της Ελλάδας

Στο τελικό αρχείο excel δημιουργήθηκε νέο φύλλο, το οποίο περιείχε όλα τα γραφήματα που έγιναν για τις καταναλώσεις των καυσίμων συγκεντρωμένα ανά κάθε έτος και περιφέρεια.

2.4 Εκπομπές από τις οδικές μεταφορές

Τα δεδομένα εκπομπών από τις οδικές μεταφορές αντλήθηκαν από την ιστοσελίδα του κέντρο απογραφών και προβλέψεων εκπομπών ρύπων (EMEP). Μπαίνοντας στη ιστοσελίδα επιλέχθηκε η χώρα και τα έτη που χρειαζόνταν οι πληροφορίες καθώς επιλέχθηκε και το φίλτρο National Totals/Sectors, Semicolon-Separated (CSV file). Με την εντολή αναζήτηση επιλέγονται όλοι οι ρύποι και στην συνέχεια επιλέγεται ξανά η αναζήτηση. Στην νέα καρτέλα που εμφανίζεται επιλέγεται η εντολή Road Transport (GNFR) και ξανά αναζήτηση. Με αυτή την διαδικασία, γίνεται λήψη των δεδομένων των εκπομπών ρύπων από τα οχήματα για τις οδικές μεταφορές. Τα δεδομένα αυτά, αποθηκεύονται αρχικά στη μορφή όπως φαίνονται παρακάτω.

```
GR;2010;F_RoadTransport;BC;Gg;1.576596103
GR;2010;F_RoadTransport;CO;Gg;317.9034031
GR;2010;F_RoadTransport;NH3;Gg;2.097628882
GR;2010;F_RoadTransport;NMVOC;Gg;60.01513551
GR;2010;F_RoadTransport;NOx;Gg;103.6826929
GR;2010;F_RoadTransport;PM10;Gg;5.770837299
GR;2010;F_RoadTransport;PM2.5;Gg;4.695181255
GR;2010;F_RoadTransport;PMcoarse;Gg;1.075656044
GR;2010;F_RoadTransport;SOx;Gg;0.124860823
GR;2011;F_RoadTransport;BC;Gg;1.336851823
GR;2011;F_RoadTransport;CO;Gg;286.9273262
GR;2011;F_RoadTransport;NH3;Gg;1.993031875
GR;2011;F_RoadTransport;NMVOC;Gg;53.46285561
GR;2011;F_RoadTransport;NOx;Gg;85.44707003
GR;2011;F_RoadTransport;PM10;Gg;4.93802379
GR;2011;F_RoadTransport;PM2.5;Gg;3.853121182
GR;2011;F_RoadTransport;PMcoarse;Gg;1.084902608
GR;2011;F_RoadTransport;SOx;Gg;0.108464956
GR;2012;F_RoadTransport;BC;Gg;1.275832366
GR;2012;F_RoadTransport;CO;Gg;254.9440485
GR;2012;F_RoadTransport;NH3;Gg;1.646020679
```

Εικόνα 14. Αρχική μορφή λήψης των δεδομένων των εκπομπών ρύπων των οδικών μεταφορών

Έπειτα τα δεδομένα, μεταφέρονται σε αρχείο excel με τελική μορφή όπως παρακάτω.

A	B	C	D	E	F	G
# WebData	output on Tue Dec 27 06:12:44 2022					
# DataSource	Emissions as used in EMEP models					
# Terms of reference:	CC BY 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)					
# Emission category:	NFR14/NFR19					
# Format:	YEAR	SECTOR	POLLUTANT	UNIT	NUMBER/FLAG	
GR	2010	NATIONAL	BC	Gg	10,49305	
GR	2010	F_RoadTra	BC	Gg	1,576596	
GR	2010	NATIONAL	CO	Gg	616,1983	
GR	2010	F_RoadTra	CO	Gg	317,9034	
GR	2010	NATIONAL	NH3	Gg	71,48584	
GR	2010	F_RoadTra	NH3	Gg	2,097629	
GR	2010	NATIONAL	NMVOC	Gg	215,0691	
GR	2010	F_RoadTra	NMVOC	Gg	60,01514	
GR	2010	NATIONAL	NOx	Gg	363,5574	
GR	2010	F_RoadTra	NOx	Gg	103,6827	

Εικόνα 15. Τελική μορφή δεδομένων εκπομπών ρύπων

Η τελική μορφή του πίνακα ξεκινά την ανάδειξη της χώρας, συνεχίζει με το έτος στο οποίο απευθύνεται, έπειτα με τον τομέα, τον ρύπο, την μονάδα μέτρηση και τέλος με το νούμερο ένδειξης του ρύπου. Όπως φαίνεται και στο απόκομμα του πίνακα παραπάνω, φαίνεται και το εθνικό σύνολο του κάθε ρύπου και ο ρύπος από τις οδικές μεταφορές.

Στην συνέχεια, το αρχείο excel επεξεργάστηκε και αφαιρέθηκαν από αυτόν οι εθνικές συνολικές εκπομπές. Έτσι το νέο φύλλο excel που δημιουργήθηκε είχε την παρακάτω μορφή.

# Format: ISO2	YEAR	SECTOR	POLLUTANT	UNIT	NUMBER/FLAG
GR	2010	F_RoadTransport	BC	Gg	1,576596103
GR	2010	F_RoadTransport	CO	Gg	317,9034031
GR	2010	F_RoadTransport	NH3	Gg	2,097628882
GR	2010	F_RoadTransport	NMVOC	Gg	60,01513551
GR	2010	F_RoadTransport	NOx	Gg	103,6826929
GR	2010	F_RoadTransport	PM10	Gg	5,770837299
GR	2010	F_RoadTransport	PM2.5	Gg	4,695181255
GR	2010	F_RoadTransport	PMcoarse	Gg	1,075656044
GR	2010	F_RoadTransport	SOx	Gg	0,124860823
GR	2011	F_RoadTransport	BC	Gg	1,336851823
GR	2011	F_RoadTransport	CO	Gg	286,9273262
GR	2011	F_RoadTransport	NH3	Gg	1,993031875
GR	2011	F_RoadTransport	NMVOC	Gg	53,46285561
GR	2011	F_RoadTransport	NOx	Gg	85,44707003
GR	2011	F_RoadTransport	PM10	Gg	4,93802379
GR	2011	F_RoadTransport	PM2.5	Gg	3,853121182

Εικόνα 16. Τελική μορφή πίνακα εκπομπών ρύπων από οδικές μεταφορές

Μετά την τελική μορφοποίηση των δεδομένων, δημιουργήθηκαν τα γραφήματα ράβδων. Σε αυτά τα γραφήματα απεικονίστηκε κάθε ρύπος σε ένα γράφημα με τις τιμές των εκπομπών μόνο από τις οδικές μεταφορές για τα έτη 2010 – 2020. Έτσι κάθε γράφημα που δημιουργήθηκε, απεικονίζει την διακύμανση συγκεκριμένου ρύπου για όλα τα έτη όπου υπάρχει εκπομπή του από τις οδικές μεταφορές και μόνο.

Στην συνέχεια, κατασκευάστηκαν πινακάκια στο excel όπου δείχνουν τους ρύπους κάθε έτους, της συνολικές εκπομπές του κάθε ρύπου στην Ελλάδα και το ποσοστό που καταλαμβάνει ο ίδιος ρύπος από τις εκπομπές των οδικών μεταφορών.

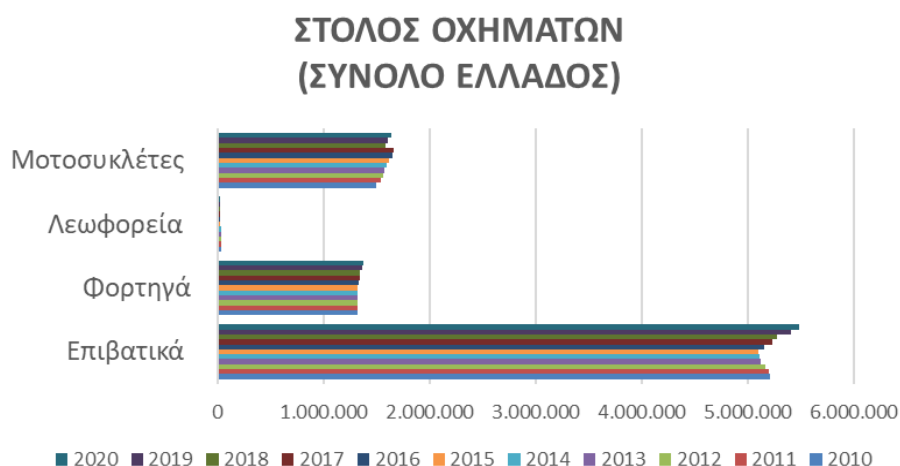
Ακόμη, κατασκευάστηκαν πίνακες για τα έτη 2010, 2015 και 2020 με τους ρύπους που εκπέμπονται σε κάθε έτος, τις συνολικές εκπομπές από τις οδικές μεταφορές από όλους τους ρύπους στην Ελλάδα για το ίδιο έτος και τέλος το ποσοστό συνεισφοράς του κάθε ρύπου σε αυτό το σύνολο.

Κεφάλαιο 3: Ανάλυση και Ερμηνεία Αποτελεσμάτων

3.1 Συγκεντρωτική μελέτη του στόλου οχημάτων στην Ελλάδα

3.1.1 Χαρακτηριστικά του στόλου οχημάτων

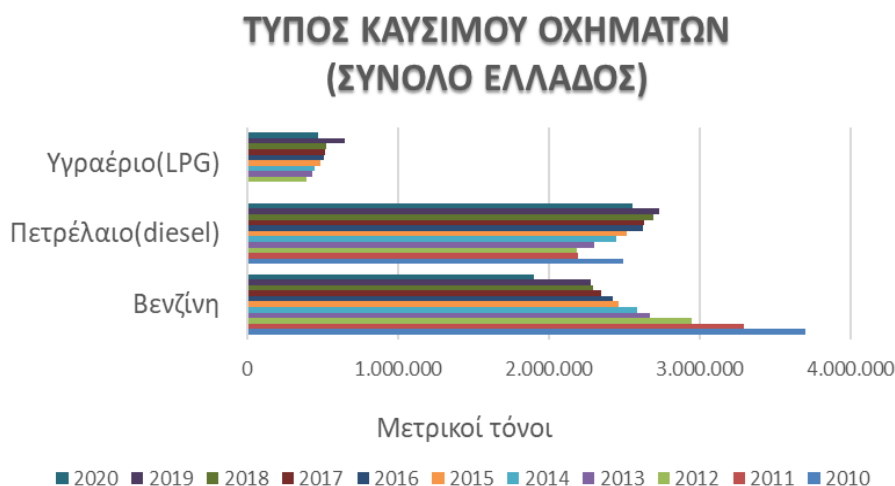
Τα οχήματα στα οποία μπορεί να διαχωριστεί ο στόλος των οχημάτων στη Ελλάδα είναι τα επιβατικά, τα φορτηγά, τα λεωφορεία και οι μοτοσυκλέτες. Τα οχήματα είναι διασκορπισμένα σε όλη την ηπειρωτική χώρα καθώς και στα κατοικήσιμα νησιά. Όπως είναι αναμενόμενο, τα επιβατικά ξεπερνούν σε αριθμό κατά πολύ όλα τα άλλα είδη των οχημάτων του στόλου σε όλες τις περιφέρειες. Τα φορτηγά και οι μοτοσυκλέτες με την σειρά τους καταλαμβάνουν ένα σημαντικό κομμάτι του στόλου και τα λεωφορεία ένα μικρότερο. Τα κύρια καύσιμα που καταναλώνουν τα οχήματα του είναι το πετρέλαιο, η βενζίνη και το υγραέριο. Τα επιβατικά οχήματα καταναλώνουν και τα τρία είδη καυσίμου με την βενζίνη και το πετρέλαιο να κυριαρχούν. Τα φορτηγά και τα λεωφορεία καταναλώνουν κατά κύριο λόγο πετρέλαιο ως σήμερα στην χώρα μας και οι μοτοσυκλέτες βενζίνη.



Σχήμα 1. Διαχρονική εξέλιξη του στόλου των οχημάτων για την Ελλάδα

Στο σχήμα 1 διακρίνεται ο στόλος των οχημάτων για το σύνολο της Ελλάδας διαχρονικά για τα έτη 2010 έως και 2020. Οι κατηγορίες οι οποίες κατηγοριοποιείται ο στόλος των οχημάτων είναι τα επιβατικά οχήματα (ιδιωτικής και δημόσιας χρήσης), τα φορτηγά, τα λεωφορεία και οι μοτοσυκλέτες. Αρχικά, διαπιστώνουμε ότι ο στόλος των επιβατικών οχημάτων σημειώνει μικρή πτώση από το έτος 2010 έως το έτος 2015 από 5.216.873 στα 5.107.620 οχήματα αντίστοιχα ενώ, στην συνέχεια και μέχρι το 2020 παρατηρείται συνεχόμενη αύξηση των επιβατικών σε ποσοστό 1,2%. Φαίνεται επίσης ότι το 2020 έχουμε τον μεγαλύτερο αριθμό επιβατικών οχημάτων της δεκαετίας που είναι 5.492.176 οχήματα σε όλη την Ελλάδα.

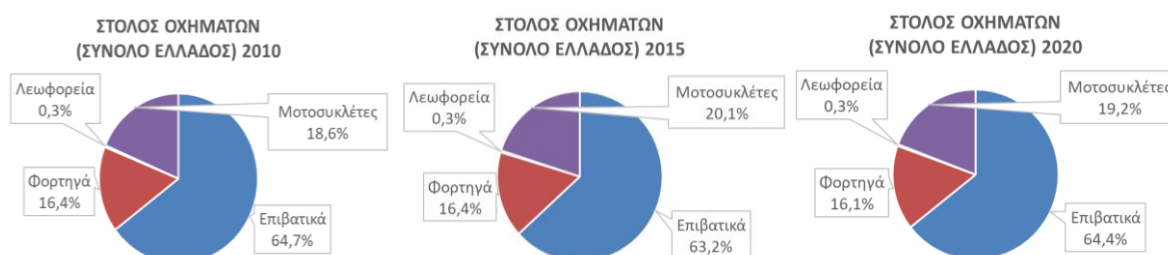
Παράλληλα, ο στόλος των φορτηγών παραμένει σχεδόν σταθερός σε όλη την δεκαετία με αριθμό φορτηγών οχημάτων να κυμαίνεται από 1.318.768 φορτηγά έως 1.373.727 φορτηγά. Το έτος 2020 παρατηρείται ότι έχει την μεγαλύτερη τιμή του στόλου των φορτηγών. Ο στόλος των λεωφορείων παραμένει και αυτός σχεδόν σταθερός σε όλη την δεκαετία με τον αριθμό του στόλου να κυμαίνεται από 26.389 λεωφορεία έως 27.311 λεωφορεία. Οι μοτοσυκλέτες, αυξάνονται από τις 1.499.133 μοτοσυκλέτες το 2010 στις 1.656.657 μοτοσυκλέτες το 2017. Στη συνέχεια, παρατηρείται μικρή πτώση στις 1.637.608 μοτοσυκλέτες έως το 2020.



Σχήμα 2. Διαχρονική εξέλιξη της κατανάλωσης καυσίμου από το σύνολο των οχημάτων στην Ελλάδα

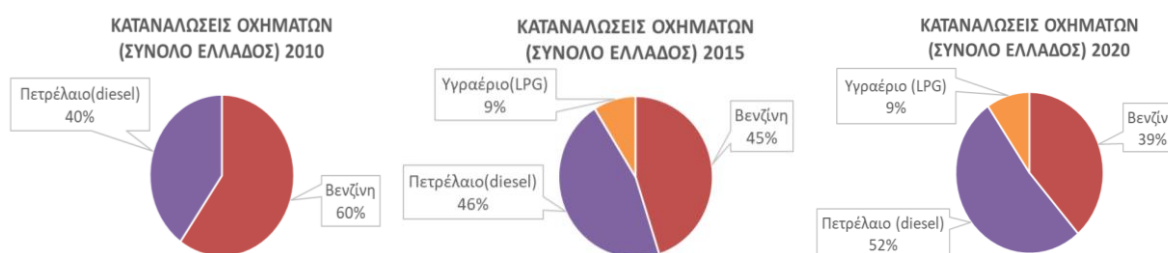
Στο σχήμα 2 διακρίνονται οι καταναλώσεις καυσίμων των οχημάτων του στόλου για το σύνολο της Ελλάδας για την δεκαετία 2010-2020. Τα καύσιμα που χρησιμοποιούνται από τα οχήματα στην χώρα μας κυρίως όπως φαίνεται και στο διάγραμμα είναι η βενζίνη, το πετρέλαιο (diesel) και το υγραέριο (LPG). Το παραπάνω σχήμα δίνει τα δεδομένα σε μετρικούς τόνους. Παρατηρείται αρχικά, ότι η πλειοψηφία των οχημάτων καταναλώνει βενζίνη (39 - 60% επί του συνόλου κατανάλωσης), έπειτα πετρέλαιο (40-52% επί του συνόλου κατανάλωσης) και λιγότερο στο υγραέριο (9% επί του συνόλου κατανάλωσης). Επιπλέον, παρατηρείται ότι η εμφάνιση του υγραερίου στην κατανάλωση έρχεται από το έτος 2012 και έπειτα, που σημαίνει ότι τα προηγούμενα έτη δεν υπήρχαν οχήματα που να καταναλώναν υγραέριο. Ο αριθμός οχημάτων κατανάλωσης βενζίνης μειώνεται κάθε χρόνο σε μεγάλο βαθμό και πολύ περισσότερο για τα έτη από 2010 που είναι 60% επί του συνόλου κατανάλωσης (3.697.477 μετρικούς τόνους) έως το 2015 που είναι 45% επί του συνόλου κατανάλωσης (2.457.534 μετρικούς τόνους). Αντίθετα, τα οχήματα που καταναλώνουν πετρέλαιο δείχνουν αύξηση σε όλα τα έτη από 40% επί του συνόλου κατανάλωσης (το 2010 με 2.488.048 μετρικούς τόνους) σε 52% επί του συνόλου κατανάλωσης (το 2020 με 2.553.574 μετρικούς τόνους) εκτός από το 2020 που φαίνεται να μειώνεται αισθητά σε σχέση με το προηγούμενο έτος (2019 με 2.730.084

μετρικούς τόνους). Ίδια είναι και τα οχήματα κατανάλωσης υγραερίου, όπου κάνουν αύξηση από το 2012 (389.654 μετρικούς τόνους) που εμφανίζεται έως και το 2019 (650.536 μετρικούς τόνους) και μείωση το τελευταίο έτος 2020 (467.994 μετρικούς τόνους). Παρόλες τις αυξομειώσεις τα οχήματα υγραερίου παραμένουν στο ίδιο ποσοστό (9% επί του συνόλου κατανάλωσης) σε όλα τα έτη και αυτό δικαιολογείται από τις αντίστοιχες αυξομειώσεις των οχημάτων πετρελαίου και βενζίνης.



Σχήμα 3.Στόλος οχημάτων για το σύνολο της Ελλάδας για τα έτη 2010, 2015 και 2020.

Στο σχήμα 3 φαίνεται ο στόλος των οχημάτων για το σύνολο της Ελλάδας για τα έτη 2010, 2015 και 2020. Παρατηρείται ότι τα επιβατικά οχήματα καταλαμβάνουν το μεγαλύτερο ποσοστό του στόλου διαχρονικά. Ακολουθούν οι μοτοσυκλές και έπειτα τα φορτηγά και τα λεωφορεία. Και στα τρία διαγράμματα ο αριθμός των λεωφορείων παραμένει σταθερός 0,3%. Τα φορτηγά είναι 16,4% του στόλου για τα έτη 2010 και 2015 ενώ παρατηρείται μικρή μείωση στο 16,1% του στόλου το 2020. Από το 2010 μέχρι το 2015 οι μοτοσυκλές αυξάνονται κατά 1,5% και έπειτα μειώνονται το 2020 κατά 0,9% σε σχέση με το 2015. Τέλος τα επιβατικά οχήματα από 64,7% το 2010 μειώνονται στο 63,2% το 2015 και μετά το 2020 αυξάνονται κατά 1,2%.



Σχήμα 4.Καταναλώσεις οχημάτων για το σύνολο της Ελλάδας για τα έτη 2010, 2015 και 2020.

Στα σχήμα 4 εμφανίζονται τα ποσοστά των οχημάτων που καταναλώνουν κάθε καύσιμο του συνόλου της Ελλάδας για τα έτη 2010,2015 και 2020 αντίστοιχα. Το 2010 διακρίνεται ότι ο στόλος των οχημάτων κατανάλωσε πετρέλαιο και βενζίνη. Τα

οχήματα πετρελαίου αποτελούν το 40% του στόλου και της βενζίνης το 60% του στόλου. Είναι φανερό ότι δεν υπάρχουν καθόλου δεδομένα για οχήματα υγραερίου που σημαίνει ότι δεν υπάρχουν οχήματα που να κινούνται με LPG. Στο διάγραμμα του 2015 διαπιστώνεται η εμφάνιση οχημάτων υγραερίου όπου παραμένει σταθερή έως και το 2020 σε ποσοστό 9% επί του συνόλου των καταναλώσεων. Ο αριθμός των οχημάτων που καταναλώνουν βενζίνη μειώνεται από το 45% του συνόλου καταναλώσεων που είναι το 2015 στο 39% του συνόλου καταναλώσεων το 2020. Το κυρίως καύσιμο των επιβατικών οχημάτων και ειδικότερα των ιδιωτικής χρήσης και μοτοσυκλετών είναι η βενζίνη. Έτσι η μείωση αυτή οδηγεί στο συμπέρασμα ότι όλο και περισσότεροι πολίτες στρέφονται σε άλλα καύσιμα δηλαδή αντικαθιστούν τα οχήματά τους με νέα όπου, ως μέσω κίνησης χρησιμοποιούν διαφορετικό καύσιμο. Πολλοί επίσης, τοποθετούν συστήματα υγραερίου στα βενζινοκίνητα επιβατικά οχήματά τους επιδιώκοντας οικονομία. Τα οχήματα υγραερίου (LPG) οπότε, εισέρχονται στην αγορά αντικαθιστώντας σημαντικό ποσοστό των οχημάτων βενζίνης. Επίσης, το υγραέριο χρησιμοποιείται σε μεγάλο βαθμό στα αστικά λεωφορεία και από μηχανήματα στη βιομηχανία όπως για παράδειγμα τα κλαρκ. Αντίθετα τα πετρελαιοκίνητα οχήματα αυξάνονται από 46% του συνόλου των καταναλώσεων το 2015 στο 52% του συνόλου των καταναλώσεων το 2020. Το πετρέλαιο (diesel), το χρησιμοποιούν κατά πλειοψηφία τα φορτηγά, λεωφορεία, καθώς και επιβατικά δημόσιας (ταξί) αλλά και ιδιωτικής χρήσης οχήματα. Η αύξηση χρήσης πετρελαίου δείχνει την στροφή όλο και περισσότερων οχημάτων στην πετρελαιοκίνηση. Επιπλέον, μεγάλο ποσοστό πετρελαιοκινητήρων χρησιμοποιούν τα γεωργικά μηχανήματα στην επαρχία.

3.1.2 Χαρακτηριστικά των νέων οχημάτων

Επαγγελματικά

Στον πίνακα 4 φαίνονται οι ταξινομήσεις των επαγγελματικών οχημάτων που έγιναν από το έτος 2010 έως και το 2020 με κριτήριο τις συνολικές πωλήσεις, το είδος καυσίμου (ο τρόπος κίνησης), η τεχνολογία κινητήρα (πχ. Euro 5), ο τύπος κιβωτίου που χρησιμοποιείται, καθώς και οι ρύποι που εκπέμπονται την κάθε φορά. Από τον πίνακα 4 παρατηρείται, ότι οι συνολικές πωλήσεις - ταξινομήσεις αυξομειώνονται διαχρονικά με μεγαλύτερες τιμές του έτους 2010 που είναι 10.644 και με ποσοστό 1% στα επαγγελματικά οχήματα. Στη συνέχεια, το έτος 2011 υπάρχει μεγάλη πτώση των τιμών με αυτές να είναι 4.312 λιγότερες από το προηγούμενο έτος. Παρόμοια πτώση υπάρχει και το έτος 2012 όπου έχουμε 3.710 συνολικές ταξινομήσεις που αντιστοιχεί σε μείωση 41,4 % σε σχέση με το έτος 2011 (2.622 λιγότερες ταξινομήσεις από το 2011). Το 2013, οι ταξινομήσεις πέφτουν σε μικρότερο βαθμό και φτάνουν στις 3.433. Το 2014 και το 2015 παρατηρείται αύξηση στις 4.904 και στις 5.649 αντίστοιχα, ενώ στη συνέχεια παρατηρείται πολύ μικρή μείωση. Από το 2017 έως και το 2019 παρατηρείται αύξηση των ταξινομήσεων στις 6.639 το 2017, στις 6.926 το 2018 και 7.994 το 2019 ενώ, το τελευταίο έτος της μελέτης 2020 εντοπίζεται πτώση

κατά 1.119 και έτσι οι πωλήσεις φτάνουν τις 6.875. Συνολικά από το 2010 μέχρι το 2020 διαπιστώθηκε μείωση των ταξινομήσεων των επαγγελματικών οχημάτων κατά 35,4%.

Όσον αφορά το είδος καυσίμου των νέων επαγγελματικών οχημάτων της δεκαετίας, επικρατούν οι κινητήρες diesel με ολοένα αυξανόμενους ρυθμούς. Την πρώτη πενταετία (2010-2015), το ποσοστό του diesel αυξάνεται από το 84% το 2010 στο 99% το 2015 που είναι και το μέγιστο ποσοστό πωλήσεων του diesel στα επαγγελματικά οχήματα. Από τον πίνακα φαίνεται να υπάρχουν και ταξινομήσεις σε ποσοστό 0,1% σε οχήματα φυσικού αερίου τα έτη 2013 και 2015. Από το 2015 και έπειτα τα ποσοστά του diesel μειώνονται σταδιακά από το 99% στο 92% το 2020 όπου είναι και το μικρότερο ποσοστό της δεκαετίας. Παράλληλα υπάρχουν νέες ταξινομήσεις με οχήματα φυσικού αερίου το 2016 με 0,4% και το 2017 με 0,7%. Από το 2018 εμφανίζεται μία νέα κατηγορία καυσίμου για τα επαγγελματικά οχήματα που είναι τα ηλεκτρικά οχήματα τύπου plug in αλλά και των κυψελών καυσίμου. Τα ποσοστά των ηλεκτρικών επαγγελματικών οχημάτων ξεκινούν από το έτος 2018 με 0,2%, το 2019 με 0,1% και το 2020 ξανά στο 0,2%. Αντίστοιχα, παρουσιάζονται ταξινομήσεις οχημάτων φυσικού αερίου τα ίδια έτη σε ποσοστά μεγαλύτερα από τα ηλεκτρικά. Αυτά ανέρχονται στο 1,3% το 2018, στο 2,2% το 2019 και στο 2,6% το 2020.

Τα κιβώτια ταχυτήτων φαίνεται να είναι όλα τους χειροκίνητα εκτός από το 2010 που υπάρχει και ένα μικρό ποσοστό που είναι 7% στα αυτόματα οχήματα. Επιπλέον στον πίνακα των επαγγελματικών οχημάτων δίνονται πληροφορίες για τα πρότυπα μέτρησης εκπομπών ρύπων (Euro) των νέων ταξινομήσεων. Οι πρώτες πωλήσεις με πρότυπα ρύπων Euro 5 και Euro 6 φαίνονται να έγιναν το 2011 έως το 2014 με αυτές να αντιστοιχούν στα ποσοστά 5%, 31%, 33%, 97% αντίστοιχα. Έπειτα από το 2015 δίνονται πληροφορίες μόνο για πρότυπα ρύπων Euro 6 που σημαίνει ότι δεν υπάρχουν καθόλου πλέον ταξινομήσεις προτύπων Euro 5. Έτσι οι νέες ταξινομήσεις με πρότυπα εκπομπών ρύπων Euro 6 είναι από το 2015 με 24%, το 2016 με 75%, το 2017 με 87% και τέλος το 2018 με 93%. Όπως παρατηρείται η αύξηση του ποσοστού από το 2015 στο 2016 είναι απότομη και από το 2019 και μετά δεν υπάρχουν πληροφορίες επιπλέον για τα Ευρωπαϊκά πρότυπα εκπομπών ρύπων που σημαίνει ότι πλέον ταξινομούνται μόνο οχήματα με πρότυπα ρύπων Euro 6.

Επιπροσθέτως, από τον πίνακα 5 παρέχονται οι εκπομπές συγκεκριμένων καυσαερίων ανά έτος. Συγκεκριμένα, το διοξείδιο του άνθρακα CO₂ σε Ευρωπαϊκό επίπεδο δίνεται στα 203g/km για το 2010 (μέγιστη τιμή ρύπου) όπου σταδιακά μειώνεται στα 137g/km το έτος 2014 η οποία είναι και η μικρότερη τιμή της δεκαετίας. Από το 2015 και μετά παρατηρείται αύξηση του CO₂ από τα 155g/km και έπειτα μειώνεται σταδιακά μέχρι το 2020 στα 148g/km. Δίνεται επίσης το διοξείδιο του άνθρακα CO₂ και σε παγκόσμιο επίπεδο για τα 2019 και 2020 που είναι 190g/km και 187g/km αντίστοιχως. Ακόμη, δίνονται για τα έτη 2010 έως 2012 το μονοξείδιο του άνθρακα CO, το οξείδιο του αζώτου NO_x, ο υδρογονάνθρακας σε συνδυασμό με το οξείδιο του αζώτου HC+NO_x και τα σωματίδια για τα πετρελαιοκίνητα οχήματα σε mg/km. Το μονοξείδιο του άνθρακα CO για το έτος 2010 είναι στα 172mg/km,

αυξάνεται στα 175mg/km το 2011 και στα 205mg/km το 2012. Το οξείδιο του αζώτου NOx κυμαίνεται από τα 349mg/km στα 324mg/km και έπειτα στα 333mg/km για τα ίδια έτη αντίστοιχα. Παρόμοια αυξομείωση παρατηρείται και στο HC+NOx από 383mg/km το 2010 μειώνεται στα 365mg/km το 2011 και στη συνέχεια αυξάνεται στα 374mg/km το 2012. Τέλος, τα σωματίδια των πετρελαιοκίνητων οχημάτων ελαττώνονται από τα 40mg/km που είναι το 2010 στα 38mg/km το 2011 και στα 35mg/km το 2012.

Πίνακας 4 Ταξινομήσεις νέων επαγγελματικών οχημάτων στην Ελλάδα την περίοδο 2010 – 2020 (Πηγή:ICCT)

ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΑ ΟΧΗΜΑΤΑ						
ΕΤΟΣ	Total new sales/registrations	Diesel (%)	Plug-in/battery electric/fuel cell [%]	Natural gas (incl. LPG) [%]	Euro 5 and Euro 6 [%]	Euro 6 [%]
2010	10644	84	-	0	0	-
2011	6332	85	-	0	5	-
2012	3710	92	-	0	31	-
2013	3433	96	-	0,1	93	-
2014	4904	98	-	0	97	-
2015	5649	99	-	0,1	-	24
2016	5645	98	0	0,4	-	75
2017	6639	98	0	0,7	-	87
2018	6926	96	0,2	1,3	-	93
2019	7994	93	0,1	2,2	-	-
2020	6875	92	0,2	2,6	-	-

Πίνακας 5. Εκπεμπόμενοι ρύποι των νέων επαγγελματικών οχημάτων στην Ελλάδα την περίοδο 2010 – 2020 (Πηγή: ICCT)

ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΑ ΟΧΗΜΑΤΑ						
ΕΤΟΣ	CO ₂ (NEDC) [g/km]	CO ₂ (WLTP) [g/km]	CO (diesel vehicles) [mg/km]	NO _x (diesel vehicles) [mg/km]	HC + NO _x (diesel vehicles) [mg/km]	Particulates (diesel vehicles) [mg/km]
2010	203	-	172	349	383	40
2011	193	-	175	324	365	38
2012	168	-	205	333	374	35
2013	160	-	-	-	-	-
2014	137	-	-	-	-	-
2015	155	-	-	-	-	-
2016	154	-	-	-	-	-
2017	154	-	-	-	-	-
2018	154	-	-	-	-	-
2019	152	190	-	-	-	-
2020	148	187	-	-	-	-

Επιβατικά

Στους παρακάτω πίνακες (Πίνακας 6 και 7) φαίνονται οι ταξινομήσεις των επιβατικών οχημάτων που έγιναν για το χρονικό διάστημα 2010 - 2020. Περιέχονται οι συνολικές πωλήσεις, το είδος καυσίμου (ο τρόπος κίνησης), η τεχνολογία κινητήρα (πχ. Euro 5), ο τύπος κιβωτίου που χρησιμοποιείται, καθώς και οι ρύποι που εκπέμπονται την κάθε φορά. Το 2010 οι συνολικές ταξινομήσεις επιβατικών οχημάτων που είναι και οι μεγαλύτερες της δεκαετίας ανέρχονται στις 141.496 οχήματα. Το 4% εξ αυτών αποτελούν κινητήρες diesel και το 0,8% υβριδικά οχήματα. Το 4% αποτελούν αυτόματα οχήματα ενώ το 34% αυτών είναι Euro 5 & Euro 6. Οι ρύποι που εκπέμπονται το έτος αυτό είναι 145g/km διοξειδίου του άνθρακα CO₂(NEDC) σε Ευρωπαϊκά δεδομένα. Τα πετρελαιοκίνητα εκπέμπουν 169mg/km μονοξείδιο του άνθρακα (CO), 222mg/km μονοξείδιο του αζώτου NO_x, 246mg/km υδρογονάνθρακα με μονοξείδιο του αζώτου HC+NO_x και 7mg/km σωματίδια. Τα βενζινοκίνητα επιβατικά εκπέμπουν 383 mg/km CO, 49mg/km HC, 41mg/km υδρογονάνθρακα χωρίς μεθάνιο (NHMC) και 25 mg/km NO_x. Επομένως, παρατηρούμε ότι τα πετρελαιοκίνητα ευθύνονται περισσότερο για τις εκπομπές των οξειδίων του αζώτου NO_x ενώ τα βενζινοκίνητα για τις εκπομπές του μονοξειδίου του άνθρακα CO. Το έτος 2011 οι ταξινομήσεις μειώνονται κατά 43.817 οχήματα με τα diesel οχήματα να ανεβαίνουν στο 10% και τα υβριδικά στο 1%, καθώς παρουσιάζονται και οχήματα φυσικού αερίου με ποσοστό 0,1%. Τα αυτόματα οχήματα ανεβαίνουν στο 6% και το 68% αυτών είναι Euro 5 & Euro 6. Το διοξειδίου του άνθρακα CO₂(NEDC) μειώνεται κατά 10g/km σε σχέση με το προηγούμενο έτος και τα πετρελαιοκίνητα εκπέμπουν

207mg/km (CO), 170 mg/km NO_x, 218 mg/km HC+NO_x και 3 mg/km σωματίδια. Τα βενζινοκίνητα εκπέμπουν 383 mg/km (CO), 51 mg/km HC, 37 mg/km (NHMC) και 26mg/km NO_x. Το 2012 ταξινομούνται συνολικά 58.481 οχήματα με τα πετρελαιοκίνητα να αυξάνονται στο 40% μειώνοντας τα υβριδικά στο 0,8% αλλά παραμένουν σταθερά τα οχήματα φυσικού αερίου με ποσοστό 0,1%. Τα 93% αντιστοιχούν σε Euro 5 ενώ υπάρχει και πολύ μικρό ποσοστό Euro 6 που είναι 0,2%. Το έτος αυτό δεν υπάρχουν πωλήσεις αυτόματων οχημάτων και οι εκπομπές του CO₂(NEDC) μειώνονται στα 122g/km. Τα πετρελαιοκίνητα εκπέμπουν 222mg/km μονοξείδιο του άνθρακα (CO), 150mg/km μονοξείδιο του αζώτου NO_x, 172mg/km υδρογονάνθρακα με μονοξείδιο του αζώτου HC+NO_x και 3mg/km σωματίδια. Τα βενζινοκίνητα επιβατικά εκπέμπουν 374 mg/km CO, 42mg/km HC, 36mg/km υδρογονάνθρακα χωρίς μεθάνιο (NHMC) και 24 mg/km NO_x. Από το 2013 έως και το 2019 οι ταξινομήσεις συνεχώς αυξάνονται και μεγαλύτερη τιμή του χρονικού διαστήματος αυτού (2013-2019) του έτους 2019 (114.125 οχήματα). Το 2013 το 58% των επιβατικών οχημάτων κινούνται με diesel, το 0,7% είναι υβριδικά, το 0,1% είναι οχήματα φυσικού αερίου ενώ εισέρχονται και τα ηλεκτρικά οχήματα ή κυψελών καυσίμου με ποσοστό 0,01%. Τα αυτόματα ανεβαίνουν στο 10% και οι ρύποι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ (NEDC and NEDC WLTP based) σε παγκόσμιο αλλά και ευρωπαϊκό επίπεδο είναι 112g/km. Το 2013 δίνεται το ποσοστό Euro 5 οχημάτων που είναι 93% αλλά και το μικρότερο Euro 6 ποσοστό που είναι 0,2%. Το 2014 μειώνονται τα υβριδικά κατά 0,1% και παρατηρείται αύξηση του diesel στο 64% που είναι και η μέγιστη τιμή της δεκαετίας. Επιπλέον τα ηλεκτρικά μπαταρίας αυξάνονται στο 0,1% και τα οχήματα φυσικού αερίου στο 0,3%. Τα Euro 5 οχήματα μειώνονται κατά 11% από το 2013 και τα Euro 6 αυξάνονται κατά 12% με τους ρύπους CO₂ 110 g/km. Από το 2015 έως το 2017 τα οχήματα πετρελαίου (diesel) μειώνονται συνεχώς με μικρότερο ποσοστό το 2017 (44%). Το ίδιο χρονικό διάστημα υπάρχει αύξηση των υβριδικών από το 1,2% το 2015 στο 2% το 2016 και τέλος 2,9% το 2017. Αντίθετα παρατηρείται μηδενισμός των ηλεκτρικών οχημάτων και σχετική αύξηση των οχημάτων φυσικού αερίου στο 0,4% το 2017. Παράλληλα, τα Euro 5 οχήματα μειώνονται συνεχώς μέχρι το 2017 που υπάρχουν δεδομένα στο 10% ενώ, τα Euro 6 οχήματα ανεβαίνουν μέχρι και το 2018 στο 99%. Οι ρύποι έως και το 2016 μειώνονται ενώ αυξάνονται από το 2017 και έπειτα. Τα τρία τελευταία έτη (2018,2019,2020) παρατηρείται αύξηση των υβριδικών, των ηλεκτρικών μπαταρίας και κυψέλης καυσίμου καθώς και των οχημάτων φυσικού αερίου. Τα ίδια έτη το diesel από 36% το 2018 διαμορφώνεται στο 27% το 2019 και στη συνέχεια στο 29% το 2020.

Συνοψίζοντας, παρατηρήθηκε μείωση κατά 42,7% των νέων ταξινομήσεων από το 2010 μέχρι το 2020. Αυτό είναι αποτέλεσμα της οικονομικής κρίσης που επικράτησε αυτή την δεκαετία στην Ελλάδα και λόγω των οικονομικών δυσκολιών που αντιμετώπιζαν τα νοικοκυριά. Βέβαια, ο στόλος των επιβατικών της χώρας μας είναι γνωστό ότι αποτελείται από οχήματα (ΙΧ) παλαιών ετών και τεχνολογίας και αυτό μπορεί να αποτέλεσε έναν ακόμη λόγο πτώσης των νέων πωλήσεων αφού τα προηγούμενα έτη είχαν μεγάλα ποσοστά πωλήσεων. Ο αριθμός των ντιζελοκίνητων επιβατικών οχημάτων έχει αυξηθεί σημαντικά (6,3%) και αυτό οφείλεται στο γεγονός

ότι η πολιτεία επέτρεψε την κίνηση ντιζελοκίνητων οχημάτων στα αστικά κέντρα από το 2015. Η αύξηση αυτή της πετρελαιοκίνησης προέρχεται κυρίως από το κόστος του καυσίμου που είναι σε όλη την δεκαετία πολύ πιο οικονομικό από την βενζίνη. Σε όλο αυτό το χρονικό διάστημα η τιμή του diesel βρίσκεται περίπου (25-30%) λιγότερο από την τιμή της βενζίνης. Παράλληλα η απόδοση και οι ανοχές των μηχανών diesel είναι υψηλότερες από της μηχανές βενζίνης. Όλοι παραπάνω λόγοι έφεραν τις πωλήσεις των ντιζελοκίνητων επιβατικών οχημάτων σε πολύ υψηλό επίπεδο και συνεχώς αυξανόμενο.

Πίνακας 6. Ταξινομήσεις νέων επιβατικών οχημάτων στην Ελλάδα την περίοδο 2010 – 2020 (Πηγή: ICCT)

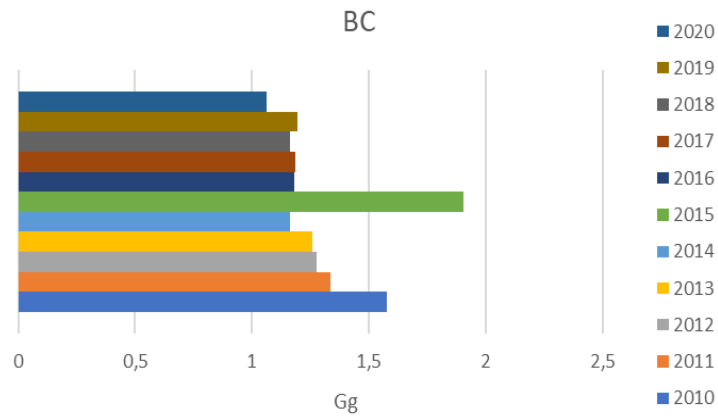
ΕΠΙΒΑΤΙΚΑ ΟΧΗΜΑΤΑ									
ΕΤΟΣ	Total new sales/registrations	Diesel (%)	Hybrid (%)	Battery electric / fuel cell [%]	Natural gas (incl. LPG) [%]	Automatic [%]	Euro 5 [%]	Euro 6 [%]	Euro 5 and Euro 6 [%]
2010	141.496	4	0,8	-	0	4	-	-	34
2011	97.679	10	1,0	-	0,1	6	-	-	68
2012	58.481	40	0,8	-	0,1	0	93	0,2	-
2013	58.694	58	0,7	0,01	0,1	10	98	1	-
2014	71.216	64	0,6	0,1	0,3	9	87	13	-
2015	75.805	63	1,2	0	0,3	12	57	43	-
2016	78.873	54	2,0	0	0,3	15	33	67	-
2017	88.079	44	2,9	0	0,4	19	10	90	-
2018	103.431	36	3,6	0,1	1	17	-	99	-
2019	114.125	27	4,8	0,2	2	18	-	-	-
2020	81.002	29	8,3	0,8	2,2	34	-	-	-

Πίνακας 7. Εκπεμπόμενοι ρύποι νέων επιβατικών οχημάτων στην Ελλάδα για την περίοδο 2010 – 2020 (Πηγή: ICCT)

ΕΠΙΒΑΤΙΚΑ ΟΧΗΜΑΤΑ										
ΕΤΟΣ	CO2 (NEDC and NEDC WLTP based) [g/km]	CO2 (NEDC) [g/km]	CO (diesel vehicles) [mg/km]	CO (gasoline vehicles) [mg/km]	HC (gasoline vehicles) [mg/km]	NHMC (gasoline Euro 5/6 vehicles) [mg/km]	NOx (diesel vehicles) [mg/km]	NOx (gasoline vehicles) [mg/km]	HC + NOx (diesel vehicles) [mg/km]	Particulates (diesel vehicles) [mg/km]
2010	-	145	169	383	49	41	222	25	246	7
2011	-	135	207	383	51	37	170	26	218	3
2012	-	122	222	374	42	36	150	24	172	3
2013	112	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2014	110	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2015	106	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2016	107	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2017	109	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2018	112	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2019	115	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2020	107	-	-	-	-	-	-	-	-	-

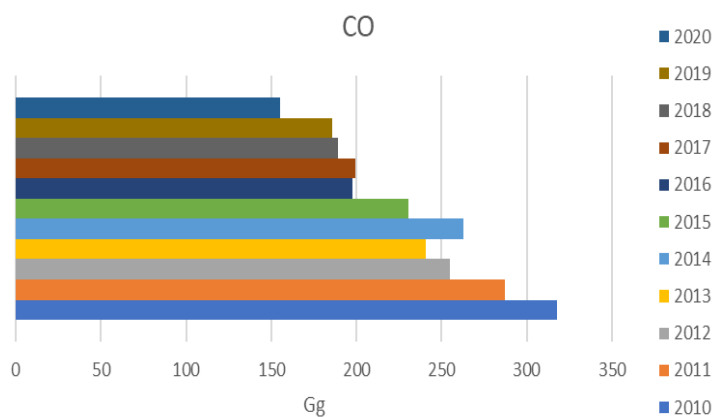
3.1.3 Μελέτη των εκπομπών από την κίνηση των οχημάτων στην Ελλάδα

Οι εκπομπές των ρύπων από τα οχήματα είναι ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες που επηρεάζουν την αέρια ρύπανση. Είναι γνωστό ότι από την καύση των συμβατικών καυσίμων στις μηχανές εσωτερικής καύσης απελευθερώνονται ρύποι και σωματίδια στην ατμόσφαιρα. Στη χώρα μας, όπως και σε πολλές χώρες της Ευρώπης, ο στόλος των οχημάτων χαρακτηρίζεται από παλιάς τεχνολογίας μηχανές εσωτερικής καύσης. Οι μηχανές αυτές των οχημάτων επιβαρύνουν το περιβάλλον ακόμη περισσότερο διότι εκπέμπουν μεγάλα ποσοστά ρύπων σε σχέση με τις μηχανές νέας τεχνολογίας. Παρακάτω αναλύεται και απεικονίζεται η πορεία των ρύπων που εκλύονται από την κίνηση των οχημάτων στην Ελλάδα για την δεκαετία από το 2010 ως το 2020. Θα σχολιασθούν οι ρύποι οι οποίοι έχουν συγκεντρωθεί ύστερα από διαχρονική καταγραφή τους και θα παρατηρείται η διακύμανσή τους μέσω των διαγραμμάτων.



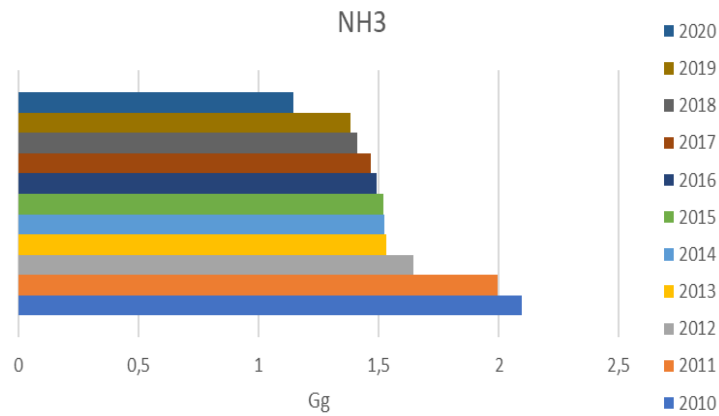
Σχήμα 5. Εκπομπές μαύρου άνθρακα (σε Gg) από τις οδικές μεταφορές για την περίοδο 2010 – 2020.

Στο σχήμα 5 απεικονίζεται διαχρονικά (2010-2020) η διακύμανση του μαύρου άνθρακα (BC - Black Carbon) ή αλλιώς αιθάλης για τις οδικές μεταφορές. Από το έτος 2010 έως και το έτος 2014 παρατηρείται συνεχόμενη μείωση του ρύπου ενώ το 2015 μια απότομη αύξηση για το συγκεκριμένο έτος. Έπειτα από αυτήν την απότομη αύξηση παρατηρείται μία ισορρόπηση των εκπομπών του BC στην τιμή των 1,2 Gg με μία ελαφριά μείωση το τελευταίο έτος 2020 κατά 0,2 Gg.



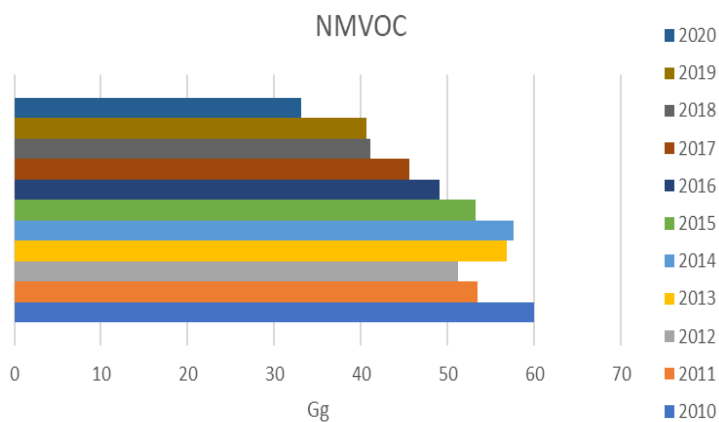
Σχήμα 6. Εκπομπές μονοξειδίου του άνθρακα (σε Gg) από τις οδικές μεταφορές για την περίοδο 2010 – 2020.

Στο σχήμα 6 φαίνεται η διαχρονική μεταβολή του μονοξειδίου του άνθρακα CO από τις οδικές μεταφορές. Η μείωση της συγκέντρωσης του φαίνεται ότι είναι αισθητή σε όλη την δεκαετία. Οι τιμές του CO ξεκινούν από 317Gg όπου είναι και η μεγαλύτερη τιμή το 2010 και καταλήγουν στη μικρότερη τιμή στα 155Gg το 2020. Οι εκπομπές του CO μειώνονται σε μεγάλο βαθμό από το 2010 έως το 2020 σε ποσοστό 51%.



Σχήμα 7. Εκπομπές αμμωνίας (σε Gg) από τις οδικές μεταφορές για την περίοδο 2010 – 2020.

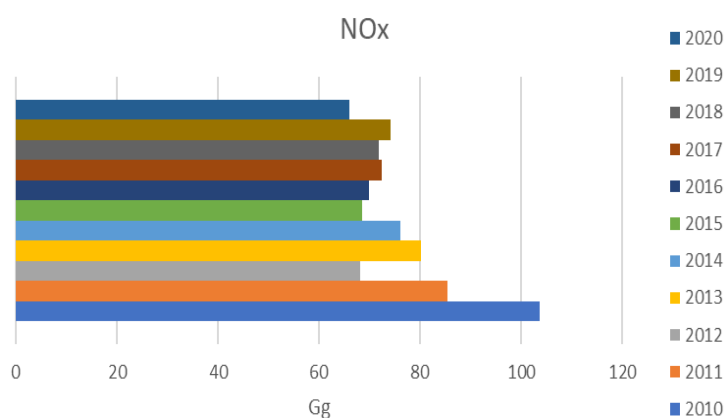
Στο σχήμα 7 φαίνεται η μεταβολή της εκπομπής της αμμωνίας (NH₃). Τα έτη 2010, 2011 η αμμωνία βρίσκεται σε πολύ υψηλότερα επίπεδα (2,1Gg και 2Gg αντίστοιχα) απ' ό,τι τα επόμενα έτη. Από το 2012 ξεκινάει μια ισορρόπηση των εκπομπών της στην τιμή των 1,6 Gg και καταλήγει σε αισθητή πτώση (31,2%) το τελευταίο έτος της μελέτης 2020 στην τιμή των 1,1 Gg.



Σχήμα 8. Εκπομπές πτητικών οργανικών ενώσεων εκτός μεθανίου (σε Gg) από τις οδικές μεταφορές για την περίοδο 2010 – 2020.

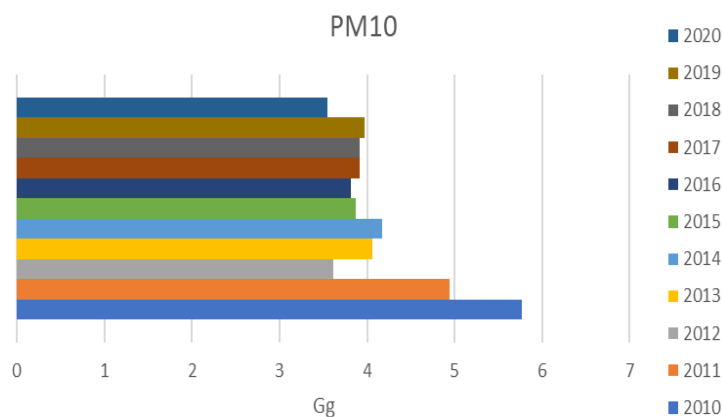
Στο σχήμα 8 παρατηρούνται οι μεταβολές των πτητικών οργανικών ενώσεων εκτός μεθανίου (NMVOC) της δεκαετίας 2010-2020. Αρχικά παρατηρείται ότι οι μεγαλύτερες εκπομπές αναφέρονται στο 2010 με τιμή 60 Gg και οι μικρότερες στο 2020 με τιμή 33 Gg. Η πτώση αυτή είναι αρκετά σημαντική αφού η τιμή του ρύπου μειώνεται κατά 45%. Στα πρώτα έτη της μελέτης και συγκεκριμένα από το 2010 έως

το 2014 φαίνεται να υπάρχουν αυξομειώσεις των εκπομπών με μικρότερη τιμή το 2012 με 51,2 Gg, ενώ έπειτα παρατηρείται συνεχής μείωση έως το 2020.



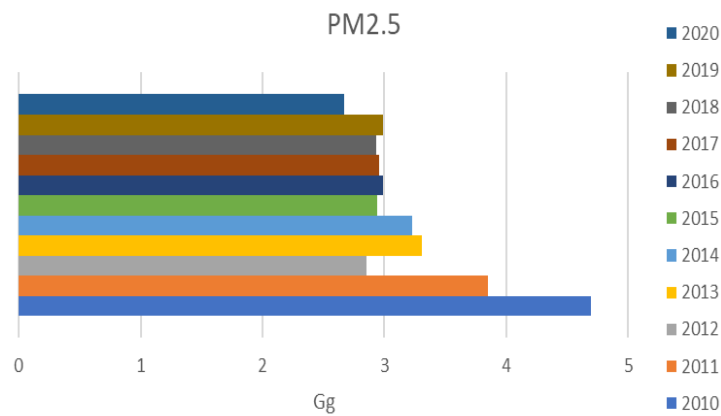
Σχήμα 9. Εκπομπές οξειδίων του αζώτου (σε Gg) από τις οδικές μεταφορές για την περίοδο 2010 – 2020.

Στο σχήμα 9 απεικονίζονται οι εκπομπές των οξειδίων του αζώτου NOx. Παρατηρείται ότι δεν υπάρχει σταθερή αύξηση ή μείωση των τιμών των εκπομπών αλλά διακύμανση των τιμών σε όλα τα έτη. Οι μεγαλύτερες εκπομπές εντοπίζονται για το έτος 2010 με 104 Gg και οι μικρότερες το έτος 2020 με 66 Gg.



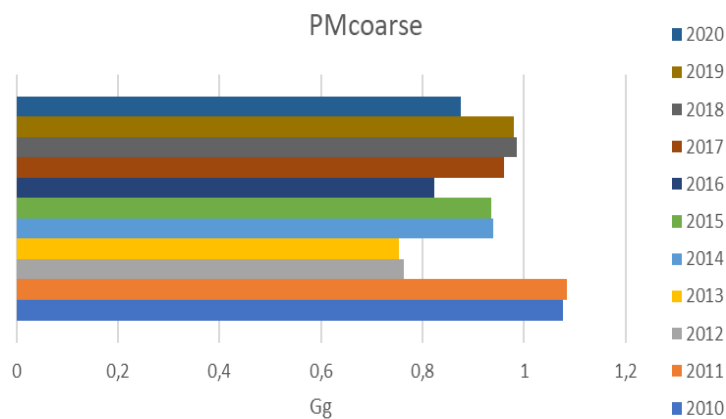
Σχήμα 10. Εκπομπές σωματιδίων PM10 (σε Gg) από τις οδικές μεταφορές για την περίοδο 2010 – 2020.

Στο σχήμα 10 απεικονίζονται οι εκπομπές των αιωρούμενων σωματιδίων PM10. Οι μεγαλύτερες τιμές εκπομπών είναι 5,8 Gg του έτους 2010 και μικρότερες του έτους 2012 με 3,6 Gg. Τα υπόλοιπα έτη φαίνεται η συνεχής αυξομείωση των τιμών των εκπομπών γύρω από την τιμή των 3,8 Gg.



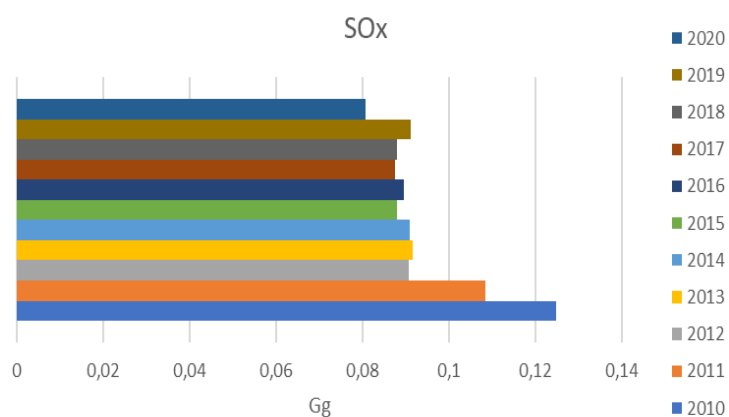
Σχήμα 11. Εκπομπές σωματιδίων PM2.5 (σε Gg) από τις οδικές μεταφορές για την περίοδο 2010 – 2020.

Στο σχήμα 11 παρατηρούνται οι εκπομπές των αιωρούμενων σωματιδίων PM2.5. Όπως και στα σωματίδια PM10 έτσι και στα σωματίδια PM2.5 παρατηρούνται αυξομειώσεις σε όλα τα έτη με μεγαλύτερη τιμή το έτος 2010 με 4,7 Gg και μικρότερη τιμή το έτος 2020 με 2,7 Gg. Το ποσοστό μείωσης μεταξύ των ετών είναι 42,5%.



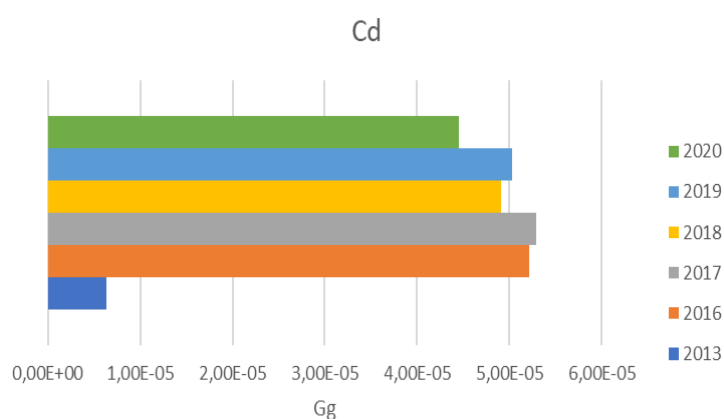
Σχήμα 12. Εκπομπές σωματιδίων PMcoarse (σε Gg) από τις οδικές μεταφορές για την περίοδο 2010 – 2020.

Στο σχήμα 12 φαίνονται οι εκπομπές για τους σωματιδιακούς ρύπους PMcoarse. Οι μέγιστες τιμές εκπομπών PMcoarse εντοπίζονται το έτος 2011 (1,1 Gg) και οι ελάχιστες το έτος 2013 (0.73 Gg) σε αντίθεση με τα σωματίδια PM10 και PM2.5 όπου οι μέγιστες τιμές ήταν το 2010 και οι ελάχιστες το 2020. Όλη την δεκαετία υπάρχει αυξομείωση των εκπομπών με τις τιμές να κυμαίνονται γύρω στα 0,93 Gg.



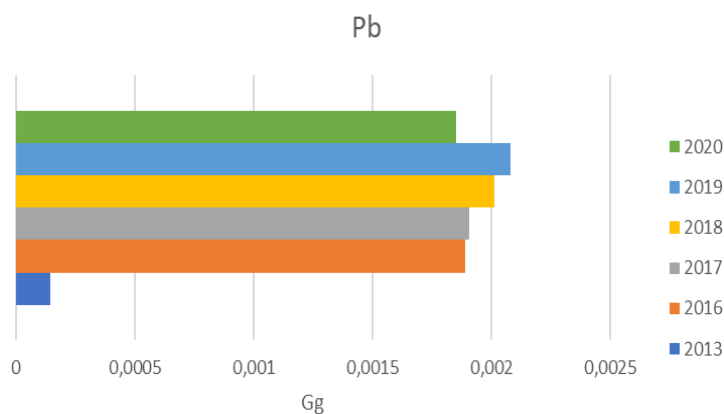
Σχήμα 13. Εκπομπές οξειδίων του θείου (σε Gg) από τις οδικές μεταφορές για την περίοδο 2010 – 2020.

Στο σχήμα 13 απεικονίζονται οι εκπομπές των οξειδίων του θείου SOx. Οι τιμές του SOx είναι υψηλές τα έτη 2010 και 2011 σε σχέση με τα υπόλοιπα έτη που μελετώνται. Συγκεκριμένα το 2010 οι τιμές των εκπομπές είναι στα 0,12 Gg και το 2011 στα 0,1 Gg. Από το 2012 έως το 2019 οι τιμές ισορροπούν περίπου στην τιμή των 0,09 Gg, ενώ το 2020 η τιμή του SOx είναι 0,08 Gg.



Σχήμα 14. Εκπομπές καδμίου (σε Gg) από τις οδικές μεταφορές για την περίοδο 2010 – 2020.

Στο σχήμα 14 απεικονίζονται οι εκπομπές του καδμίου (Cd) στην ατμόσφαιρα από τις οδικές μεταφορές. Οι εκπομπές του καδμίου εμφανίζονται από το 2013 έως το 2020. Δεν υπάρχουν πληροφορίες για τα προηγούμενα έτη. Το πρώτο έτος 2013 οι εκπομπές είναι 0,00001 Gg και τα επόμενα έτη και μέχρι το 2020 οι εκπομπές κυμαίνονται από 0,00004 Gg έως 0,00005 Gg.



Σχήμα 15. Εκπομπές μόλυβδου (σε Gg) από τις οδικές μεταφορές για την περίοδο 2010 – 2020.

Στο σχήμα 15 απεικονίζονται οι εκπομπές του ρύπου του μόλυβδου (Pb) από τις οδικές μεταφορές. Όπως και στην περίπτωση του κάδμιο (Cd) έτσι και για τον μόλυβδο (Pb) η καταγραφή ξεκινά από το 2013 και έπειτα, που δηλώνει ότι για πρώτη φορά συμπεριλαμβάνεται στις μετρήσεις των ρύπων. Η μικρότερη τιμή εκπομπής είναι αυτή του 2013 με 0,00014 Gg και η υψηλότερη είναι το 2019 με 0,002 Gg. Η συνολική μεταβολή από το 2013 έως το 2020 είναι κατά 0,0017 Gg.

Όπως παρατηρείται, οι περισσότερες εκπομπές ρύπων μειώνονται με το πέρασμα των χρόνων. Ξεκινούν από το 2010 με τις μέγιστες εκπομπές και καταλήγουν στο 2020 με τις ελάχιστες. Αυτό είναι ένα σημάδι ότι η ρύπανση της ατμόσφαιρας οδηγείται προς το καλύτερο και οι μηχανές νέας τεχνολογίας προσφέρουν σε αυτό με τον καλύτερο δυνατό τρόπο. Οι οδικές μεταφορές που καταλαμβάνουν ένα μεγάλο κομμάτι της ρύπανσης του αέρα προχωρούν στο μέλλον με πράσινα βήματα προς το περιβάλλον.

Οι παρακάτω πίνακες (Πίνακας 8) δείχνουν τις συνολικές εκπομπές του κάθε ρύπου σε (Gg) που υπάρχει σε κάθε έτος της δεκαετίας 2010 – 2020. Ο καθένας ρύπος εκπέμπεται από πολλές εστίες μόλυνσης του αέρα. Η στήλη με τις εθνικές εκπομπές περιγράφει την ποσότητα που εκλύεται από όλες αυτές τις πηγές μόλυνση στην Ελλάδα. Παράλληλα ο κάθε πίνακας δείχνει το ποσοστό του κάθε ρύπου το οποίο προέρχεται από τις εκπομπές των οχημάτων των οδικών μεταφορών. Είναι εμφανές ότι, όλα τα έτη δεν έχουν τους ίδιους ρύπους αλλά ούτε και τα ίδια ποσοστά αφού διαφοροποιούνται μεταξύ τους. Το ποσοστό συνεισφοράς του Black Carbon (BC) σε όλα τα έτη της δεκαετίας κυμαίνεται από 13,1% έως 15% εκτός από το 2015 που φαίνεται να ανεβαίνει στο 19% όπου είναι και το μεγαλύτερο που εμφανίζεται. Το μονοξείδιο του άνθρακα (CO) κυμαίνεται από 36,5% (2020) έως και 51,6% (2010). Συνολικά φαίνεται να μειώνεται κατά 15,1% σε όλη την δεκαετία. Το ποσοστό της αμμωνίας (NH₃) παρατηρείται ότι διακυμαίνεται μεταξύ του 2,2% και του 2,9% του συνολικού ρύπου της αμμωνίας για τα έτη από το 2010 έως το 2019 ενώ, το 2020 μειώνεται στο 1,8% του συνολικού

ρύπου. Η (NH₃) μειώνεται κατά 1,1% την δεκαετία από τις οδικές μεταφορές. Το ποσοστό των πτητικών οργανικών ενώσεων χωρίς μεθάνιο (MVOC) αυξομειώνεται ελάχιστα γύρω από την τιμή των 30% του συνόλου των ρύπων (MVOC) έως και το 2019. Το 2020, το ποσοστό πέφτει απότομα στα 25%. Τα οξειδία του αζώτου (NO_x) ξεκινούν το 2010 με ποσοστό εκπομπών 28,5% του συνόλου και ανεβοκατεβαίνουν περίπου ±2,5% σε όλη την δεκαετία της μελέτης με τελικό ποσοστό το 2020 να είναι 25% που είναι και το μικρότερο ποσοστό. Τα σωματίδια (PM₁₀) έχουν μέγιστο ποσοστό 6,5% το 2019 και ελάχιστο ποσοστό εκπομπών το έτος 2012 με 4,8%. Παράλληλα, τα σωματίδια (PM_{2.5}) έχουν το μεγαλύτερο ποσοστό από το συνολικό εκπεμπόμενο ρύπο το έτος 2010 με αυτό να είναι 9,8% και το μικρότερο το έτος 2012 με 5,8%. Οι σωματιδιακοί ρύποι (PM_{coarse}) παρατηρείται ότι σε όλα τα έτη είναι σε μικρότερο ποσοστό σε σχέση με τους σωματιδιακούς ρύπους PM₁₀ και PM_{2.5}. Το μεγαλύτερο ποσοστό είναι το έτος 2018 με αυτό να είναι 4,2% ενώ το μικρότερο το έτος 2010 με 2,5% των συνολικών ρύπων (PM_{coarse}). Τα οξειδία του θείου (SO_x) παρατηρείται ότι σε όλα τα έτη αποτελούν το 0,1% των συνολικών εκπομπών (SO_x) για τις οδικές μεταφορές. Οι ρύποι που προαναφέρθηκαν μπορούν να θεωρηθούν ως οι βασικοί-κύριοι ρύποι που εκπέμπονται από τα οχήματα. Αποτελούν επίσης τα μεγαλύτερα ποσοστά επί των συνολικών σε όλα τα έτη. Τα έτη 2013, 2016, 2017, 2018, 2019 και 2020 παρατηρείται επίσης ο ρύπος του καδμίου (Cd) καθώς και ο ρύπος του μόλυβδου (Pb). Ο ρύπος (Cd) παρουσιάζει μέγιστο ποσοστό το 2020 με 3,1% και ελάχιστο ποσοστό το έτος 2013 με 0,3%. Ο (Pb) παρουσιάζει αντίστοιχα μέγιστο ποσοστό το έτος 2020 με ποσοστό 29,9% και ελάχιστο το 2013 με 0,1%.

Πίνακας 8. Ποσοστό συμμετοχής ρύπου από τις οδικές μεταφορές στο σύνολο κάθε ρύπου στην Ελλάδα για την περίοδο 2010 – 2020.

2010			2011		
ΡΥΠΟΣ	ΕΘΝΙΚΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ (Gg)	Ποσοστό % του συνολικού	ΡΥΠΟΣ	ΕΘΝΙΚΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ (Gg)	Ποσοστό % του συνολικού
BC	10,5	15,0	BC	9,5	14,0
CO	616,2	51,6	CO	598,2	48,0
NH ₃	71,5	2,9	NH ₃	70,3	2,8
NM _{VO} C	215,1	27,9	NM _{VO} C	200,3	26,7
NO _x	363,6	28,5	NO _x	325,9	26,2
PM ₁₀	90,7	6,4	PM ₁₀	78,0	6,3
PM _{2.5}	47,7	9,8	PM _{2.5}	47,5	8,1
PM _{coarse}	43,0	2,5	PM _{coarse}	30,6	3,5
SO _x	230,5	0,1	SO _x	159,6	0,1

2012			2013		
ΡΥΠΟΣ	ΕΘΝΙΚΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ (Gg)	Ποσοστό % του συνολικού	ΡΥΠΟΣ	ΕΘΝΙΚΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ (Gg)	Ποσοστό % του συνολικού
BC	9,6	13,3	BC	8,6	14,7
CO	641,4	39,7	CO	552,5	43,6
NH3	68,2	2,4	Cd	0,002	0,3
NMVOC	193,0	26,5	NH3	68,1	2,2
NOx	285,4	23,9	NMVOC	175,8	32,3
PM10	75,9	4,8	NOx	273,6	29,3
PM2.5	48,9	5,8	PM10	72,0	5,6
PMcoarse	26,9	2,8	PM2.5	44,2	7,5
SOx	142,7	0,1	PMcoarse	27,8	2,7
			Pb	0,1	0,1
			SOx	121,8	0,1

2014			2015		
ΡΥΠΟΣ	ΕΘΝΙΚΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ (Gg)	Ποσοστό % του συνολικού	ΡΥΠΟΣ	ΕΘΝΙΚΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ (Gg)	Ποσοστό % του συνολικού
BC	8,8	13,2	BC	10,0	19,0
CO	559,5	47,0	CO	538,1	42,9
NH3	65,3	2,3	NH3	64,1	2,4
NMVOC	172,0	33,5	NMVOC	164,8	32,3
NOx	269,1	28,3	NOx	262,9	26,0
PM10	75,6	5,5	PM10	69,7	5,6
PM2.5	45,0	7,2	PM2.5	42,6	6,9
PMcoarse	30,7	3,1	PMcoarse	27,1	3,5
SOx	104,5	0,1	SOx	101,7	0,1

2016			2017		
ΡΥΠΟΣ	ΕΘΝΙΚΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ (Gg)	Ποσοστό % του συνολικού	ΡΥΠΟΣ	ΕΘΝΙΚΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ (Gg)	Ποσοστό % του συνολικού
BC	8,9	13,3	BC	9,0	13,2
CO	481,0	41,2	CO	493,4	40,4
Cd	0,0	2,6	Cd	0,0	3,8
NH3	64,0	2,3	NH3	63,6	2,3
NMVOC	156,5	31,3	NMVOC	151,0	30,2
NOx	262,2	26,7	NOx	267,6	27,1
PM10	69,3	5,5	PM10	67,6	5,8
PM2.5	39,5	7,6	PM2.5	40,0	7,4
PMcoarse	29,7	2,8	PMcoarse	27,6	3,5
Pb	0,0	12,9	Pb	0,0	23,2
SOx	80,7	0,1	SOx	90,4	0,1

2018			2019		
ΡΥΠΟΣ	ΕΘΝΙΚΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ (Gg)	Ποσοστό % του συνολικού	ΡΥΠΟΣ	ΕΘΝΙΚΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ (Gg)	Ποσοστό % του συνολικού
BC	8,7	13,3	BC	8,7	13,8
CO	468,6	40,4	CO	461,4	40,3
Cd	0,0	2,5	Cd	0,0	2,9
NH3	63,2	2,2	NH3	63,1	2,2
NMVOC	146,1	28,1	NMVOC	145,6	27,9
NOx	258,7	27,8	NOx	249,6	29,7
PM10	60,9	6,4	PM10	61,0	6,5
PM2.5	37,5	7,8	PM2.5	36,6	8,2
PMcoarse	23,5	4,2	PMcoarse	24,4	4,0
Pb	0,0	19,0	Pb	0,0	26,4
SOx	86,2	0,1	SOx	80,4	0,1

2020		
ΡΥΠΟΣ	ΕΘΝΙΚΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ (Gg)	Ποσοστό % του συνολικού
BC	8,1	13,1
CO	425,6	36,5
Cd	0,0	3,1
NH3	63,6	1,8
NMVOC	132,3	25,0
NOx	221,9	29,8
PM10	58,9	6,0
PM2.5	34,5	7,7
PMcoarse	24,4	3,6
Pb	0,0	29,9
SOx	61,5	0,1

Στους παρακάτω πίνακες παρατηρείται το συνολικό άθροισμα των εκπομπών από τις οδικές μεταφορές στην Ελλάδα από όλους τους ρύπους καθώς και τα ποσοστά συνεισφοράς του κάθε ρύπου σε αυτό για τα έτη 2010, 2015 και 2020. Το σύνολο των εκπομπών από τις οδικές μεταφορές για το έτος 2010 είναι 496,9 (Gg) και ο ρύπος BC συνεισφέρει σε αυτό κατά 0,3%. Το 2015 ο BC συνεισφέρει στο συνολικό των εκπομπών του κατά 0,5% και το 2020 κατά 0,4%. Έχει δηλαδή ομαλή αύξηση και πτώση σε όλη την δεκαετία. Το μονοξείδιο του άνθρακα (CO) το 2010 αποτελεί το 64% των συνολικών ρύπων, το 2015 το 63,4% και το 2020 το 58,8%. Η σταδιακή διαχρονική πτώση είναι πολύ σημαντική γιατί ο ρύπος αυτός είναι ιδιαίτερα επικίνδυνος για τον άνθρωπο. Επόμενος ρύπος είναι η αμμωνία όπου και στα τρία έτη που απεικονίζονται αποτελεί το 0,4% των συνολικών εκπομπών. Για τις πτητικές οργανικές ενώσεις εκτός μεθανίου παρατηρείται ότι το 2010 ξεκινούν με ποσοστό συνεισφοράς στο συνολικό με 12,1% , στη συνέχεια το 2015 με 14,6% και το 2020 με 12,6%. Δηλαδή υπάρχει μία αύξηση από το την αρχή (2010) έως το 2015 και

μετά μείωση ξανά ως το 2020. Στη συνέχεια παρατηρείται ότι τα οξείδια του αζώτου (NOx) ξεκινούν το 2010 με 20,9% των συνολικών εκπομπών και το 2015 μειώνονται κατά 2,2% των συνολικών αυτού του έτους ενώ το 2020 μεγιστοποιείται με 25% των συνολικών εκπομπών από τις οδικές μεταφορές. Ο εξής ρύπος παράγεται κυρίως από την καύση του πετρελαίου στις μηχανές εσωτερικής καύσης (πετρελαιοκινητήρες). Η μεταβολή αυτή μπορεί να οφείλεται στο ότι έχει απαγορευτεί η πετρελαιοκίνηση στην Ελλάδα στα αστικά κέντρα την πρώτη πενταετία (2010 – 2015) και έτσι μειώθηκε σημαντικά η εκπομπή των (NOx). Αργότερα από το 2015 έως και 2020 αυξάνεται απότομα κατά 6,2% του συνολικού και αυτό δηλώνει ότι επιτράπηκε η κίνηση των πετρελαιοκινητήρων στα αστικά κέντρα της Ελλάδας. Τα σωματίδια PM10 συνεισφέρουν στους συνολικούς ρύπους των οδικών μεταφορών κατά 1,2% το 2010, κατά 1,1% το 2015 και 1,3% το 2020. Τα σωματίδια PM2.5 επίσης συνεισφέρουν κατά 0,9% το 2010 κατά 0,8% το 2015 και κατά 1% το 2020 στο σύνολο των ρύπων. Παράλληλα, το ποσοστό συνεισφοράς των σωματιδίων PMcoarse είναι 0,2% για το έτος 2010 και 0,3% για τα έτη 2015 και 2020. Τα οξείδια του θείου (SOx) εμφανίζουν ποσοστό συνεισφοράς 0% διότι είναι ελάχιστες οι εκπομπές τους από τις οδικές μεταφορές. Οι παραπάνω ρύποι εμφανίζονται και τα τρία έτη που δείχνουν οι παραπάνω πίνακες (2010, 2015 & 2020).

Πίνακας 9. Ποσοστό συνεισφοράς του κάθε ρύπου στο σύνολο των εκπομπών από οδικές μεταφορές στην Ελλάδα το έτος 2010.

2010		
ΡΥΠΟΣ	Σύνολο Εθνικών Εκπομπών από Οδικές Μεταφορές 2010 (Gg)	Ποσοστό συνεισφοράς ρύπου %
BC	496,9	0,3
CO		64
NH3		0,4
NMVOG		12,1
NOx		20,9
PM10		1,2
PM2.5		0,9
PMcoarse		0,2
SOx		0,0

Πίνακας 10. Ποσοστό συνεισφοράς του κάθε ρύπου στο σύνολο των εκπομπών από οδικές μεταφορές στην Ελλάδα το έτος 2015.

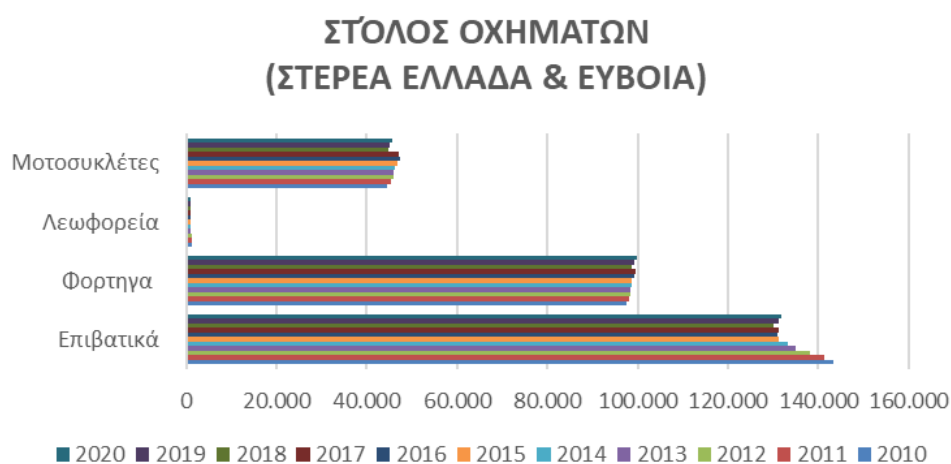
2015		
ΡΥΠΟΣ	Σύνολο Εθνικών Εκπομπών από Οδικές Μεταφορές 2015 (Gg)	Ποσοστό συνεισφοράς ρύπου %
BC	363,6	0,5
CO		63,4
NH ₃		0,4
NMVOC		14,6
NO _x		18,8
PM ₁₀		1,1
PM _{2.5}		0,8
PM _{coarse}		0,3
SO _x		0,0

Πίνακας 11. Ποσοστό συνεισφοράς του κάθε ρύπου στο σύνολο των εκπομπών από οδικές μεταφορές στην Ελλάδα το έτος 2020.

2020		
ΡΥΠΟΣ	Σύνολο Εθνικών Εκπομπών από Οδικές Μεταφορές 2020 (Gg)	Ποσοστό συνεισφοράς ρύπου %
BC	263,7	0,4
CO		58,8
Cd		0,0
NH ₃		0,4
NMVOC		12,6
NO _x		25,0
PM ₁₀		1,3
PM _{2.5}		1,0
PM _{coarse}		0,3
Pb		0,0
SO _x		0,0

3.2 Μελέτη του στόλου των οχημάτων σε επίπεδο περιφερειών στην Ελλάδα.

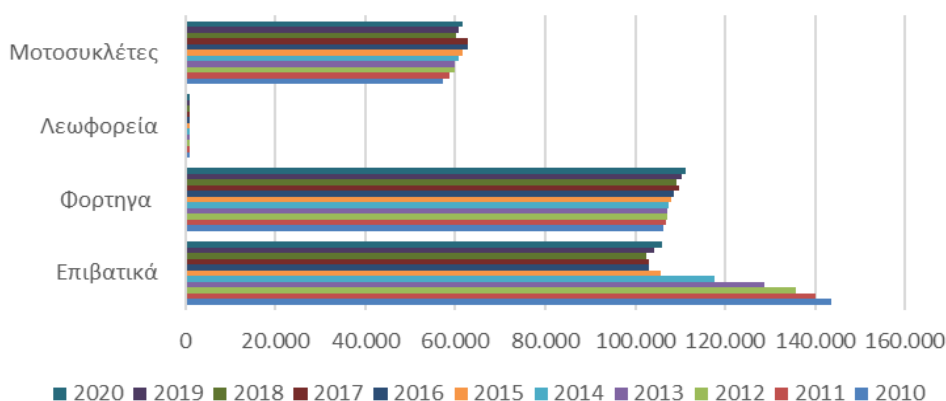
Στο σχήμα 16 φαίνεται ο στόλος των οχημάτων για την Στερεά Ελλάδα και την Εύβοια διαχρονικά από το έτος 2010 έως το 2020. Στα επιβατικά οχήματα παρατηρείται μείωση του στόλου από το 2010 έως το 2018 και έπειτα αύξηση ως το 2020. Η μεγαλύτερη τιμή του στόλου των επιβατικών της δεκαετίας είναι το 2010 με 143.293 οχήματα και η ελάχιστη το 2018 με 130.155 οχήματα. Τα φορτηγά αυξάνονται ελαφρώς σε όλη την δεκαετία με μέγιστη τιμή 99.888 οχήματα το 2020 και ελάχιστη 97.581 οχήματα το 2010. Τα λεωφορεία είναι σχεδόν σταθερά σε όλα τα έτη με τις τιμές τους να εναλλάσσονται σε μικρό βαθμό (κυμαίνονται από 1.104 έως 1.135). Οι μοτοσυκλέτες παρουσιάζουν αύξηση έως το 2016 και μετά οι τιμές ανεβοκατεβαίνουν. Ξεκινούν από 44.464 μοτοσυκλέτες το 2010 και καταλήγουν το 2020 με 45.548.



Σχήμα 16. Διαχρονική εξέλιξη του στόλου των οχημάτων για την περιφέρεια της Στερεάς Ελλάδας και της Εύβοιας

Στο σχήμα 17 φαίνεται ο στόλος των οχημάτων για την περιφέρεια της Πελοποννήσου. Τα επιβατικά οχήματα μειώνονται από το 2010 έως και το 2018 κατά 28,6% ενώ στη συνέχεια αυξάνονται έως το 2020 κατά 3,4%. Η μεγαλύτερη τιμή παρατηρείται το 2010 με 143.680 οχήματα και η μικρότερη το 2018 με 102.565. Τα φορτηγά παρουσιάζουν αύξηση σε όλη τη δεκαετία και από 106.329 ανεβαίνουν στα 111.064 οχήματα. Τα λεωφορεία όπως και στη περιφέρεια της Στερεάς Ελλάδας & Εύβοιας παραμένουν σχεδόν σταθερά. Οι μοτοσυκλέτες αυξάνονται συνεχώς από το 2010 (57.156) έως το 2017 (62.826) ενώ, στη συνέχεια παρατηρείται μείωση για το 2018 (60.134) και ξανά αύξηση έως το 2020 (61.501).

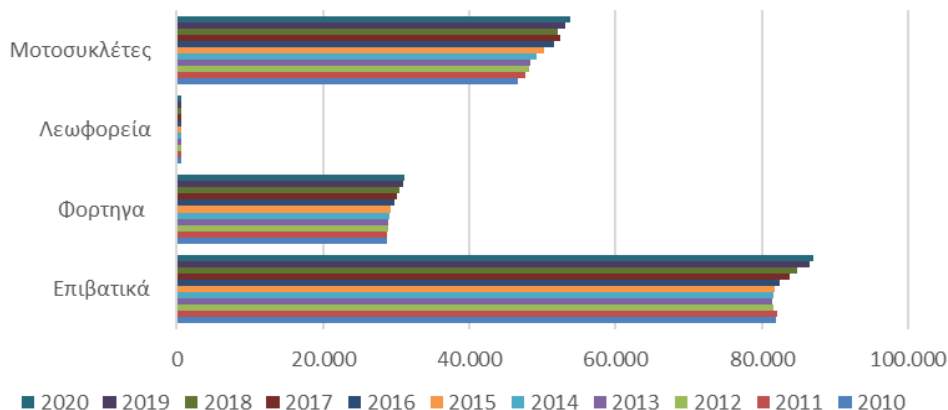
ΣΤΟΛΟΣ ΟΧΗΜΑΤΩΝ (ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ)



Σχήμα 17. Διαχρονική εξέλιξη του στόλου των οχημάτων για την περιφέρεια της Πελοποννήσου

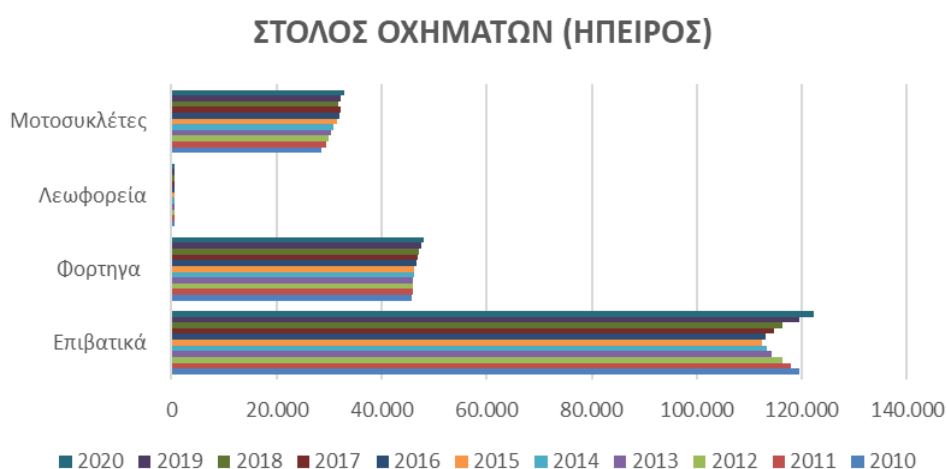
Στο σχήμα 18 απεικονίζεται ο στόλος των οχημάτων των Ιονίων Νήσων. Αρχικά οι τιμές των επιβατικών οχημάτων αυξομειώνονται έως το έτος 2015 και στη συνέχεια παρατηρείται συνεχής αύξηση ως το 2020 που είναι και η μέγιστη τιμή του στόλου της δεκαετίας (87.035 οχήματα). Τα φορτηγά αύξηση σε όλα τα έτη με μέγιστη τιμή οχημάτων φορτηγών το έτος 2020 με 31.172 φορτηγά. Στην περιφέρεια των Ιόνιων νήσων, τα λεωφορεία παραμένουν σχεδόν σταθερά αφού διακυμαίνονται από 554 οχήματα (2015) έως 563 οχήματα το (2020). Ο αριθμός των μοτοσυκλετών ανεβαίνει από το 2010 έως και το 2017 σε ποσοστό 12,5% καθώς, μειώνεται για το έτος 2018 κατά ελάχιστα (0,85%) και στη συνέχεια αυξάνεται ξανά ως το 2020 όπου είναι και η μέγιστη τιμή (53.712 μοτοσυκλέτες).

ΣΤΟΛΟΣ ΟΧΗΜΑΤΩΝ (ΙΟΝΙΟΙ ΝΗΣΟΙ)



Σχήμα 18. Διαχρονική εξέλιξη του στόλου των οχημάτων για την περιφέρεια των Ιόνιων Νήσων

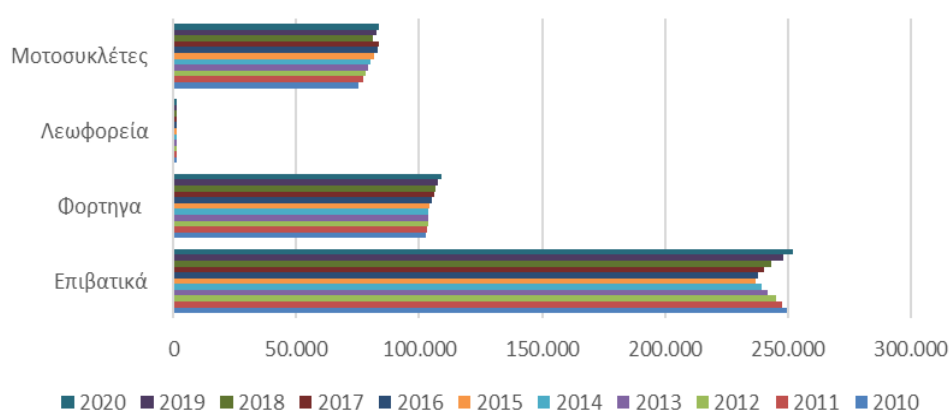
Στο σχήμα 19 φαίνεται ο στόλος των οχημάτων για την περιφέρεια τους Ηπείρου. Στα επιβατικά παρατηρείται πτώση από το 2010 ως το 2015 από 119.531 στα 112.396 οχήματα αντίστοιχα (6% πτώση). Στη συνέχεια και έως το 2020 τα επιβατικά αυξάνονται φτάνοντας τη μέγιστη τιτούς (2020) με 122.224 οχήματα (αύξηση 8,8%). Παράλληλα στα φορτηγά παρατηρείται μια στρωτή αύξηση σε όλη την δεκαετία με ποσοστό αύξησης 5,8% από το 2010 στο 2020. Όμοια και στα λεωφορεία παρατηρείται αύξηση στη δεκαετία κατά 1,3% συνολικά. Οι μοτοσυκλέτες παρουσιάζουν αύξηση από το 2010 (28.525) έως το 2017 (32.225), μείωση το 2018 (31.730) και τέλος αύξηση ξανά ως το 2020 (32.812) όπου είναι και η μέγιστη τιμή μοτοσυκλετών.



Σχήμα 19. Διαχρονική εξέλιξη του στόλου των οχημάτων για την περιφέρεια της Ηπείρου

Στο σχήμα 20 απεικονίζεται ο στόλος των οχημάτων της Θεσσαλίας. Όπως φαίνεται στο σχήμα τα επιβατικά οχήματα αποκαλύπτουν την μείωση που υπάρχει από το έτος 2010 μέχρι και το έτος 2015. Σε αυτή τη πενταετία τα επιβατικά οχήματα μειώνονται από 249.577 στα 236.937 (ποσοστό μείωσης 5%). Έπειτα από το 2015 έως το 2020 φαίνεται αισθητά η αύξησή τους ξανά αγγίζοντας το 2020 τα 252.226 οχήματα που είναι και η μέγιστη τιμή της δεκαετίας. Τα φορτηγά σε όλα τα έτη αυξάνονται, με μικρότερη τιμή το 2010 (102.502) και μέγιστη τιμή το 2020 (108.890). Τα λεωφορεία είναι σχεδόν σταθερά με τιμή τους να διακυμαίνεται από 1.277 – 1.306. Οι τιμές των μοτοσυκλετών για την περιφέρεια της Θεσσαλίας ανεβαίνουν μέχρι το έτος 2017 (83.569) ενώ μετά πέφτουν για ένα έτος (2018 με 81.268 μοτοσυκλέτες) και αυξάνονται ξανά ως το 2020 όπου αγγίζουν την μέγιστη τιμή με 83.741.

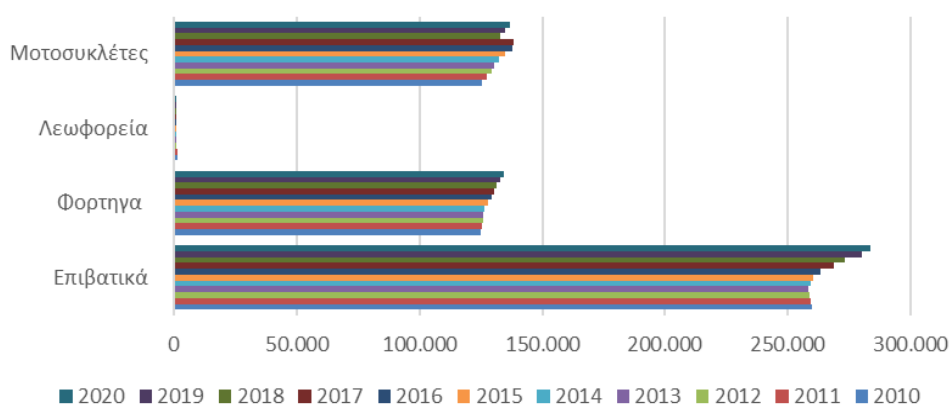
ΣΤΟΛΟΣ ΟΧΗΜΑΤΩΝ (ΘΕΣΣΑΛΙΑ)



Σχήμα 20. Διαχρονική εξέλιξη του στόλου των οχημάτων για την περιφέρεια της Θεσσαλίας

Στο σχήμα 21 παρατηρείται ο στόλος των οχημάτων για την περιφέρεια της Κρήτης. Στα επιβατικά οχήματα παρατηρείται ελάχιστη πτώση από το 2010 έως το 2013 με ποσοστό 0,6% και έπειτα αύξηση μέχρι το 2020 με ποσοστό 9,8%. Τα φορτηγά αυξάνονται από 124.919 το 2010 σε 134.171 το 2020 (αύξηση κατά 7,4%). Τα λεωφορεία μειώνονται κατά ελάχιστο σε όλη την δεκαετία και από 1.214 το 2010 πέφτουν στα 1.165 το 2020. Στις μοτοσυκλέτες παρατηρούνται αλλαγές με το πέρας των ετών με μέγιστη τιμή 138.556 το 2017 και ελάχιστη τιμή 125.339 το 2010.

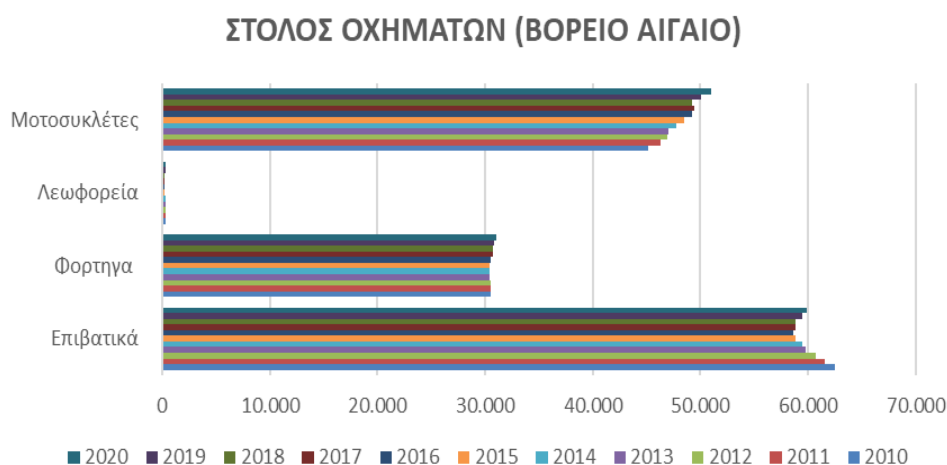
ΣΤΟΛΟΣ ΟΧΗΜΑΤΩΝ (ΚΡΗΤΗ)



Σχήμα 21. Διαχρονική εξέλιξη του στόλου των οχημάτων για την περιφέρεια της Κρήτης

Στο σχήμα 22 απεικονίζεται ο στόλος των οχημάτων για το Βόρειο Αιγαίο. Από το 2010 έως το 2016 υπάρχει πτώση του στόλου των επιβατικών οχημάτων κατά 6,3%

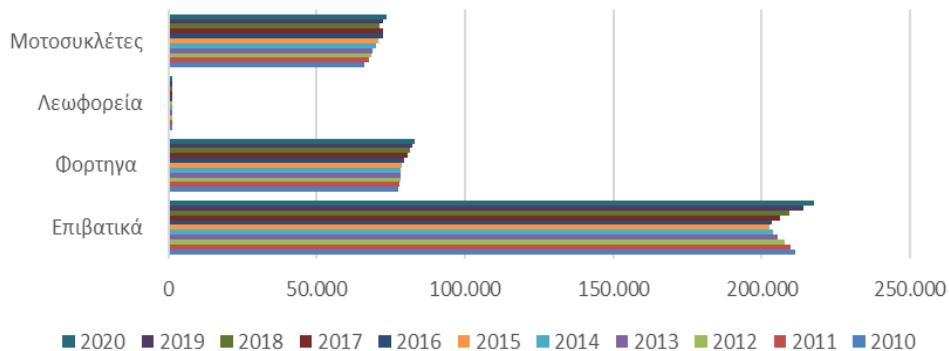
και έπειτα παρατηρείται αύξηση κατά 2,2%. Η μέγιστη τιμή επιβατικών εντοπίζεται το 2010 με 62.525 οχήματα και η μικρότερη το 2016 με 58.589 οχήματα καθώς καταλήγει το 2020 με 59.856 επιβατικά. Τα φορτηγά στο Βόρειο Αιγαίο κυμαίνονται από 30.416 (έτος...) έως 31.054 (έτος ...). Ταυτόχρονα, τα λεωφορεία διακυμαίνονται από 249 έως 256 στη δεκαετία με το 2020 να έχει 254 οχήματα. Τέλος μεγάλο αριθμό στο στόλο του Βορείου Αιγαίου καταλαμβάνουν οι μοτοσυκλέτες αφού συνεχώς αυξάνονται και από 45.172 που είναι το 2010 αυξάνονται στις 51.006 το 2020 (αύξηση κατά 12,9%).



Σχήμα 22. Διαχρονική εξέλιξη του στόλου των οχημάτων για την περιφέρεια του Βόρειου Αιγαίου

Στο σχήμα 23 φαίνεται ο στόλος των οχημάτων επίσης Ανατολικής Μακεδονίας και της Θράκης. Τα επιβατικά ξεκινούν με μείωση και έπειτα συνεχίζουν με αύξηση. Μειώνονται από το 2010 έως το 2015 κατά 4% και αυξάνονται κατά 7,4% μέχρι το τέλος της μελέτης (2020). Στα φορτηγά παρατηρείται αύξηση σε όλη την δεκαετία με ποσοστό αύξησης 7,5%. Αντίθετα στα λεωφορεία παρατηρείται μικρή πτώση από το έτος 2010 έως το 2020 με ποσοστό πτώσης 0,6%. Επίσης, οι μοτοσυκλέτες φαίνεται να αυξάνονται από το 2010 (65.862 μοτοσυκλέτες) μέχρι το 2016 (72.354 μοτοσυκλέτες). Στη συνέχεια παρατηρείται μικρή πτώση ως το 2019 σε ποσοστό 0,2% και το 2020 φτάνουν την μέγιστη τιμή του στόλου των μοτοσυκλετών (73.595 μοτοσυκλέτες).

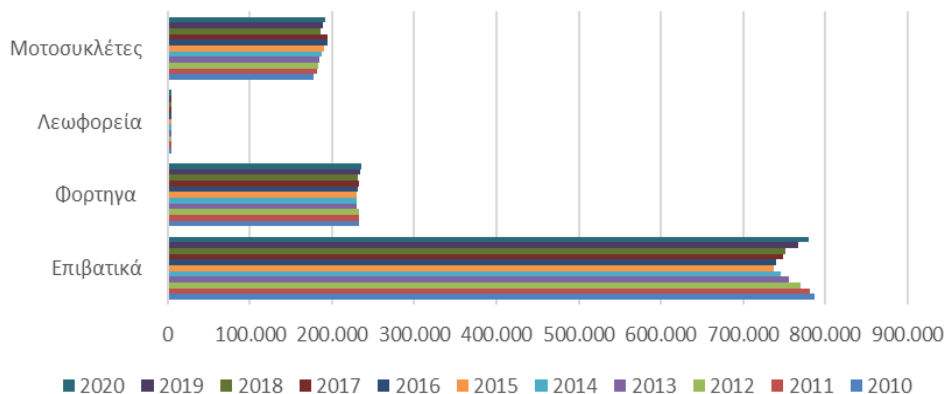
ΣΤΟΛΟΣ ΟΧΗΜΑΤΩΝ (ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ & ΘΡΑΚΗ)



Σχήμα 23. Διαχρονική εξέλιξη του στόλου των οχημάτων για την περιφέρεια της Ανατολικής Μακεδονίας & Θράκης

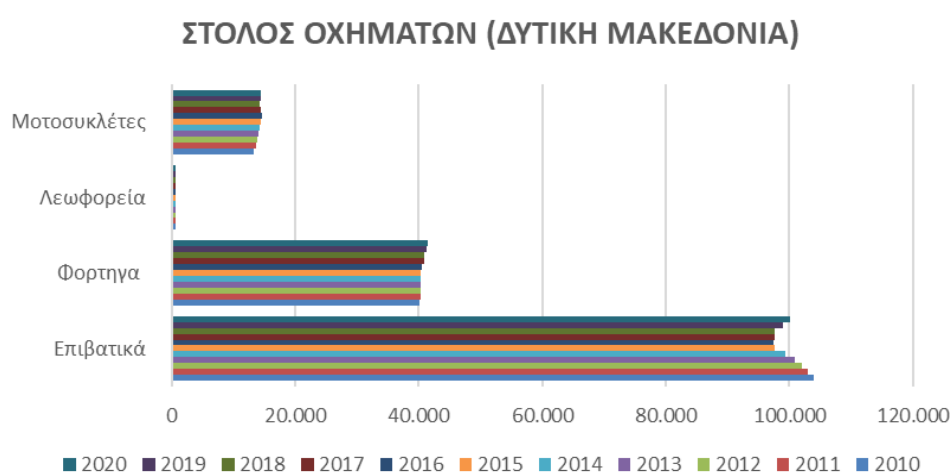
Στο σχήμα 24 απεικονίζεται ο στόλος των οχημάτων για την Κεντρική Μακεδονία. Τα επιβατικά κινούνται παρόμοια όπως και στην περιφέρεια της Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης. Μειώνονται αρχικά από το 2010 και μετά αυξάνονται ως το 2020. Αρχικά μειώνονται κατά 48.625 οχήματα μέχρι το 2015 και έπειτα αυξάνονται κατά 42.615 μέχρι το 2020. Μέγιστη τιμή επιβατικών σημειώνεται το 2010 με 786.637 οχήματα ενώ ελάχιστη το 2015 με 738.012 οχήματα. Στα φορτηγά παρατηρείται μια ελάχιστη πτώση στα μέσα της δεκαετίας κατά 1,3% και αύξηση των οχημάτων έως το τέλος κατά 2,6%. Τα λεωφορεία μειώνονται συνολικά σε όλα τα έτη κατά 3,5% ενώ οι μοτοσυκλέτες αυξάνονται ως το 2017 κατά 9,5%, μειώνονται κατά 4,8% για ένα έτος και μετά αυξάνονται πάλι κατά 3,5% καταλήγοντας στο 2020 με 192.189 μοτοσυκλέτες.

ΣΤΟΛΟΣ ΟΧΗΜΑΤΩΝ (ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ)



Σχήμα 24. Διαχρονική εξέλιξη του στόλου των οχημάτων για την περιφέρεια της Κεντρικής Μακεδονίας

Στο σχήμα 25 φαίνεται ο στόλος των οχημάτων της δυτικής Μακεδονίας. Παρατηρείται μείωση των επιβατικών οχημάτων από το 2010 έως το 2016. Το 2010 ο στόλος των επιβατικών αποτελούταν από 103.924 οχήματα (μέγιστη τιμή) και το 2016 από 97.360 πτώση δηλαδή κατά 6,3%. Μετά το 2016 παρατηρείται αύξηση έως το 2020 κατά 2,7% με 100.153 επιβατικά οχήματα. Στα φορτηγά παρατηρείται συνεχής αύξηση σε όλη την δεκαετία κατά 3,4% με μέγιστη τιμή φορτηγών το 2020 με 41.510. Τα λεωφορεία μειώνονται ελάχιστα στη δεκαετία (6,2%) και καταλήγουν το 2020 με 623 οχήματα. Οι μοτοσυκλέτες, από το 2010 έως το 2020 αυξάνονται κατά 8,6% συνολικά.



Σχήμα 25. Διαχρονική εξέλιξη του στόλου των οχημάτων για την περιφέρεια της Δυτικής Μακεδονίας

Στο σχήμα 26 απεικονίζεται ο στόλος των οχημάτων για την Δυτική Ελλάδα. της φαίνεται τα επιβατικά οχήματα ξεκινούν μία πτώση από την μέγιστη τιμή οχημάτων το 2010 (189.219 επιβατικά) έως το 2015 που είναι και η μικρότερη τιμή της δεκαετίας (174.512 επιβατικά). Ακολούθως, ξεκινά ξανά αύξηση των επιβατικών έως το 2020 καταλήγοντας στα 188.134 επιβατικά οχήματα. Στα φορτηγά παρατηρείται συνεχής αύξηση των φορτηγών οχημάτων ξεκινώντας το 2010 με 111.412 φορτηγά οχήματα και καταλήγοντας στο 2020 με 116.567 φορτηγά οχήματα. Τα λεωφορεία ακολουθούν έναν σταθερό όγκο οχημάτων που αντιστοιχεί σε (1.394 ± 3 λεωφορεία). Οι μοτοσυκλέτες για την δυτική Ελλάδα δείχνουν να αυξάνονται έως και το 2017. Μετά ακολουθεί πτώση για το έτος 2018 και συνεχίζουν με αύξηση έως και το 2020. Η μέγιστη τιμή μοτοσυκλετών για την δυτική Ελλάδα αντιστοιχεί στο έτος 2020 με 95.383 μοτοσυκλέτες ενώ, η ελάχιστη το έτος 2010 με 84.768 μοτοσυκλέτες.

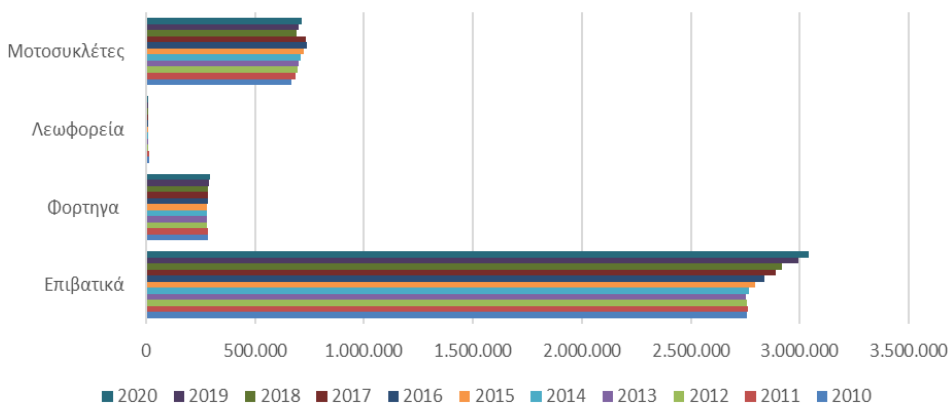
ΣΤΟΛΟΣ ΟΧΗΜΑΤΩΝ (ΔΥΤΙΚΗ ΕΛΛΑΣ)



Σχήμα 26. Διαχρονική εξέλιξη του στόλου των οχημάτων για την περιφέρεια της Δυτικής Ελλάδας

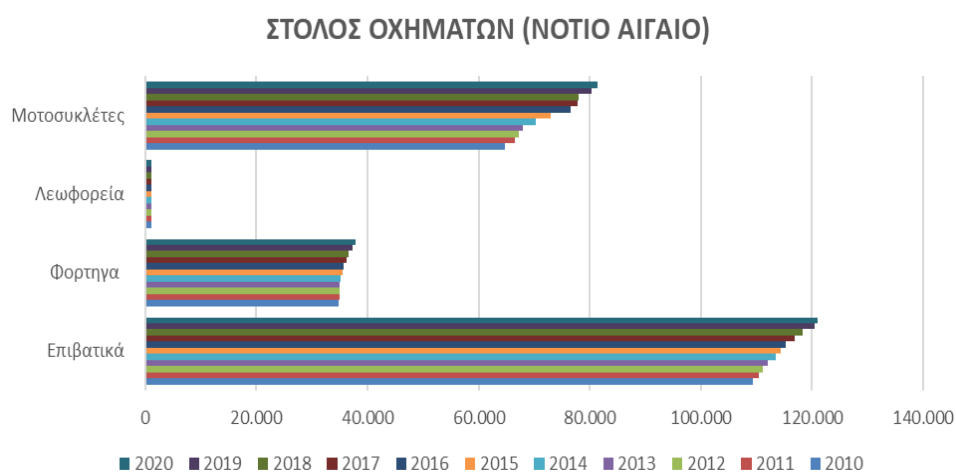
Στο σχήμα 27 απεικονίζεται ο στόλος των οχημάτων για την περιφέρεια της Αττικής. Στα επιβατικά την πρώτη τετραετία παρατηρείται αυξομείωση του στόλου με μέγιστο βαθμό αυξομείωσης $\pm 0,4\%$. Έπειτα παρατηρείται συνεχόμενη αύξηση μέχρι το τέλος της μελέτης. Ο μέγιστος αριθμός επιβατικών οχημάτων για την Αττική είναι 3.042.008 επιβατικά οχήματα το 2020 και ο ελάχιστος αριθμός είναι 2.751.800 επιβατικά οχήματα το 2013. Στο στόλο των φορτηγών καθώς και των λεωφορείων εντοπίζονται ελάχιστες μεταβολές. Ο στόλος και των δύο τύπων οχημάτων (φορτηγά, λεωφορεία) της Αττικής είναι σχεδόν σταθερός όπως φαίνεται και στο χρονοδιάγραμμα. Οι μοτοσυκλέτες στην περιφέρεια της Αττικής αυξάνονται τα πρώτα έτη (2010 – 2016), στη συνέχεια παρατηρείται πτώση για τα δύο επόμενα έτη (2017 – 2018) και τέλος ξανά αύξηση έως το 2020. Ο μέγιστος αριθμός μοτοσυκλετών στην Αττική αντιστοιχεί σε 737.594 μοτοσυκλέτες το έτος 2016 και η ελάχιστη τιμή αντιστοιχεί σε 669.614 μοτοσυκλέτες το έτος 2010.

ΣΤΟΛΟΣ ΟΧΗΜΑΤΩΝ (ΑΤΤΙΚΗ)



Σχήμα 27. Διαχρονική εξέλιξη του στόλου των οχημάτων για την περιφέρεια της Αττικής

Στο σχήμα 28 απεικονίζεται ο στόλος των οχημάτων του Νότιου Αιγαίου. Παρατηρείται ότι τα επιβατικά οχήματα σημειώνουν αύξηση σε όλη την δεκαετία της μελέτης ξεκινώντας από τα 109.282 επιβατικά οχήματα το 2010 (ελάχιστη τιμή) και καταλήγοντας στα 120.948 επιβατικά οχήματα το 2020 (μέγιστη τιμή). Το ποσοστό αύξησης των επιβατικών οχημάτων είναι 10,7% από το αρχικό. Ομοίως και τα φορτηγά στο νότιο Αιγαίο τα οποία το 2010 είναι 34.838 και το 2020 έχουν αυξηθεί κατά 8,5% δηλαδή είναι 37.814 φορτηγά. Παράλληλα, τα λεωφορεία δείχνουν μία μικρή πτώση ξεκινώντας το 2010 με 1.194 λεωφορεία και καταλήγοντας το 2020 με 1.105 λεωφορεία (πτώση κατά 7,5%). Οι μοτοσυκλέτες για το νότιο Αιγαίο είναι παρόμοιες με τα επιβατικά οχήματα. Αυξάνονται σε όλη την δεκαετία και συγκεκριμένα κατά 25,7% συνολικά. Η ελάχιστη τιμή είναι 64.745 μοτοσυκλέτες (2010) και η μέγιστη 81.357 μοτοσυκλέτες (2020).

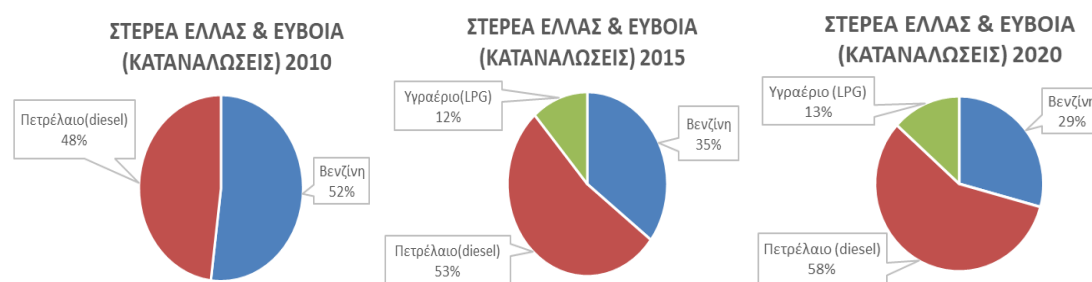


Σχήμα 28. Διαχρονική εξέλιξη του στόλου των οχημάτων για την περιφέρεια του Νότιου Αιγαίου

Από όλα τα παραπάνω σχήματα που απεικονίζουν τον στόλο των οχημάτων σε κάθε περιφέρεια συμπεραίνεται ότι η πλειοψηφία του στόλου απαρτίζεται σε κάθε περιφέρεια από τα επιβατικά οχήματα. Στις περιφέρειες της Στερεάς Ελλάδας & Εύβοιας, της Πελοποννήσου και της Δυτικής Ελλάδας παρατηρείται ότι τα φορτηγά οχήματα είναι σε αρκετά υψηλό ποσοστό σε σχέση με της υπόλοιπες περιφέρειες της Ελλάδας. Σε όλες τις περιφέρειες, όλα τα οχήματα μεταβάλλονται παρόμοια σε σχέση με τον χρόνο. Οι μοτοσυκλέτες και τα επιβατικά οχήματα σε όλες τις περιφέρειες αυξάνονται καθώς πλησιάζουν το 2020 ενώ, τα φορτηγά και οι μοτοσυκλέτες δείχνουν μια σταθερότητα στην αρχή και μετά μικρή αύξηση τα τελευταία έτη.

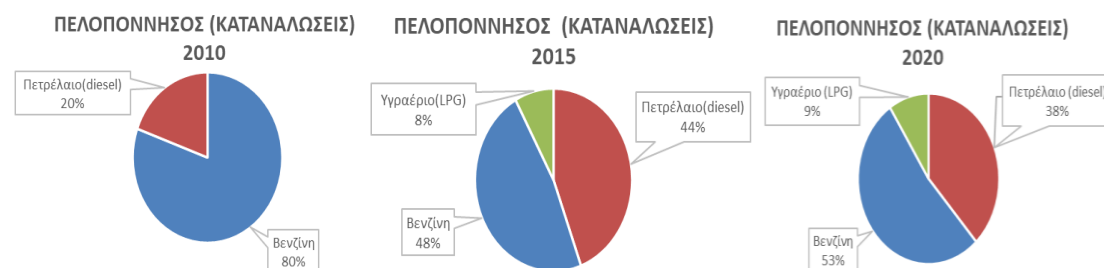
Στα παρακάτω σχήματα γίνεται απεικόνιση των καταναλώσεων καυσίμων σε κάθε περιφέρεια. για τα έτη 2010, 2015 και 2020.

Στο σχήμα 29 φαίνονται οι καταναλώσεις των καυσίμων για την περιφέρεια της Στερεάς Ελλάδας και της Εύβοιας. Παρατηρείται ότι στο 2010 δεν υπάρχει κατανάλωση υγραερίου σε αντίθεση με τα έτη 2015 και 2020 που υπάρχει. Επίσης, η κατανάλωση βενζίνης μειώνεται ενώ η κατανάλωση πετρελαίου αυξάνεται διαχρονικά. Η βενζίνη μειώνεται κατά 23% και το πετρέλαιο αυξάνεται κατά 10% στη δεκαετία. Το υγραέριο το 2015 καταναλώθηκε σε ποσοστό 12% και το 2020 αυξήθηκε κατά 1%. Η πλειοψηφία κατανάλωσης καυσίμου για το 2010 είναι η βενζίνη και το 2015, 2020 το πετρέλαιο.



Σχήμα 29. Καταναλώσεις οχημάτων για την περιφέρεια της Στερεάς Ελλάδας & Εύβοιας για τα έτη 2010, 2015 και 2020

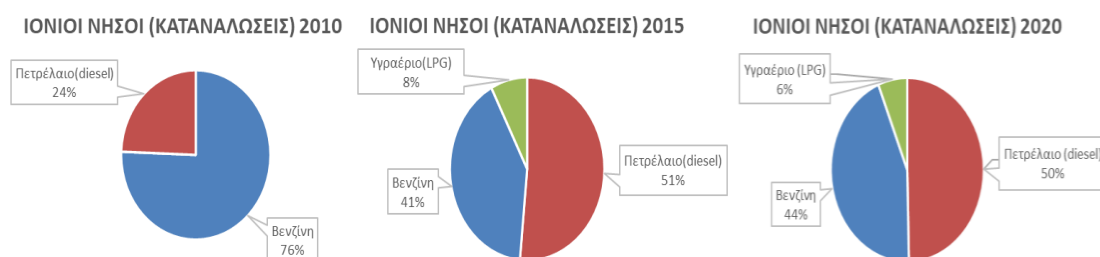
Στο σχήμα 30 φαίνονται οι καταναλώσεις των καυσίμων για την περιφέρεια της Πελοποννήσου. Οι καταναλώσεις των καυσίμων το 2010 ήταν 80% βενζίνη και 20% πετρέλαιο. Το 2015 φαίνεται να έχει μειωθεί η κατανάλωση βενζίνης στο 48%, να αυξήθηκε η κατανάλωση πετρελαίου στο 44% καθώς υπάρχει και κατανάλωση υγραερίου με ποσοστό 8%. Το 2020 μειώνεται η κατανάλωση του πετρελαίου κατά 6% ενώ αυξήθηκαν οι καταναλώσεις της βενζίνης και του υγραερίου κατά 5% και 1% αντίστοιχα από το 2015. Η πλειοψηφία κατανάλωσης καυσίμου και στα τρία έτη (2010, 2015, 2020) είναι η βενζίνη.



Σχήμα 30. Καταναλώσεις οχημάτων για την περιφέρεια της Πελοποννήσου για τα έτη 2010, 2015 και 2020

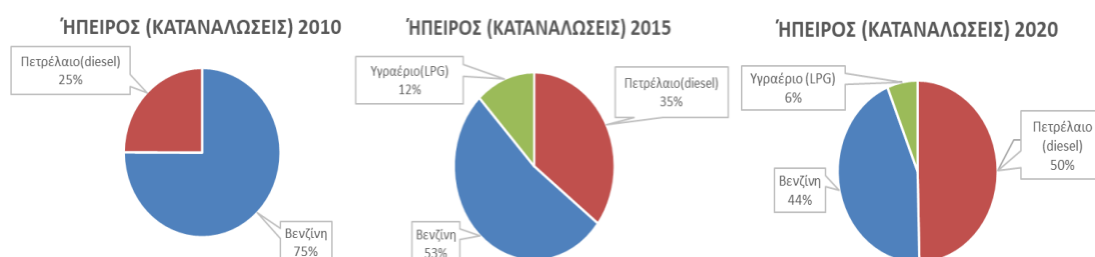
Στο σχήμα 31 φαίνονται οι καταναλώσεις των καυσίμων για την περιφέρεια των Ιόνιων Νήσων. Το έτος 2010 η κατανάλωση βενζίνης είναι 76% και η κατανάλωση πετρελαίου 24%. Έπειτα από μια πενταετία (2015) η κατανάλωση βενζίνης μειώνεται

κατά 35% και η κατανάλωση πετρελαίου αυξάνεται κατά 27% ενώ το υγραέριο έχει 8%. Η τελική διαμόρφωση της κατανάλωσης των καυσίμων (2020) διαφοροποιείται σε μικρό βαθμό με την κατανάλωση της βενζίνης να αυξάνεται κατά 3%, του πετρελαίου να μειώνεται κατά 1% και του υγραερίου να μειώνεται κατά 2% σε σχέση με το 2015. Τις μέγιστες καταναλώσεις για το 2010 της έχει η βενζίνη και για τα έτη 2015, 2020 το πετρέλαιο.



Σχήμα 31. Καταναλώσεις οχημάτων για την περιφέρεια των Ιόνιων Νησιών για τα έτη 2010, 2015 και 2020

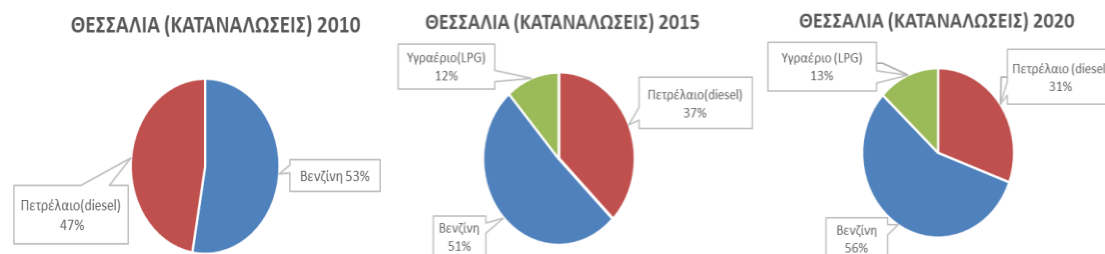
Στο σχήμα 32 φαίνονται οι καταναλώσεις των καυσίμων για την περιφέρεια της Ηπείρου. Το 2010 η κατανάλωση αντιστοιχεί σε 75% στη βενζίνη και 25% στο πετρέλαιο. Για το έτος 2015 παρατηρείται ότι η κατανάλωση της βενζίνης μειώνεται στα 53% ενώ η κατανάλωση του πετρελαίου αυξάνεται στα 35%. Επιπλέον η κατανάλωση υγραερίου είναι στα 12% το ίδιο έτος. Το 2020 οι καταναλώσεις για την περιφέρεια της Ηπείρου είναι 44% για την βενζίνη, 50% για το πετρέλαιο και 6% για το υγραέριο. Συνολικά η μεταβολή της βενζίνης και του πετρελαίου από το 2010 στο 2020 είναι 31% μείωση της βενζίνης και 25% αύξηση του πετρελαίου.



Σχήμα 32. Καταναλώσεις οχημάτων για την περιφέρεια της Ηπείρου για τα έτη 2010, 2015 και 2020

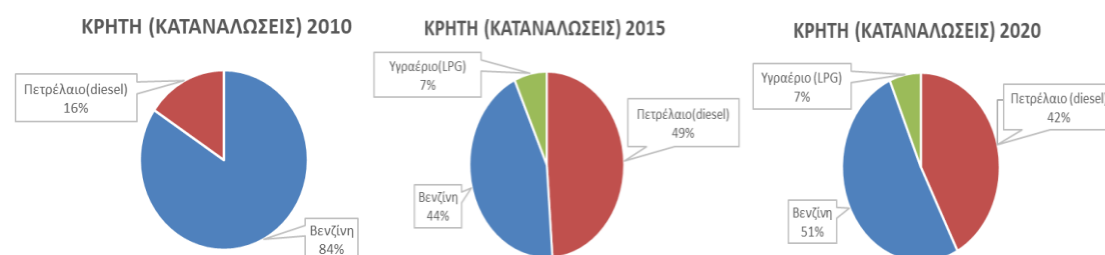
Στο σχήμα 33 φαίνονται οι καταναλώσεις των καυσίμων για την περιφέρεια της Θεσσαλίας. Παρατηρείται ότι η κατανάλωση της βενζίνης είναι το μεγαλύτερο ποσοστό και στα τρία έτη που φαίνονται (2010, 2015, 2020). Το 2010 η κατανάλωση βενζίνης είναι 53%, το 2015 είναι 51% και το 2020 είναι 56%. Το πετρέλαιο αντίστοιχα είναι 47% για το 2010, για το 2015 είναι 37% και για το 2020 είναι 31%. Το υγραέριο

το έτος 2015 αποτελεί το 12% της κατανάλωσης καυσίμων και το 2020 αποτελεί το 13%. Η συνολική μεταβολή της κατανάλωσης της βενζίνης σε όλη την δεκαετία είναι αύξηση κατά 3% και του πετρελαίου μείωση κατά 16%.



Σχήμα 33. Καταναλώσεις οχημάτων για την περιφέρεια της Θεσσαλίας για τα έτη 2010, 2015 και 2020

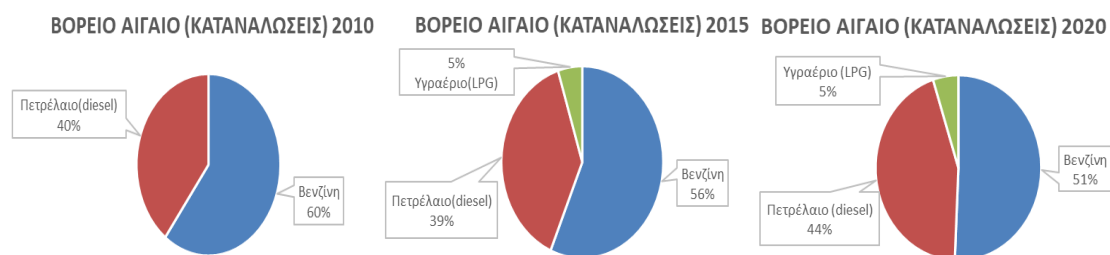
Όπως παρατηρείται στο σχήμα 34 η κατανάλωση της βενζίνης στην περιφέρεια της Κρήτης το έτος 2010 είναι σε πολύ υψηλό ποσοστό (84%) και του πετρελαίου σε πολύ μικρότερο (16%). Το 2015 η κατανάλωση πετρελαίου αυξάνεται απότομα και αποτελεί το 49% των καυσίμων ενώ η κατανάλωση βενζίνης το 44% καθώς, το υγραέριο αποτελεί το 7%. Το 2020 παρατηρείται μείωση της κατανάλωσης του πετρελαίου κατά 7% και αύξηση της κατανάλωσης της βενζίνης κατά 7%. Η κατανάλωση του υγραερίου παραμένει σταθερή από το ένα έτος στο άλλο (7%).



Σχήμα 34. Καταναλώσεις οχημάτων για την περιφέρεια της Κρήτης για τα έτη 2010, 2015 και 2020

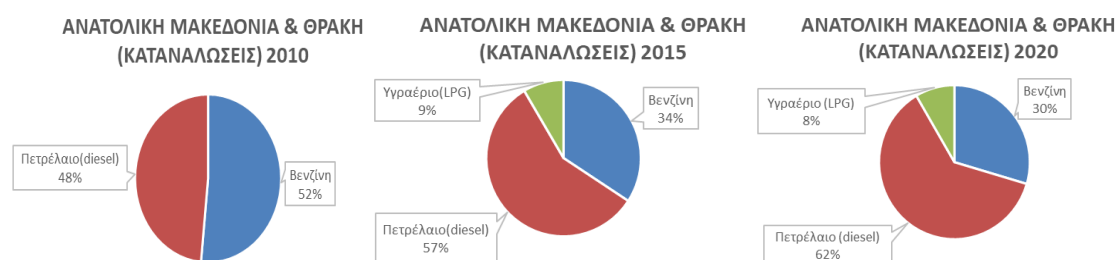
Στο σχήμα 35 φαίνονται οι καταναλώσεις των καυσίμων για την περιφέρεια του Βόρειου Αιγαίου. Το έτος 2010 οι καταναλώσεις καυσίμων είναι 40% πετρέλαιο και 60% βενζίνη. Το 2015 στις καταναλώσεις και του πετρελαίου καθώς και της βενζίνης παρατηρείται μείωση κατά 1% και 4% αντίστοιχα. Το υγραέριο που καταναλώθηκε το 2015 αλλά και το 2020 αποτελεί 5% των καυσίμων. Το τελευταίο έτος της δεκαετίας που μελετάται (2020), η κατανάλωση του πετρελαίου είναι 44%

και της βενζίνης 51%. Συνολικά στη δεκαετία η κατανάλωση του πετρελαίου σημειώνει αύξηση κατά 4% και η κατανάλωση της βενζίνης μείωση κατά 9%.



Σχήμα 35. Καταναλώσεις οχημάτων για την περιφέρεια του Βόρειου Αιγαίου για τα έτη 2010, 2015 και 2020

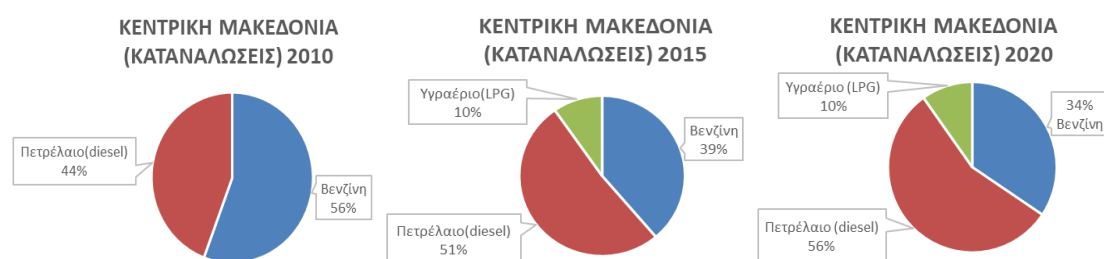
Στο σχήμα 36 φαίνονται οι καταναλώσεις των καυσίμων για την περιφέρεια της Ανατολικής Μακεδονίας και της Θράκης. Το 2010 οι καταναλώσεις καυσίμων είναι 48% πετρέλαιο και 52% βενζίνης. Το 2015 η κατανάλωση πετρελαίου αυξάνεται στα 57% και η κατανάλωση βενζίνης μειώνεται στα 34%. Η κατανάλωση του υγραερίου είναι πολύ μικρότερη (9%). Το 2020 παρατηρείται αύξηση της κατανάλωσης του πετρελαίου κατά 5% και μείωση του υγραερίου και της βενζίνης κατά 1% και 4% αντίστοιχα. Η πλειοψηφία της κατανάλωσης των καυσίμων σε κάθε έτος διαφέρει με το 2010 να κυριαρχεί η βενζίνη ενώ τα έτη 2015 και 2020 να κυριαρχεί το πετρέλαιο.



Σχήμα 36. Καταναλώσεις οχημάτων για την περιφέρεια της Ανατολικής Μακεδονίας & Θράκης για τα έτη 2010, 2015 και 2020

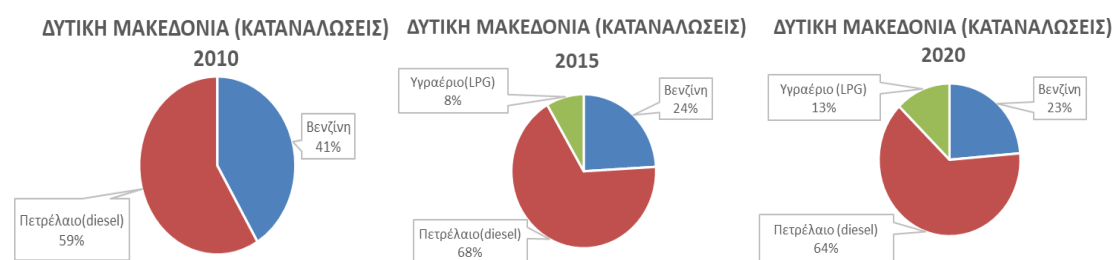
Στο σχήμα 37 φαίνονται οι καταναλώσεις των καυσίμων για την περιφέρεια της Κεντρικής Μακεδονίας. Το 2010 παρατηρούνται δύο είδη καυσίμου που είναι το πετρέλαιο και η βενζίνη. Οι καταναλώσεις των καυσίμων αυτών είναι 44% πετρέλαιο και 56% βενζίνη. Το 2015 παρατηρούνται αλλαγές στις καταναλώσεις σε σχέση με το 2010. Αυτές είναι η αύξηση του πετρελαίου κατά 7% και η μείωση της κατανάλωσης της βενζίνης κατά 17% καθώς εμφανίζεται και το υγραέριο με κατανάλωση 10%. Το

2020 οι καταναλώσεις των καυσίμων είναι 56% πετρέλαιο, 34% βενζίνη και 10% υγραέριο.



Σχήμα 37. Καταναλώσεις οχημάτων για την περιφέρεια της Κεντρικής Μακεδονίας για τα έτη 2010, 2015 και 2020

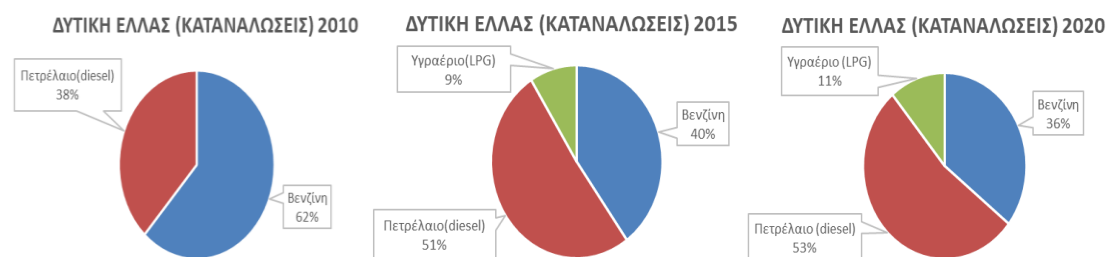
Στο σχήμα 38 φαίνονται οι καταναλώσεις των καυσίμων για την περιφέρεια της Δυτικής Μακεδονίας. Το πετρέλαιο καταναλώνεται κατά 59% το 2010, κατά 68% το 2015 και κατά 64% το 2020. Η βενζίνη καταναλώνεται κατά 41% το 2010, κατά 24% το 2015 και κατά 23% το 2020. Το υγραέριο καταναλώνεται το 2015 κατά 8% ενώ το 2020 καταναλώνεται κατά 13%. Η πλειοψηφία των καταναλώσεων και στα τρία έτη (2010, 2015, 2020) απευθύνεται στο πετρέλαιο αφού καταλαμβάνει το μεγαλύτερο ποσοστό.



Σχήμα 38. Καταναλώσεις οχημάτων για την περιφέρεια της Δυτικής Μακεδονίας για τα έτη 2010, 2015 και 2020

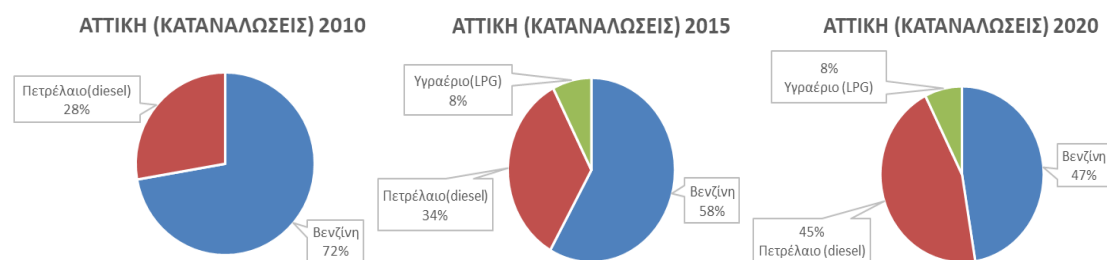
Στο σχήμα 39 φαίνονται οι καταναλώσεις των καυσίμων για την περιφέρεια της Δυτικής Ελλάδας. Το 2010 οι καταναλώσεις καυσίμων είναι 38% πετρέλαιο και 62% βενζίνη. Το 2015 η κατανάλωση καυσίμου αυξάνεται κατά 13% και η βενζίνη μειώνεται κατά 22%. Η κατανάλωση υγραερίου το 2015 είναι 9% και το 2020 αυξάνεται στο 11%. Μαζί με την κατανάλωση υγραερίου αυξάνεται και η κατανάλωση του πετρελαίου κατά 2% ενώ ταυτόχρονα μειώνεται η κατανάλωση της

βενζίνης κατά 4%. Η πλειοψηφία των καταναλώσεων για το 2010 είναι η βενζίνη και το 2015 και 2020 είναι το πετρέλαιο.



Σχήμα 39. Καταναλώσεις οχημάτων για την περιφέρεια της Δυτικής Ελλάδας για τα έτη 2010, 2015 και 2020

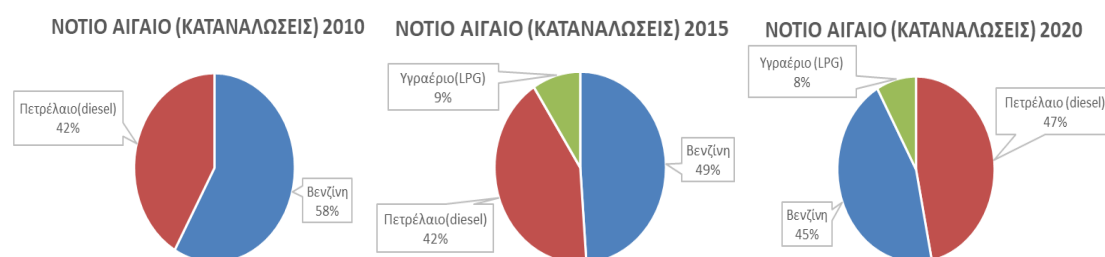
Στο σχήμα 40 φαίνονται οι καταναλώσεις των καυσίμων για την περιφέρεια της Αττικής. Η κατανάλωση της βενζίνης το 2010 είναι 72% και η κατανάλωση του πετρελαίου 28%. Το έτος 2015 η κατανάλωση του πετρελαίου είναι 34%, της βενζίνης 58% και του υγραερίου 8%. Το 2020 η κατανάλωση του υγραερίου παραμένει σταθερή (8%), του πετρελαίου αυξάνεται κατά 11% ενώ της βενζίνης μειώνεται κατά 11% σε σχέση με το 2015. Οι συνολικές μεταβολές των καταναλώσεων της δεκαετίας είναι 17% για το πετρέλαιο και 25% για την βενζίνη.



Σχήμα 40. Καταναλώσεις οχημάτων για την περιφέρεια της Αττικής για τα έτη 2010, 2015 και 2020

Στο σχήμα 41 φαίνονται οι καταναλώσεις των καυσίμων για την περιφέρεια του Νότιου Αιγαίου. Στην περιφέρεια αυτή, το 2010 καταναλώθηκε σε ποσοστά 42% πετρέλαιο και 58% βενζίνη. Μετά από πέντε χρόνια, οι καταναλώσεις των καυσίμων άλλαξαν για την βενζίνη, που μειώθηκε στα 49% και προστέθηκε και η κατανάλωση του υγραερίου που είναι 9%. Τέλος για το 2020 η κατανάλωση του πετρελαίου

αυξήθηκε κατά 5%, της βενζίνης μειώθηκε κατά 4% και του υγραερίου μειώθηκε κατά 1% σε σχέση με το 2015.



Σχήμα 41. Καταναλώσεις οχημάτων για την περιφέρεια του Νότιου Αιγαίου για τα έτη 2010, 2015 και 2020

Από τα παραπάνω σχήματα συμπεραίνεται ότι σε όλες τις περιφέρειες της Ελλάδας που μελετώνται, το έτος 2010 η κατανάλωση της βενζίνης είναι μεγαλύτερη από την κατανάλωση του πετρελαίου. Στο ίδιο έτος δεν υπάρχουν δεδομένα για καταναλώσεις υγραερίου και αυτό δηλώνει ότι δεν υπάρχουν κινητήρες υγραερίου στην Ελλάδα ακόμη. Με το πέρας των ετών, εμφανίζεται το υγραέριο ως καύσιμο κίνησης αλλά εντοπίζεται σε μικρές ποσότητες σε σχέση με το πετρέλαιο και την βενζίνη. Επίσης, παρατηρείται μείωση στην κατανάλωση της βενζίνης και αυξάνεται η κατανάλωση του πετρελαίου. Ακόμα, σε περιοχές όπου υπάρχει αγροτική καλλιέργεια όπως για παράδειγμα της Στερεάς Ελλάδα και της Εύβοιας, υπάρχουν μεγάλες καταναλώσεις πετρελαίου από την αρχή της δεκαετίας (2010) διότι υπάρχουν τα αγροτικά μηχανήματα που καταναλώνουν σημαντικές ποσότητες πετρελαίου. Τέλος, παρατηρείται ότι η κατανάλωση του υγραερίου μένει περίπου ίδια σε όλα τα χρόνια.

Κεφάλαιο 4: Συμπεράσματα

Στην μελέτη που πραγματοποιήθηκε για το σύνολο της Ελλάδας, έγινε διερεύνηση για τον στόλο των οχημάτων, για τις νέες ταξινομήσεις οχημάτων, για τις καταναλώσεις και για της εκπομπές των ρύπων. Τα συμπεράσματα που προέκυψαν είναι τα εξής:

- Τα επιβατικά οχήματα καταλαμβάνουν το μεγαλύτερο ποσοστό οχημάτων σε σχέση με τα λεωφορεία, τα φορτηγά και τις μοτοσυκλέτες.
- Στο όλη την περίοδο μελέτης (2010 – 2020), παρατηρήθηκε αύξηση όλων των τύπων οχημάτων .
- Τα καύσιμα που χρησιμοποιούνται περισσότερο είναι η βενζίνη και το πετρέλαιο (diesel).
- Η κατανάλωση βενζίνης μειώνεται και με τη μικρότερη τιμή το έτος 2020.
- Η κατανάλωση πετρελαίου (diesel) αυξάνεται σε όλα τα έτη εκτός από το 2020 που σημειώνει μείωση σε σχέση με το προηγούμενο έτος.
- Η κατανάλωση υγραερίου (LPG) ξεκινά να εμφανίζεται από το 2012 και έπειτα και έχει παρόμοια συμπεριφορά με αυτή του πετρελαίου. Αυξάνεται δηλαδή σε όλα έτη και σημειώνει απότομη μείωση το 2020.
- Οι ταξινομήσεις των νέων επαγγελματικών οχημάτων μειώθηκαν στο σύνολο της δεκαετίας κατά 35,4%.
- Το πιο διαδεδομένο καύσιμο ($\geq 84\%$) είναι το diesel για τις νέες ταξινομήσεις επαγγελματικών οχημάτων.
- Εμφάνιση επαγγελματικών οχημάτων φυσικού αερίου από το 2013 και έπειτα.
- Εμφάνιση ηλεκτρικών επαγγελματικών οχημάτων από το 2018 και μετά.
- Από το 2011 έως το 2014 οι ταξινομήσεις νέων οχημάτων είναι τεχνολογίας κινητήρα και Euro 5 και Euro 6 ενώ από το 2015 και μετά όλες οι ταξινομήσεις είναι Euro 6.
- Οι ταξινομήσεις των νέων επιβατικών οχημάτων μειώθηκαν κατά 42,7% σε όλη την δεκαετία.
- Το μεγαλύτερο ποσοστό των ταξινομήσεων των νέων επιβατικών οχημάτων απευθύνεται σε πετρελαιοκίνητα οχήματα και πολύ μικρά ποσοστά σε υβριδικά, ηλεκτρικά και φυσικού αερίου οχήματα.
- Η πλειοψηφία των εκπομπών από τις οδικές μεταφορές μειώνεται από το 2010 προς το 2020.
- Οι εκπομπές ρύπων διαφέρουν από έτος σε έτος για τις οδικές μεταφορές. Όλες οι εκπομπές ρύπων μειώνονται εκτός από τους ρύπους του καδμίου και του μόλυβδου για την περίοδο 2010-2020.
- Για τις οδικές μεταφορές ωστόσο οι εκπομπές του μονοξειδίου του άνθρακα, των σωματιδίων, των οξειδίων του αζώτου και των πτητικών οργανικών ενώσεων εκτός μεθανίου έχουν τις μεγαλύτερες τιμές συνεισφοράς στο σύνολο των ρύπων.

- Οι εκπομπές που εκλύονται από τα οχήματα, εκλύονται και από άλλες πηγές μόλυνσης του αέρα αλλά οι εκπομπές από τα οχήματα συνεισφέρουν σε μεγάλο ποσοστό στις συνολικές.
- Τα φορτηγά στις περιφέρειες της Στερεάς Ελλάδας & Εύβοιας, της Πελοποννήσου και της Δυτικής Ελλάδας είναι περισσότερα σε σχέση με τις υπόλοιπες περιφέρειες της Ελλάδας.
- Σε όλες τις περιφέρειες με το πέρας των ετών μειώνεται η κατανάλωση βενζίνης και αυξάνεται η κατανάλωση πετρελαίου.
- Η κατανάλωση του υγραερίου (LPG) παραμένει σχεδόν ίδια στα έτη όπου εμφανίζεται.

Αναφορές

- 1) <https://ypen.gov.gr/perivallon/poiotita-tis-atmosfairas/> - Αναζήτηση.
Available at:
<https://www.bing.com/search?q=1.%09https%3A%2F%2Fypen.gov.gr%2Fperivallon%2Fpoiotita-tis-atmosfairas%2F&form=ANNTH1&refig=69d4ef170e8647fd8d423f0396d7d824> (Accessed: 30 January 2023).
- 2) 3.4 Η ρύπανση του αέρα. Available at:
http://ebooks.edu.gr/ebooks/v/html/8547/2206/Chimeia_B-Gymnasiou_html-empl/index3_4.html (Accessed: 31 January 2023).
(Η εικόνα 4 είναι διαθέσιμη στο παραπάνω σύνδεσμο).
- 3) Αέριες Εκπομπές - Titan Greece. Available at:
<https://www.titan.gr/el/viwsimh-anaptuksh/perivallon/perivallontiki-diaxeirish/aeries-ekpompes> (Accessed: 31 January 2023).
- 4) Ατμοσφαιρική ρύπανση — Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος.
Available at: <https://www.eea.europa.eu/el/themes/air/intro> (Accessed: 31 January 2023).
- 5) Δημάρατος, Α.Μ. and Dimaratos, Α.Μ. (2011) Διερεύνηση των εκπομπών ρύπων κατά τη μεταβατική λειτουργία κινητήρων diesel. doctoralThesis.
Available at: <https://dspace.lib.ntua.gr/xmlui/handle/123456789/4825> (Accessed: 31 January 2023).
- 6) Ευρωπαϊκός κώδικας κατά του καρκίνου - Προστατευτείτε από την έκθεση σε καρκινογόνες ουσίες στον χώρο εργασίας ακολουθώντας τις οδηγίες υγιεινής και ασφάλειας της εργασίας. Available at: <https://cancer-code-europe.iarc.fr/index.php/el/12-ways/pollutants> (Accessed: 31 January 2023).
- 7) 'Μεταφορές' (2022) Βικιπαίδεια. Available at:
<https://el.wikipedia.org/w/index.php?title=%CE%9C%CE%B5%CF%84%CE%B1%CF%86%CE%BF%CF%81%CE%AD%CF%82&oldid=9759006> (Accessed: 31 January 2023). (Η εικόνα 5 είναι διαθέσιμη στον παραπάνω σύνδεσμο).
- 8) Στατιστικές - ELSTAT. Available at: <https://www.statistics.gr/el/statistics/-/publication/SME18/> (Accessed: 31 January 2023).
- 9) Στατιστικές - ELSTAT. Available at: <https://www.statistics.gr/el/statistics/-/publication/SME24/> (Accessed: 31 January 2023).
- 10) Στατιστικές - ELSTAT. Available at: <https://www.statistics.gr/el/statistics/-/publication/SDE15/> (Accessed: 31 January 2023).

- 11) Τι είναι οι πτητικές οργανικές ενώσεις (VOC); | *Interpon*. Available at: <https://www.interpon.com/gr/%CE%AC%CF%81%CE%B8%CF%81%CE%BF/%CF%84%CE%B9-%CE%B5%CE%AF%CE%BD%CE%B1%CE%B9-%CE%BF%CE%B9-%CF%80%CF%84%CE%B7%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AD%CF%82-%CE%BF%CF%81%CE%B3%CE%B1%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CE%AD%CF%82-%CE%B5%CE%BD%CF%8E%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82-voc> (Accessed: 31 January 2023).
- 12) *Air pollution*. Available at: <https://www.who.int/health-topics/air-pollution> (Accessed: 31 January 2023).
- 13) *Air Pollution* | *National Geographic Society*. Available at: <https://education.nationalgeographic.org/resource/air-pollution> (Accessed: 31 January 2023).
- 14) Bigordà, T. (2017) 'Causas y consecuencias de la contaminación atmosférica', *Renovables Verdes*, 27 July. Available at: <https://www.renovablesverdes.com/contaminacion-atmosferica/> (Accessed: 31 January 2023).
- 15) *Compressed Natural Gas (CNG) as fuel* | *Climate Technology Centre & Network* | 1184949. Available at: <https://www.ctc-n.org/technology-library/vehicle-and-fuel-technologies/compressed-natural-gas-cng-fuel> (Accessed: 31 January 2023).
- 16) Zhang, B. *et al.* (2022) 'Deep learning for air pollutant concentration prediction: A review', *Atmospheric Environment*, 290, p. 119347. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2022.119347>.
- 17) *ESA - Eduspace GR - Παγκόσμια αλλαγή - Ατμοσφαιρική ρύπανση* (2013). European Space Agency. Available at: https://www.esa.int/SPECIALS/Eduspace_Global_GR/SEMQ3T4SZLG_0.html (Accessed: 31 January 2023).
- 18) 'Gasoline vs Diesel: Types and Effects of Each on Health & Environment' (2018) *Fuel Catalyst*, 7 August. Available at: <https://rentar.com/gasoline-vs-diesel-emissions-types-effects-health-environment/> (Accessed: 31 January 2023).
- 19) *Οι υδρογονάνθρακες*. Available at: http://ebooks.edu.gr/ebooks/v/html/8547/2208/Chimeia_G-Gymnasiou_html-empl/index3_1.html (Accessed: 31 January 2023).

- 20) *Top ten advances in engine technology* | *CarLoans.com.au* (00:00:00.0). Available at: <https://www.carloans.com.au/blog/top-ten-advances-in-engine-technology> (Accessed: 31 January 2023).
- 21) *What Is Air Pollution* | *Environmental Pollution Centers*. Available at: <https://www.environmentalpollutioncenters.org/air/> (Accessed: 31 January 2023).
- 22) Τεχνικές Αρχές των Μηχανών Εσωτερικής Καύσης (2^η έκδοση) εκδόσεις ΤΖΙΟΛΑ Willard W. Pulkrabek Επιστημονική επιμέλεια Παναγιώτης Κούτμος. Μετάφραση Δημήτριος Νικ. Τερτίπης .
- 23) Μηχανές εσωτερικής καύσης (Ενεργειακή Συμπεριφορά) COLIN R. FERGUSON – ALAN T. KIRKPATRICK. Εκδόσεις: grapholine, επιμέλεια: ΓΡΗΓΟΡΙΟΣ Χ. ΚΟΛΤΣΑΚΗΣ
- 24) Τσουρέκης Γεώργιος, Χαριτάκης Ιωάννης, Πτυχιακή Εργασία, Α.Τ.Ε.Ι Θεσσαλονίκης, ΠΡΩΤΟΓΕΝΕΙΣ ΡΥΠΟΙ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΤΟΥΣ, 2016.URL: [Haritakis-Tsourekis.pdf \(teithe.gr\)](#)
- 25) Απόκομμα από άρθρο στο διαδίκτυο URL: [Microsoft Word - GASOLINE.rtf \(cdc.gov\)](#)
- 26) 'ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΑΡΓΟΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ – Η κυψέλη του Στ2 του 11ου Δημοτικού Περιστερίου 2021' (2020), 14 November. Available at: <https://blogs.e-me.edu.gr/hive-St2-11o-dimotiko-Peristeri-2021/2020/11/14/%ce%b5%cf%80%ce%b5%ce%be%ce%b5%cf%81%ce%b3%ce%b1%cf%83%ce%b9%ce%b1-%ce%b1%cf%81%ce%b3%ce%bf%cf%85-%cf%80%ce%b5%cf%84%cf%81%ce%b5%ce%bb%ce%b1%ce%b9%ce%bf%cf%85/> (Accessed: 31 January 2023). (Η εικόνα 7 είναι διαθέσιμη στον παραπάνω σύνδεσμο).
- 27) Τσολκας, Φ. 'Η εφαρμογή των Οδηγιών EURO V και EURO VI στην Ελλάδα και οι επιπτώσεις στις εκπομπές των αυτοκινήτων και στην ατμοσφαιρική ρύπανση'. Available at: <https://apothesis.eap.gr/archive/item/143115> (Accessed: 31 January 2023).
- 28) Κίνηση στους δρόμους: Γιατί μετατράπηκε η Αθήνα σε απέραντο πάρκινγκ – Στο τραπέζι τέλος εισόδου στο Δακτύλιο | Έθνος. Available at: <https://www.ethnos.gr/greece/article/177682/kinshstoysdromoysgiatimeta traphkehathhnaseaperantoparkingstotrapezitelseisodoystodaktylio> (Accessed: 31 January 2023).
- 29) 'Traffic congestion' (2023) *Βικιπαίδεια*. Available at: https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Traffic_congestion&oldid=1136155747 (Accessed: 31 January 2023).

- 30) 'European vehicle market statistics 2021/2022' *International Council on Clean Transportation*. Available at: <https://theicct.org/publication/european-vehicle-market-statistics-2021-2022/> (Accessed: 17 February 2023).
- 31) *Home* (2023) ACEA - *European Automobile Manufacturers' Association*. Available at: <https://www.acea.auto/> (Accessed: 17 February 2023).