



**ΤΕΙ Κρήτης**  
Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

## Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΨΕΚΑΣΜΟΥ DIESEL COMMON RAIL

---

Όνοματεπώνυμο Φοιτητή:

*Σουνδουλουνάκης Στυλιανός*  
Α. Μ.: 5184

Όνοματεπώνυμο Εισηγητή:  
*Κουδομάς Γεώργιος*







*Η επιστήμη και η τέχνη ανήκουν σε όλο τον κόσμο, και μπροστά τους εξαφανίζονται όλα τα σύνορα.*

- *Βόλφγκανγκ Γκαίτε, 1749-1832, Γερμανός ποιητής & φιλόσοφος*

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Για την εκπόνηση της παρούσας εργασίας οφείλεται να δοθούν ευχαριστίες σε όλα τα συγγενικά μου πρόσωπα, τα οποία συνέβαλαν στο μέγιστο βαθμό στην συγγραφή της πτυχιακής μου εργασίας, μέσω της βοήθειάς τους για την εύρεση του υλικού της βιβλιογραφίας .

Επιπλέον, ευχαριστίες αξίζει να δοθούν στον κο Κουδουμά Γεώργιο για την αμέριστη συμβολή του μέσω των πολυάριθμων συμβουλών και κατευθύνσεών του, έτσι ώστε να αποκτήσω τις γνώσεις και το σχετικό πτυχίο .

## **ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**

Εισαγωγή .....	11
Περίληψη .....	13
<b><u>Ενότητα 1. Ιστορική αναδρομή στη τεχνολογία Diesel</u></b> .....	<b>16</b>
1.1.Ο κώδικας ‘NO 67207’ .....	17
1.1.1. Η δημιουργία των μηχανών diesel.....	17
1.1.2. Οι μηχανές του Diesel.....	18
1.2. Ιστορική ανασκόπηση της μηχανής diesel.....	20
1.2.1. Το χρονικό των diesel.....	22
1.3. Diesel και ανταγωνιστικότητα στο πέρασμα των αιώνων.....	23
1.3.1. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα βενζινοκινητήρων και πετρελαιοκινητήρων .....	25
1.4. Αρχές λειτουργίας του κινητήρα diesel.....	26
1.5. Βασικές ιδιότητες του καυσίμου diesel.....	27
1.5.1. Τα χαρακτηριστικά του πετρελαίου.....	28
<b><u>Ενότητα 2. Συμβατικά συστήματα τροφοδοσίας Diesel</u></b> .....	<b>32</b>
2.1. Εισαγωγή στο σύστημα τροφοδοσίας.....	33
2.2. Τύποι έγχυσης καυσίμου.....	33
2.3. Σύστημα τροφοδοσίας και έγχυσης καυσίμου .....	34
2.4. Δεξαμενή καυσίμου .....	34
2.5. Φίλτρο καυσίμου .....	35
2.6. Αντλίες τροφοδοσίας απλής.....	37

2.7. Αντλίες τροφοδοσίας διπλής ενέργειας.....	37
2.8. Περιστροφική αντλία τύπου διανομέα .....	38
2.9. Εμβολοφόρος αντλία έγχυσης (σε σειρά) τύπου BOSCH.....	39
2.10. Κινητήρες με προθάλαμο.....	40
2.11. Κινητήρες απ' ευθείας έγχυσης.....	42
2.12. Τύποι εγχυτήρων-Μπεκ.....	43
2.12.1. Εγχυτήρες με ακροφύσιο στραγγαλισμού βελόνας.....	43
2.12.2. Εγχυτήρες τύπου οπής.....	44
2.12.3. Μηχανικοί εγχυτήρες (Μπεκ).....	45
<b><u>Ενότητα 3. Συστήματα ψεκασμού diesel COMMON RAIL.....</u></b>	<b>46</b>
3.1. Ιστορική ανασκόπηση.....	47
3.2. Τα κύρια μέρη ενός εξελιγμένου συστήματος τροφοδοσίας diesel (Common Rail).....	47
3.3. Πλεονεκτήματα της τεχνολογίας common rail system.....	48
3.4. Η εξέλιξη του συστήματος.....	50
3.5. Η περιγραφή και η λειτουργία του συστήματος.....	51
3.6. Αισθητήρες.....	52
3.6.1. Επαγωγικός αισθητήρας τύπου Hall.....	53
3.6.2. Αισθητήρας στροφών κινητήρα.....	54
3.6.3. Αισθητήρας θέσης πεντάλ.....	55
3.6.4. Αισθητήρας θέσης του πεντάλ γκαζιού.....	55
3.6.5. Διακόπτης του ρελαντί και διακόπτης Kick Down.....	56
3.6.6. Διακόπτης φώτων φρένων και διακόπτης πεντάλ φρένου.....	56
3.6.7. Αισθητήρας θερμοκρασίας καυσίμου.....	56
3.6.8. Αισθητήρας ύψους.....	57

3.6.9. Διακόπτης πεντάλ συμπλέκτη.....	57
3.6.10. Αισθητήρας πίεσης πολλαπλής εισαγωγής.....	58
3.6.11. Αισθητήρας θερμοκρασίας πολλαπλής εισαγωγής.....	58
3.6.12. Μετρητής μάζας αέρα.....	59
3.7. Common Rail 2 <sup>ης</sup> και 3 <sup>ης</sup> γενιάς.....	60
3.8. Τύποι βαλβίδων ελέγχου πίεσης.....	66
3.9. Αντλία Υψηλής Πίεσης - Διαφορές Με Συμβατικές.....	67
3.10. Κοινή γραμμή τροφοδοσίας.....	68
3.11. Βαλβίδα ασφαλείας.....	70
3.12. Πιλοτική έγχυση-προψεκασμός.....	71
3.13. Κύρια έγχυση.....	71
3.14. Μετέγχυση.....	72
3.15. Σκοπός του προψεκασμού.....	72
3.16. Συνέπειες προψεκασμού.....	72
3.17. Συνέπειες δευτερεύοντα ψεκασμού.....	72

#### **Ενότητα 4. Συστήματα ψυχρής εκκίνησης πετρελαιοκινητήρων.....**

4.1. Είδη συστημάτων προθέρμανσης πετρελαιοκινητήρων.....	74
4.1.1. Προθερμαντήρες αέρα εισαγωγής.....	74
4.1.2. Προθερμαντήρες πυράκτωσης για συστήματα εκκίνησης με φλόγα.....	74
4.1.2.1. Μέρη και λειτουργία του συστήματος προθέρμανσης με φλόγα.....	76
4.1.2.2. Τεχνικά χαρακτηριστικά συστημάτων εκκίνησης με φλόγα.....	77
4.1.2.3. Προθερμαντήρες αέρα εισαγωγής με ηλεκτρική αντίσταση / θερμαντικές φλάντζες.....	77
4.2. Προθερμαντήρες θαλάμου καύσης.....	79



4.2.1. Ηλεκτρικοί προθερμαντήρες σπειροειδούς τύπου.....	79
4.3. Σύστημα ψυχρής εκκίνησης.....	81
4.3.1. Ο θερμοδιακόπτης.....	82
4.3.2. Το ζέσταμα.....	83
4.3.3. Ρυθμιστής θερμής λειτουργίας (προθέρμανση).....	83
4.3.4. Εμπλουτισμός μέσω πτώσης της πίεσης ρύθμισης.....	84
4.3.5. Καταστάσεις φορτίου.....	85
4.3.6. Ηλεκτρονικά ελεγχόμενο σύστημα ψυχρής εκκίνησης πετρελαιοκινητήρων...85	

## **Ενότητα 5. Συστήματα ελέγχου καυσαερίων πετρελαιοκινητήρων.....88**

5.1. Εισαγωγή.....	89
5.2. Καύση και ρύποι.....	89
5.2.1. Προδιάγραμμα εκπομπής ρύπων.....	90
5.2.2. Κατηγορίες ρύπων πετρελαιοκινητήρων.....	91
5.2.2.1. Σωματίδια αιθάλης.....	93
5.3. Συστήματα αντιρρύπανσης πετρελαιοκινητήρων.....	94
5.4. Σύστημα επανακυκλοφορίας καυσαερίων.....	94
5.4.1. Σύστημα ψύξης της EGR και έλεγχος της επανακυκλοφορίας των καυσαερίων.....	95
5.4.1.1. Ψύξη καυσαερίων εκτός λειτουργίας.....	96
5.4.1.2. Ψύξη καυσαερίων σε λειτουργία.....	96
5.5. Φίλτρα συγκράτησης μικροσωματιδίων.....	97
5.5.1. Κατασκευή και αρχές λειτουργίας.....	98
5.5.2.Είδη φίλτρων σωματιδίων DPF .....	99
5.5.2.1. Αναζωογόνηση του φίλτρου σωματιδίων.....	99
5.6. Παθητική ή αυτόματη αναζωογόνηση.....	100

5.7. Ενεργητική αναζωογόνηση.....	101
5.8. Διαδρομή αναζωογόνησης από τον οδηγό.....	102
5.9. Αναζωογόνηση από το συνεργείο.....	102
5.9.1. Περιγραφή λειτουργίας του συστήματος.....	103
5.9.1.1. Αισθητήρας διαφορικής πίεσης.....	104
5.9.1.2. Αισθητήρας θερμοκρασίας.....	104
5.10. Σύστημα επιλεκτικής κατάλυσης.....	106
5.10.1. Ιδιότητες.....	107
5.10.2. Πλεονεκτήματα χρήσης.....	108
5.11. Συστήματα για την εκ υστέρων τοποθέτηση.....	108
5.12. Συντήρηση και έλεγχος.....	108
5.13. Γενικά προβλήματα από τις τεχνολογίες αντιρρύπανσης.....	110
5.14. Καθαρισμός φίτρων.....	110
Συμπεράσματα.....	112
Βιβλιογραφία .....	119

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στην σημερινή εποχή, είναι ευρύτερα αποδεκτό πως η τεχνολογία σε συνδυασμό με την μηχανική και την επιστήμη, έχουν εξελιχθεί σε ένα ευρύτερο και συγκεκριμένο πλαίσιο. Γεννήτριες διαφόρων ονομασιών και τύπων έχουν καταφέρει να ανέλθουν στην επιφάνεια, σε συνδυασμό με την κατοχή γνώσεων και πληροφοριών για τα συστήματα πετρελαιοκίνησης. Το ίδιο χαρακτηρισμό μπορούμε και να αποδώσουμε στους πετρελαιοκινητήρες.

Ως ένα εισαγωγικό πλαίσιο, οι πετρελαιοκινητήρες αποτελούν μηχανές εσωτερικής καύσης ( Μ . Ε . Κ . ) ή στην ‘ γλώσσα των μηχανικών ’, κινητήρες εσωτερικής καύσης. Επομένως, οι πετρελαιοκινητήρες χαρακτηρίζονται οι κινητήρες και θερμικές αυτές, μηχανές, οι οποίες εκτελούν τις καύσεις των καυσίμων στο εσωτερικό τους, σε αντιδιαστολή με τις ατμομηχανές, όπου η διαδικασία της καύσης επιτυγχάνεται στο λέβητα.

Σε γενικότερες γραμμές, η ιστορία της εφεύρεσης και της κατασκευής των μηχανών εσωτερικής καύσης είναι άμεσα συνυφασμένο με τις ιστορίες και τις εξελίξεις των αυτοκινούμενων οχημάτων, άλλωστε, είναι ευρύτερα γνωστό πως αποτέλεσαν το έρεισμα για την δημιουργία τους .

Τα συστήματα ψεκασμού, θέμα το οποίο απασχολείται στην παρούσα εργασία, έχουν ως απώτερο στόχο την τροφοδότηση της μηχανής. “Η αναλογία καυσίμου-αέρα πρέπει να είναι η κατάλληλη ώστε η καύση που πραγματοποιείται να καλύπτει όλες τις φάσεις λειτουργίας του κινητήρα. Αυτός ο κύριος σκοπός, που είναι ίδιος για όλα τα συστήματα ψεκασμού, πρέπει να επιτευχθεί σε κάθε μηχανή εσωτερικής καύσης, παρόλο που οι μηχανές από μόνες τους μπορεί να είναι πολύπλοκες και ένα σύστημα ψεκασμού δεν αρκεί από μόνο του για να δώσει τη σωστή λύση για κάθε τύπο μηχανής.”<sup>1</sup>

“Το προαναφερθέν μίγμα του αέρος και της πετρελαίου επιτυγχάνεται όταν μια από τις βαλβίδες εισαγωγής ανοίγει, το εσωτερικό του κυλίνδρου έρχεται σε επαφή με την ατμόσφαιρα δια μέσου της πολλαπλής εισαγωγής. Με την κάθοδο του εμβόλου, δημιουργείται ένα κενό το οποίο ο ατμοσφαιρικός αέρας προσπαθεί να κα-

---

<sup>1</sup> Thalys.gr. (2016). injection 1-1 gr. [online] Available at: [http://www.thalys.gr/pagesgr/technical%20issues/injection/injection\\_11\\_gr.htm](http://www.thalys.gr/pagesgr/technical%20issues/injection/injection_11_gr.htm) [Accessed 12 May 2016].

λύψει. Αυτό προκαλεί μια ορμητική ροή του αέρα δια μέσου της πολλαπλής εισαγωγής του πετρελαιοκινητήρα και ολοκληρώνεται ο χρόνος της εισαγωγής με την ποσότητα αέρα μέσα στον κύλινδρο. Στην συνέχεια ακολουθεί ο χρόνος συμπίεσης στον οποίο ένα έμβολο το οποίο συμπιέζει τον καθαρό αέρα τόσο έντονα, που η παραγόμενη θερμοκρασία (ως αποτέλεσμα της συμπίεσης) είναι πολύ υψηλότερη θερμοκρασία από αυτήν του καυσίμου (πετρέλαιο), το οποίο καύσιμο εγχύεται στον θάλαμο καύσης λίγο πριν το έμβολο φτάσει στο άνω νεκρό σημείο όπου και επέρχεται η καύση και συνεπώς η παραγωγή έργου. Τέλος στον τελευταίο κατά σειρά χρόνο (εξαγωγής) ανοίγει η βαλβίδα εξαγωγής και τα αποτελέσματα της καύσης (καυσαέρια) φεύγουν από τον θάλαμο καύσης.

“Το σύστημα ψεκασμού πετρελαίου χρησιμοποιεί ένα μετρητή ροής αέρα, ο οποίος μετράει την ποσότητα του αέρα που εισέρχεται στη πολλαπλή εισαγωγή και έτσι υπολογίζεται το ποσό καυσίμου που είναι αναγκαίο για να ικανοποιήσει τις απαιτήσεις της μηχανής. Εξαιτίας της προόδου που έχει γίνει στην ανάπτυξη αυτού του μετρητή ροής αέρα, μπορεί να πληροφορήσει τον διανομέα καυσίμου και τελικά να προσδιοριστεί ακριβώς η ποσότητα του πετρελαίου που πρέπει να ψεκαστεί, ώστε το μίγμα να ανταποκρίνεται ακριβώς στις απαιτήσεις της μηχανής.”<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> Thalys.gr. (2016). injection 1-1 gr. [online] Available at: [http://www.thalys.gr/pagesgr/technical%20issues/injection/injection\\_11\\_gr.htm](http://www.thalys.gr/pagesgr/technical%20issues/injection/injection_11_gr.htm) [Accessed 12 May 2016].

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία υπάρχουν πέντε συγκεκριμένες ενότητες, οι οποίες αποτελούνται από επιμέρους υπό-ενότητες. Πιο συγκεκριμένα, στην πρώτη ενότητα της εργασίας επιτυγχάνεται μια ιστορική αναδρομή στην τεχνολογία diesel, όμως, πρωτίστως, παρουσιάζεται ένα θεωρητικό πλαίσιο σχετικά με την έννοια της τεχνολογίας diesel, των βασικότερων και κυριότερων χαρακτηριστικών της, καθώς και επιμέρους στοιχεία που αφορούν την τεχνολογία diesel. Επιπλέον, επιτυγχάνεται και μια ιστορική αναδρομή στα γενικότερα συστήματα πετρελαιοκίνησης για την ανάπτυξη ενός πολύπλευρου πλαισίου πληροφοριών.

Στην δεύτερη ενότητα επιτυγχάνεται η παρουσίαση πληροφοριών σχετιζόμενες με τα συμβατικά συστήματα της τροφοδοσίας diesel, ενώ στην τρίτη ενότητα κρίθηκε απαραίτητο να παρουσιαστούν οι απαραίτητες πληροφορίες για τα συστήματα ψεκασμού diesel COMMON RAIL, θέμα το οποίο αναλύεται σε όλη την έκταση της εργασίας.

Τέλος, αξίζει να γίνει εξαιρετική μνεία στη βιβλιογραφία που χρησιμοποιήθηκε. Για την εκπόνηση της παρούσας εργασίας χρησιμοποιήθηκε πλούσια ξενόγλωσση και ελληνόγλωσση βιβλιογραφία, χωρίς να εκλείπει και η αμέριστη βοήθεια της ηλεκτρονικής βιβλιογραφίας. Όλη η έκταση της εργασίας συνοδεύεται από εικόνες, οι οποίες προσδίδουν μια ολοκληρωμένη εικόνα στην εργασία και αποσκοπούν στην περισσότερο παραστατική απεικόνιση των παρουσιαζόμενων πληροφοριών.

Εκτός από τις εικόνες, πλήθος πινάκων και γραφημάτων παρουσιάζονται σε όλη την εργασία για την παρουσίαση επιμέρους πληροφοριών σχετιζόμενων με το περιεχόμενο της εργασίας. Οι πίνακες και τα διαγράμματα αυτά μπορούν να ιδωθούν και στο παράρτημα, το οποίο απεικονίζεται στο τέλος της εργασίας.

**Λέξεις-κλειδιά:** συστήματα πετρελαιοκίνησης, diesel, diesel common rail, πετρέλαιο, συστήματα ψεκασμού

## **ABSTRACT**

In this project there are five specific modules, which consist of individual subsections. More specifically, in the first section of the work achieved a throwback in diesel technology, but primarily a theoretical framework presented on the concept of diesel technology, the most basic and the main features and elements related to diesel technology. Moreover, it accomplished and a throwback to general diesel systems to develop a multilateral framework information.

The second unit is achieved by presenting information related to conventional systems of diesel power, while the third section was necessary to present the necessary information for the diesel injection system COMMON RAIL, subject which is analyzed throughout the work.

Finally, it should be excellent references in the literature used. For the preparation of this work had been used rich foreign language and Greek language, not to forget to mention and the unreserved assistance of electronic literature. The entire amount of work is accompanied by images which give a comprehensive picture of the work and aim to more figurative representation of the information presented.

In addition to the images, number of tables and graphs are presented throughout the work for individual presentation of information related to the content of work. The tables and diagrams can be seen in the appendix, which is presented at the end of work.

**Keywords:** diesel systems, diesel, diesel common rail, oil, spray systems

## ΕΝΟΤΗΤΑ 1. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΣΤΗ ΤΕΧΝΟΛΟ- ΓΙΑ DIESEL





## 1.1.0 ΚΩΔΙΚΑΣ ‘NO 67207’

“‘No. 67207’: Έχουν περάσει περισσότερα από 112 χρόνια από την στιγμή που κατατέθηκε, με αυτό τον κωδικό, στο γερμανικό γραφείο κατοχύρωσης ευρεσιτεχνιών, η πατέντα του Rudolph Diesel σχετικά με ένα νέο τύπο θερμικού κινητήρα αυτανάφλεξης που χρησιμοποιούσε ως καύσιμο το πετρέλαιο. Η λειτουργία των βενζινοκινητήρων ήταν ήδη γνωστή, από το 1886, χάρη στο Nicolas Otto. Ωστόσο, ήταν πολύ νωρίς για να αντιληφθεί κανείς πως οι κινητήρες diesel θα είχαν, αν όχι μεγαλύτερη, ισάξια σημασία καθώς σε αυτές βασίστηκε η βαριά και όχι μόνο βιομηχανία. Εν έτη 1893, η ιδέα του Γερμανού μηχανικού πέρασε από το λευκό χαρτί στην πραγματικότητα.”<sup>3</sup>

### 1.1.1. Η ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΤΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ DIESEL

Οι μηχανές Diesel οφείλουν το όνομά τους στον εμπνευστή τους, Γερμανό μηχανικό Rudolf Diesel (Ρούντολφ Ντίζελ), που γεννήθηκε στις 18 Μαρτίου 1858 στο Παρίσι από Βαυαρούς γονείς. Μετά το τέλος του γαλλογερμανικού πολέμου 1870-71 μετακόμισε στο Augsburg λόγω οικονομικών δυσχερειών που αντιμετώπιζε η οικογένειά του, όπου με θετούς γονείς έπρεπε μόνος του να παλέψει για την επιβίωσή του. Στην εκεί Βιομηχανική Σχολή ανακάλυψε την κλίση του στη μηχανολογία και έτσι μεταπήδησε στην Πολυτεχνική Σχολή του Μονάχου. Με υποτροφίες κατάφερε να τελειώσει το 1880 το Polytechnikum Munchen ως ο καλύτερος μέχρι τότε απόφοιτος. Ο καθηγητής του της Θερμοδυναμικής, Καρλ φον Λίντε, του κίνησε το ενδιαφέρον να ασχοληθεί με μια λογικής μορφής μηχανή εσωτερικής καύσης. Η εφεύρεση, όμως, δεν έφερε για τον Diesel και την οικονομική επιτυχία. Έτσι, για οικονομικούς λόγους, αυτοκτόνησε το 1913, κατά τη διάρκεια ενός ταξιδιού του στην Αγγλία.

---

<sup>3</sup> *caroto.gr. (2009). Τα πάντα για τους κινητήρες ντίζελ.... [online] Available at: <http://www.caroto.gr/2009/03/03/diesel-%CF%80%CE%B5%CF%84%CF%81%CE%B5%CE%BB%CE%B1%CE%B9%CE%BF%CE%BA%CE%B9%CE%BD%CE%B7%CF%84%CE%AE%CF%81%CE%B5%CF%82-%CF%80%CF%81%CE%BF%CF%83%CE%B5%CF%87%CF%8E%CF%82-%CE%BA%CE%BF%CE%BD%CF%84%CE%AC/> [Accessed 12 May 2016].*

Ο Rudolf Diesel (1892-1913):

Στις 27 Φεβρουαρίου 1892 ο Rudolf Diesel κατέθεσε αίτηση ευρεσιτεχνίας στο Βασιλικό Γραφείο ευρεσιτεχνιών του Βερολίνου περί «μιας αποδεκτής θερμικής μηχανής». Στις 23 Φεβρουαρίου 1893 κατοχυρώθηκε στο όνομά του η ευρεσιτεχνία DRP 67207 για τον «Σχεδιασμό και τρόπο λειτουργίας των μηχανών εσωτερικής καύσεως». Το δίπλωμα ευρεσιτεχνίας που κατοχύρωσε ο Rudolf Diesel.

Στη συγγραφή αξιώσεων, του αντικειμένου για το οποίο ζητούσε την ευρεσιτεχνία, μεταξύ άλλων ανέφερε: «Ο τρόπος εργασίας για τις μηχανές καύσεως χαρακτηρίζεται από ένα έμβολο εργασίας το οποίο συμπιέζει τον καθαρό αέρα τόσο έντονα, που η παραγόμενη θερμοκρασία (ως αποτέλεσμα της συμπίεσης) είναι πολύ υψηλότερη από το σημείο ανάφλεξης του καυσίμου που χρησιμοποιείται, το καύσιμο παρέχεται τόσο βαθμιαία μετά άνω νεκρό σημείο όπου εξαιτίας του κατερχόμενου εμβόλου και της εκτόνωσης του συμπιεσμένου αέρα, η καύση του συμβαίνει χωρίς σημαντική αύξηση της θερμοκρασίας και της πίεσης, ακολούθως μετά τον τερματισμό της παροχής καυσίμου η μάζα του αέρα στον κύλινδρο εκτονούται παραπέρα». Ένα χρόνο αργότερα, παραχωρήθηκε ένα ακόμα δίπλωμα ευρεσιτεχνίας στον Diesel για το σύστημα αυξομείωσης της ιπποδύναμης με αντίστοιχη αυξομείωση της ποσότητας του καυσίμου που καταθλιβόταν στον κύλινδρο, καθώς επίσης και για την έγχυση του καυσίμου μαζί με αέρα στον κύλινδρο. Το ίδιο έτος ο Diesel υπέγραψε συμβόλαιο συνεργασίας με την εταιρία M.A.N. και τα εργοστάσια Krupp για την κατασκευή των μηχανών του.<sup>4</sup>

### 1.1.2. ΟΙ ΜΗΧΑΝΕΣ ΤΟΥ DIESEL

“Η πρώτη μηχανή που κατασκευάστηκε δεν ήταν επιτυχημένη, καθώς υπήρξαν σοβαρά προβλήματα με την ψύξη του κυλίνδρου, καθώς και τις μεγάλες πιέσεις που απαιτούσε η λειτουργία της. Όμως, δύο χρόνια αργότερα, το 1895, η τρίτη κατά σειρά μηχανή που κατασκευάστηκε λειτούργησε κανονικά

---

<sup>4</sup> 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinisis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinisis.pdf) [Accessed 12 May 2016].

χρησιμοποιώντας νερό για την ψύξη των κυλίνδρων και αέρα με μεγάλη πίεση για την έγχυση του καυσίμου. Ο πρώτος κινητήρας που κατασκεύασε ο Rudolf Diesel, φυλάσσεται στο **MAN Diesel Museum στο Augsburg** (Διάμετρος= 150 mm & Διαδρομή= 400 mm).



Αξίζει να σημειωθεί ότι οι μηχανές του Diesel, επειδή χρησιμοποιούσαν ως καύσιμο το πετρέλαιο το οποίο δεν παραγόταν στη Γερμανία, συνάντησαν σοβαρή αντίδραση στη χώρα αυτή και γι' αυτό όλες οι πρώτες, βιομηχανικής παραγωγής μηχανές, κατασκευάστηκαν στην Αγγλία, στην Ελβετία και στις Ηνωμένες Πολιτείες. Από το 1897 και μετά, η μηχανή Diesel γνώρισε αλματώδη ανάπτυξη. Μάλιστα, το 1898 δημιουργήθηκε το Συνδικάτο των μηχανών Diesel, του οποίου μέλη ήταν τα εργοστάσια κατασκευής τους στις κυριότερες χώρες της Ευρώπης. Η ελεύθερη διακίνηση των πληροφοριών μεταξύ των μελών του Συνδικάτου, σε ό,τι αφορά την πρόοδο και την εξέλιξη της κατασκευής των μηχανών Diesel έγινε η αφορμή αυτές να εξελιχθούν ταχύτατα και να εξαπλωθεί ραγδαία η βιομηχανική χρήση τους.

Το 1899, μηχανές Diesel κατασκευάζονταν πλέον στη Γερμανία, το Βέλγιο και την Ελβετία, ενώ σε χώρες, όπως η Αγγλία, η Δανία, η Ολλανδία, η Σουηδία και η Γαλλία, η κατασκευή μηχανών Diesel ξεκίνησε γύρω στο 1909. Μάλιστα, το 1910, ο Diesel σε συνεργασία με ένα γαλλικό εργοστάσιο κατασκεύασε το πρώτο αυτοκίνητο με μηχανή Diesel, ισχύος 30 ίππων στις 600 στροφές ανά λεπτό. Ωστόσο, το αυτοκίνητο αυτό θεωρήθηκε αποτυχημένο αφού υστερούσε σε ευελιξία όσον αφορά τα διάφορα φορτία και τους χειρισμούς, κατά τη διάρκεια της κυκλοφορίας του στους δρόμους. Πάντως, την ίδια χρονιά, τα εργοστάσια Sulzer κατασκεύασαν την πρώτη τετρακύλινδρη δίχρονη μηχανή με ιπποδύναμη 2.000 ίππους, για ναυτική χρήση. Το ίδιο εργοστάσιο, τρία χρόνια αργότερα (1913) κατασκεύασε την πρώτη μηχανή Diesel για χρήση σε σιδηρόδρομους.

Μέχρι το 1940 η εξέλιξη των μηχανών Diesel ήταν μεγάλη, ενσωματώνοντας τις τεχνολογίες της υπερπλήρωσης και της μηχανικής έγχυσης του καυσίμου, γνωστές

ήδη από το 1925 και 1934, αντίστοιχα, ενώ η κορύφωση της εξέλιξης σε ό,τι αφορά το σχεδιασμό και την παραγωγή τους ήλθε κατά τη διάρκεια του δεύτερου Παγκοσμίου Πολέμου. Ο Diesel έγινε στόχος μεγάλης κριτικής, ακόμα και μετά το θάνατό του, το 1913. Αν και είναι αλήθεια ότι δεν ανακάλυψε κάποια νέα ιδέα, συνδύασε πάντως και εφάρμοσε, έστω και παλαιές ιδέες, δημιουργώντας ένα επιτυχές σύνολο.”<sup>5</sup>

## 1.2. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΜΗΧΑΝΗΣ DIESEL

Ο βαθμός απόδοσης των diesel ξεπερνούσε κάθε προσδοκία αφού έφτανε το 26% όταν ο αντίστοιχος στις ατμομηχανές άγγιζε μόλις το 12%. Έστω και σε πειραματικό μοντέλο ο κινητήρας diesel είχε γεννηθεί. Τον Φεβρουάριο του 1897, ο R.Diesel, με την χορηγία μηχανολογικών εταιριών, παρουσίασε το πρώτο πετρελαιοκινητήρα κατάλληλο για ευρεία χρήση. Μπορεί να μην είναι ευρέως γνωστό, αλλά το όραμα του R. Diesel δεν ήταν ένα μέλλον όπου η αυτοκίνηση θα βασιζόταν στο ρυπογόνο πετρέλαιο παρά στις καθαρότερες μορφές βιοντίζελ.



**Εικόνα 1: Mercedes-Benz 260D (1936)**

Ο πρώτος παγκόσμιος πόλεμος αποτέλεσε κίνητρο για την εξέλιξη των diesel οι οποίοι όμως λόγω του όγκου τους έβρισκαν εφαρμογή κυρίως στο ναυτικό και σε

---

<sup>5</sup> 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinesis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinesis.pdf) [Accessed 12 May 2016].

μεγάλα άρματα μάχης. Η εικόνα αυτή επικράτησε μέχρι την δεκαετία του '20 αφού, προς τα τέλη της, σχεδιάστηκαν νέοι, μικρότεροι, τύποι αντλίας καυσίμου που επέτρεπαν την τοποθέτηση των πετρελαιοκινητήρων σε οχήματα. Το πρώτο βαρέως τύπου όχημα, με κινητήρα diesel, εμφανίστηκε με τα σήματα της MAN ενώ το πρώτο επιβατικό μοντέλο ήταν μια Mercedes-Benz 260D του 1936.<sup>6</sup>

Στις επόμενες δεκαετίες, η πρόοδος στο τομέα των diesel ήταν σημαντική αλλά πάντοτε η προτεραιότητα των μηχανικών στον τομέα των επιβατικών αυτοκινήτων ήταν οι βενζινοκινητήρες. Το ενδιαφέρον για τους diesel αναζωπυρώθηκε την δεκαετία του '70 σε μια περίοδο που θεσπίστηκε ο EPA (Υπηρεσία Προστασίας του Περιβάλλοντος) και όταν ο OPEC (οργανισμός με παράγωγα μέλη/χώρες του παγκόσμιου πετρελαίου) σκόρπισε τον πανικό κυρίως στις ΗΠΑ όταν αποφάσισε να μειώσει την ποσότητα του εξαγόμενου πετρελαίου. Η μειωμένη κατανάλωση των diesel ήταν μια λύση η οποία όμως και πάλι επέστρεψε στο παρασκήνιο μιας και η ενεργειακή κρίση ξεπεράστηκε σύντομα.

Αξίζει να σημειωθεί, πως εκείνη τη περίοδο, για πρώτη φορά μια αμερικανική αυτοκινητοβιομηχανία αποφάσισε να ασχοληθεί σοβαρά με τους diesel. Αυτή δεν ήταν άλλη από την GM αλλά η προσπάθεια των μηχανικών της ήταν απογοητευτική καθώς, σε αντίθεση με τους ευρωπαίους, δεν διέθεταν την κατάλληλη τεχνογνωσία ώστε τα μπλοκ και οι κυλινδροκεφαλές των μοτέρ να μην ραγίζουν μετά από μόλις μερικές χιλιάδες χιλιόμετρα.<sup>7</sup>

Το 1985 η GM αποφάσισε να τερματίσει την παραγωγή diesel εκδόσεων και αναζήτησε λύση στους ευρωπαίους κατασκευαστές όπως η Fiat, Opel κ.α. Επειδή το κόστος εξέλιξης είναι σημαντικά μεγάλο, αρκετές εταιρίες που πρωταγωνιστούσαν στην ευρωπαϊκή αγορά είτε προμηθεύονταν κινητήρες diesel από άλλες ευρωπαϊκής

---

<sup>6</sup> caroto.gr. (2009). Τα πάντα για τους κινητήρες ντίζελ.... [online] Available at: <http://www.caroto.gr/2009/03/03/diesel-%CF%80%CE%B5%CF%84%CF%81%CE%B5%CE%BB%CE%B1%CE%B9%CE%BF%CE%BA%CE%B9%CE%BD%CE%B7%CF%84%CE%AE%CF%81%CE%B5%CF%82-%CF%80%CF%81%CE%BF%CF%83%CE%B5%CF%87%CF%8E%CF%82-%CE%BA%CE%BF%CE%BD%CF%84%CE%AC/> [Accessed 12 May 2016].

<sup>7</sup> caroto.gr. (2009). Τα πάντα για τους κινητήρες ντίζελ.... [online] Available at: <http://www.caroto.gr/2009/03/03/diesel-%CF%80%CE%B5%CF%84%CF%81%CE%B5%CE%BB%CE%B1%CE%B9%CE%BF%CE%BA%CE%B9%CE%BD%CE%B7%CF%84%CE%AE%CF%81%CE%B5%CF%82-%CF%80%CF%81%CE%BF%CF%83%CE%B5%CF%87%CF%8E%CF%82-%CE%BA%CE%BF%CE%BD%CF%84%CE%AC/> [Accessed 12 May 2016].

(π.χ. η συνεργασία της Toyota με τον όμιλο PSA) είτε τους δανείζονταν από συγγενείς εταιρίες που ανήκαν στον ίδιο όμιλο.<sup>8</sup>

### 1.2.1 ΤΟ ΧΡΟΝΙΚΟ ΤΩΝ DIESEL

Συνεχίζοντας την ιστορική ανασκόπηση για την τεχνολογία diesel, αξίζει να αναφερθεί το χρονικό τους, το οποίο παρουσιάζεται στις αμέσως επόμενες γραμμές.

- 1892: Ο Rudolph Diesel καταθέτει την πατέντα
- 1893: Κατασκευή του πρώτου diesel κινητήρα
- 1924: Πρώτο πετρελαιοκίνητο φορτηγό (MAN)
- 1936: Το πρώτο πετρελαιοκίνητο επιβατικό (Mercedes-Benz)
- 1962: Πρώτη περιστροφική αντλία διανομής πετρελαίου
- 1977: Turbo diesel κινητήρας (Mercedes-Benz 300SD)
- 1986: Ηλεκτρονικά ελεγχόμενο σύστημα ψεκασμού (Bosch EDC)
- 1988: Άμεσος ψεκασμός σε diesel (Fiat Croma)
- 1989: Υπερτροφοδοτούμενος diesel άμεσου ψεκασμού (Volkswagen)
- 1994: Εμφάνιση του συστήματος EUI (Electronic Unit Injector)
- 1997: Σύστημα common rail (Magneti Marelli)
- 2000: Αυτοκαθαριζόμενο φίλτρο (Peugeot 607)
- 2001: Πιεζοηλεκτρικό μπεκ (Siemens)
- 2003: Φίλτρο NOx (Toyota D-CAT)<sup>9</sup>

---

<sup>8</sup> caroto.gr. (2009). Τα πάντα για τους κινητήρες ντίζελ.... [online] Available at: <http://www.caroto.gr/2009/03/03/diesel->

<http://www.caroto.gr/2009/03/03/diesel-%CF%80%CE%B5%CF%84%CF%81%CE%B5%CE%BB%CE%B1%CE%B9%CE%BF%CE%BA%CE%B9%CE%BD%CE%B7%CF%84%CE%AE%CF%81%CE%B5%CF%82-%CF%80%CF%81%CE%BF%CF%83%CE%B5%CF%87%CF%8E%CF%82-%CE%BA%CE%BF%CE%BD%CF%84%CE%AC/> [Accessed 12 May 2016].

<sup>9</sup> caroto.gr. (2009). Τα πάντα για τους κινητήρες ντίζελ.... [online] Available at: <http://www.caroto.gr/2009/03/03/diesel->

<http://www.caroto.gr/2009/03/03/diesel-%CF%80%CE%B5%CF%84%CF%81%CE%B5%CE%BB%CE%B1%CE%B9%CE%BF%CE%BA%CE%B9%CE%BD%CE%B7%CF%84%CE%AE%CF%81%CE%B5%CF%82-%CF%80%CF%81%CE%BF%CF%83%CE%B5%CF%87%CF%8E%CF%82-%CE%BA%CE%BF%CE%BD%CF%84%CE%AC/> [Accessed 12 May 2016].

### 1.3. DIESEL ΚΑΙ ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΤΟ ΠΕΡΑΣΜΑ ΤΩΝ ΑΙΩΝΩΝ

Στο διαδίκτυο υπάρχουν χιλιάδες σελίδες, κυρίως ξενόγλωσσες, με ανάλυση των πλεονεκτημάτων και των μειονεκτημάτων των βενζινοκινητήρων και των πετρελαιοκινητήρων. Η πλειοψηφία των σελίδων αυτών καθώς και των ευρημάτων των ειδικών το συμπέρασμα που προκύπτει είναι η σημαντική υπεροχή των πετρελαιοκινήτων. Φθάνοντας στο τέλος της πρώτης ενότητας σχετικά με την ιστορική ανασκόπηση της τεχνολογίας DIESEL αξίζει να γίνει σημαντική αναφορά στους βενζινοκινητήρες, οι οποίοι φαίνεται να ανταγωνίζονται τους πετρελαιοκινητήρες από τα ήδη παλαιότερα χρόνια.<sup>10</sup>

Στον παρακάτω πίνακα (πίνακας 1) εμφανίζονται όλα τα τεχνικά στοιχεία των 10 καλύτερων αυτοκινήτων ως προς τις εκπομπές CO<sub>2</sub>, στην Αγγλία. Τα στοιχεία του πίνακα έχουν μεταφερθεί από τη σελίδα του Environmental Transport Association.

	Smart fortwo	Volkswagen New Polo	Toyota Prius	Ford Fiesta	Vauxhall (Opel) Corsa	Seat Ibiza	Toyota iQ	Peugeot 207	Volvo C30	Volkswagen Polo
<b>Description</b>	Cabrio Model Year 2008 fortwo cabrio cdi no DPF 33 kW	1.2 TDI 75PS BlueMotion	Model Year 2009 T Spirit with Solar Panel 1.8VVT-i hybrid E-CVT	Model Year post 2009 1.6 Duratorq TDCi (90PS) (+DPF) (ECO)	3 door Corsa 3 Door	5 door 1.4 TDI 80PS Ecomotive	1.0 VVT-i 5-speed manual	From August 2009 on 1.6 HDi (90 bhp) 99g ECONOMIQUE	Model Year 2010 1.6D DRIVe Start/Stop (from wk0946)	1.4 TDI (80 PS) BlueMotion 1 with DPF
<b>Category</b>	City	Small Family	Small Family	Supermini	Supermini	Supermini	City	Supermini	Small Family	Small Family
<b>Transmission</b>	5-speed auto/semi-auto	5-speed manual	E-CVT	5-speed manual	5-speed manual	5-speed manual	5-speed manual	5-speed manual	5-speed manual	5-speed manual
<b>Fuel</b>	<b>Diesel</b>	<b>Diesel</b>	<b>Petrol Hybrid</b>	<b>Diesel</b>	<b>Diesel</b>	<b>Diesel</b>	<b>Petrol</b>	<b>Diesel</b>	<b>Diesel</b>	<b>Diesel</b>
<b>Engine Capacity</b>	799 cc	1199 cc	1798 cc	1560 cc	1248 cc	1422 cc	998 cc	1560 cc	1560 cc	1422 cc
<b>Noise dB(A)</b>	<b>74</b>	<b>69</b>	<b>69</b>	<b>69</b>	<b>71</b>	<b>71</b>	<b>67.3</b>	<b>72</b>	<b>72</b>	<b>72</b>
<b>CO g/km</b>	0.174	0.023	0.258	0.155	0.111	0.09	0.15	0.383	0.179	0.237
<b>CO2 g/km</b>	<b>88</b>	<b>89</b>	<b>89</b>	<b>98</b>	<b>98</b>	<b>98</b>	<b>99</b>	<b>99</b>	<b>99</b>	<b>99</b>
<b>HC + Nox g/km</b>	0.246	0.163	–	0.231	0.219	0.183	–	0.253	0.18	0.257
<b>HC g/km</b>	–	–	0.058	–	–	–	0.03	0	–	–
<b>Nox g/km</b>	<b>0.224</b>	<b>0.148</b>	<b>0.006</b>	<b>0.217</b>	<b>0.195</b>	<b>0.167</b>	<b>0.02</b>	<b>0.211</b>	<b>0.162</b>	<b>0.227</b>
<b>Particulates g/km</b>	<b>0.021</b>	<b>0.00025</b>	–	<b>0</b>	<b>0.001</b>	<b>0.001</b>	–	<b>0.023</b>	<b>0.001</b>	<b>0</b>
<b>Urban (cold) l/100km</b>	3.4	4.1	3.9	4.6	4.6	4.9	4.9	4.6	4.6	4.9
<b>Extra-Urban l/100km</b>	3.2	3.0	3.7	3.2	3.2	3.0	3.9	3.3	3.3	3.2
<b>Combined l/100km</b>	3.3	3.4	3.9	3.7	3.7	3.7	4.3	3.8	3.8	3.8
<b>Fuel Cost per 12000 miles</b>	<b>£720</b>	<b>£742</b>	<b>£844</b>	<b>£808</b>	<b>£808</b>	<b>£808</b>	<b>£930</b>	<b>£830</b>	<b>£830</b>	<b>£830</b>

Πίνακας 1: Τα τεχνικά στοιχεία των 10 καλύτερων αυτοκινήτων ως προς τις εκπομπές CO<sub>2</sub> στην Αγγλία

<sup>10</sup> Roberts, P. (2006). Το τέλος του πετρελαίου. Αθήνα: Εκδόσεις Πατάκης.

Το συμπέρασμα που προκύπτει είναι ότι στα 10 καλύτερα, τα 8 είναι σε diesel , 1 σε βενζίνη και 1 σε βενζίνη υβριδικό. Εξ αρχής θα πρέπει να τονισθεί ότι τα τελευταία 20 χρόνια έχουν γίνει σημαντικές παρεμβάσεις σε όλες τις κατηγορίες οχημάτων με στόχο τη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων (κατασκευή, λειτουργία, ανακύκλωση -life cycle assessment).

Στην παρακάτω εικόνα (εικόνα 2) φαίνονται όλα τα σημεία που επιδρούν στις εκπομπές και για τα οποία έχουν γίνει ή γίνονται συνεχώς βελτιωτικές παρεμβάσεις.



**Εικόνα 2: Τα σημεία στα οποία έγιναν προσπάθειες για την μείωση των εκπομπών και ρύπων**



### 1.3.1. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΒΕΝΖΙΝΟΚΙΝΗΤΗΡΩΝ ΚΑΙ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΚΙΝΗΤΗΡΩΝ

Για την επίτευξη μιας περισσότερο ολοκληρωμένης σύγκρισης ανάμεσα στους βενζινοκινητήρες, οι οποίοι αποτελούν τον ανταγωνιστή των πετρελαιοκινητήρων, θεωρήθηκε αναγκαίο το γεγονός να παρουσιαστούν τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα του καθενός:

- Ο πετρελαιοκινητήρας έχει καλύτερη ροπή και μάλιστα στις χαμηλές στροφές εκεί δηλαδή που τη χρειαζόμαστε.
- Ο πετρελαιοκινητήρας έχει πιο βαριά κατασκευή σε σχέση με αυτή του βενζινοκινητήρα, λόγω των λειτουργικών χαρακτηριστικών (πίεση, θερμοκρασία, δυναμική κλπ.).
- Ο Βενζινοκινητήρας έχει λιγότερο θόρυβο και κραδασμούς, παρά την σημαντική εξέλιξη των πετρελαιοκινητήρων νέας γενιάς. .
- Ο Βενζινοκινητήρας έχει καλύτερη ελαστικότητα δηλαδή πιο γρήγορη ανταπόκριση στις απαιτήσεις οδήγησης.
- Η ενεργειακή απόδοση του βενζινοκινητήρα είναι περίπου 25-27% ενώ του πετρελαιοκινητήρα υπερβαίνει το 36-38% και εάν διαθέτει και υπερσυμπιεστή (turbo) τότε ξεπερνά και το 50%. Η καλύτερη ενεργειακή απόδοση μεταφράζεται και σε αντίστοιχο κέρδος στην κατανάλωση καυσίμου.
- Το κόστος συντήρησης είναι σήμερα περίπου το ίδιο.
- Η βαριά κατασκευή, τόσο του κινητήρα όσο και του αμαξώματος, εξασφάλιζε και εξασφαλίζει διπλάσιο χρόνο ζωής στο όχημα, όχι όμως και στα συστήματα αντιρρύπανσης.
- Το κόστος παραγωγής του πετρελαιοκίνητου είναι μεγαλύτερο (περίπου 10%)
- Το πετρελαιοκίνητο κατηγορείται κυρίως για τις εκπομπές σωματιδίων (PM) και NOX, όμως η νέα τεχνολογία αντιρρύπανσης έχει φθάσει τα επίπεδα των εκπομπών αυτών, σε όμοια με αυτά του βενζινοκίνητου, κάτι που μπορεί να το εξακριβώσει κανείς από τον πίνακα των οριακών τιμών για την τεχνολογία euro VI.<sup>11</sup>

---

<sup>11</sup> Gpeppas.gr. (2016). [online] Available at: <http://www.gpeppas.gr/4x4/BenzinaVsDiesel.html> [Accessed 12 May 2016].

Τελειώνοντας, η βενζίνη και το πετρέλαιο αποτελούν καύσιμα ενώσεων υδρογονανθράκων που παράγονται από την διύλιση του ακατέργαστου πετρελαίου (μαζούτ). Η βενζίνη χαρακτηρίζεται από το μικρότερο ειδικό της βάρος, είναι δηλαδή ελαφρύτερη, και εξατμίζεται πιο εύκολα. Λόγω της εξαιρετικά υψηλής πτητικότητας της (εξαέρωσης) επιτρέπει την ομαλή εκκίνηση του κινητήρα, ακόμα και σε ιδιαίτερα χαμηλές θερμοκρασίες.

Στον αντίποδα, το πετρέλαιο είναι βαρύτερο σαν καύσιμο, εξατμίζεται δυσκολότερα ενώ όταν υπάρχει παγωνιά οι παραφίνες του πήζουν και το εμποδίζουν να φτάσει μέχρι τα μπέκ. Το υψηλό ιξώδες, δηλαδή η ρευστότητα, δυσχεραίνει τη λειτουργία της αντλίας και στην καλύτερη περίπτωση επηρεάζει αρνητικά την ποιότητα καύσης. Για αυτόν, και αρκετούς άλλους λόγους, η σύσταση του πετρελαίου διαφέρει ανάλογα με τις θερμοκρασίες που επικρατούν σε διαφορετικές περιοχές (π.χ. Νότια ή Βόρεια Ευρώπη).<sup>12</sup>

#### 1.4. ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ DIESEL

Εφόσον επιτεύχθηκε η σύγκριση της πετρελαιοκίνησης diesel με τους βενζινοκινητήρες, κρίνεται αναγκαίο για τις ανάγκες της εργασίας να παρουσιαστούν οι κυριότερες πληροφορίες για τον κινητήρα diesel, καθώς αποτελεί το κύριο άξονα στην παρούσα εργασία.

Ο κύκλος λειτουργίας των πετρελαιοκινητήρων μοιάζει με αυτών των βενζινοκινητήρων, με κύρια διαφορά το ότι κατά τη διαδικασία της εισαγωγής στον κύλινδρο της μηχανής, εισέρχεται μόνο αέρας και όχι αέριο μείγμα από αέρα και καύσιμο, όπως γίνεται στη μηχανή Otto. Στη συνέχεια, ο αέρας αυτός αρχίζει να συμπιέζεται, ενώ συγχρόνως αυξάνει και η θερμοκρασία του. Έτσι, στις μηχανές Diesel, τόσο η πίεση στην οποία συμπιέζεται ο αέρας, όσο και η θερμοκρασία που αναπτύσσεται, λόγω της συμπίεσης, είναι κατά πολύ μεγαλύτερες από την αντίστοιχη πίεση και θερ-

---

<sup>12</sup> caroto.gr. (2009). Τα πάντα για τους κινητήρες ντιζελ.... [online] Available at: <http://www.caroto.gr/2009/03/03/diesel-%CF%80%CE%B5%CF%84%CF%81%CE%B5%CE%BB%CE%B1%CE%B9%CE%BF%CE%BA%CE%B9%CE%BD%CE%B7%CF%84%CE%AE%CF%81%CE%B5%CF%82-%CF%80%CF%81%CE%BF%CF%83%CE%B5%CF%87%CF%8E%CF%82-%CE%BA%CE%BF%CE%BD%CF%84%CE%AC/> [Accessed 12 May 2016].

μοκρασία που αναπτύσσονται στον κύκλο της Otto μηχανής, κατά τη διάρκεια του αντίστοιχου χρόνου λειτουργίας.

Συγκεκριμένα, στην περίπτωση της μηχανής Diesel, η πίεση συμπίεσης ξεκινά από τα 30 bar και φθάνει έως και τα 556 bar, ενώ η συμπίεση είναι τέτοια, ώστε η θερμοκρασία του συμπιεσμένου ατμοσφαιρικού αέρα που αντιστοιχεί στην πίεση αυτή να φθάνει τους 600°C έως 900°C. Η θερμοκρασία αυτή είναι κατάλληλη για την αυτανάφλεξη του πετρελαίου, το οποίο ψεκάζεται από τον εγχυτήρα, στο τέλος της συμπίεσης. Με την έναρξη του ψεκασμού του καυσίμου, αρχίζει η καύση του καυσίμου που θεωρητικά, τουλάχιστον, γίνεται υπό σταθερή πίεση καθώς το έμβολο κινείται προς το ΚΝΣ, λόγω της μεγάλης πίεσης και εκτόνωσης των αερίων. Στο τέλος, τα καυσαέρια απομακρύνονται από τον κύλινδρο και μια νέα ποσότητα αέρα τον γεμίζει και πάλι για να ξεκινήσει ένας νέος κύκλος λειτουργίας.<sup>13</sup>

## 1.5.ΒΑΣΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΚΑΥΣΙΜΟΥ DIESEL

Το πετρέλαιο (diesel) όπως και η βενζίνη είναι αποτέλεσμα της διαδικασίας απόσταξης του αργού πετρελαίου. Οι μηχανές τύπου diesel μπορούν να χρησιμοποιήσουν ως καύσιμο όλα σχεδόν τα είδη πετρελαίου, από το πολύ βαρύ έως και το πετρέλαιο diesel, καθώς και άλλα ελαφρότερα. Το ποιος τύπος πετρελαίου μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μια πετρελαιομηχανή εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του συγκεκριμένου καυσίμου και της μηχανής, αλλά κυρίως από την ταχύτητα λειτουργίας της. Έτσι, το βαρύ πετρέλαιο χρησιμοποιείται σε μεγάλης ισχύος αργόστροφες μηχανές, όπως για παράδειγμα σ' εκείνες που προορίζονται για την πρόωση των πλοίων.

Από την άλλη πλευρά, πετρέλαιο diesel χρησιμοποιούν οι μηχανές που παράγουν ηλεκτρική ενέργεια (ηλεκτρογεννήτριες) στα πλοία, αλλά και ορισμένες από τις κύριες μηχανές που χρησιμοποιούνται για την πρόωση των πλοίων, ειδικά όταν αυτές είναι ταχύστροφες. Οι πετρελαιομηχανές των αυτοκινήτων και των φορτηγών χρησιμοποιούν, αποκλειστικά, ως καύσιμο το πετρέλαιο diesel. Για να χρησιμοποιηθεί το πετρέλαιο diesel στις πολύστροφες μηχανές των αυτοκινήτων και των φορτηγών,

---

<sup>13</sup> 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinisis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinisis.pdf) [Accessed 12 May 2016].

πρέπει να έχει ορισμένα χαρακτηριστικά και ιδιότητες οι οποίες επηρεάζουν τη λειτουργία και τη διάρκεια της ζωής μιας μηχανής, σε μεγαλύτερο ή μικρότερο βαθμό.<sup>14</sup>

Οι ιδιότητες αυτές είναι:

- Το σημείο ανάφλεξης
- Το σημείο ροής
- Το ιξώδες
- Η πτητικότητα
- Η θερμαντική ικανότητα
- Το ειδικό βάρος
- Η περιεκτικότητα σε θείο
- Αριθμός κετανίου
- Η θερμοκρασία αυτανάφλεξης<sup>15</sup>

### 1.5.1. ΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ

- **Σημείο ανάφλεξης:** Σημείο ανάφλεξης του πετρελαίου είναι η θερμοκρασία εκείνη, στην οποία οι ατμοί που παράγονται από τη σταδιακή θέρμανσή του σχηματίζουν αρκετή ποσότητα, ώστε όταν αναμειχθούν με τον αέρα, να δημιουργούν ένα μείγμα το οποίο μπορεί να αναφλεγεί, όταν έρθει σε επαφή με φλόγα. Συνήθως, το σημείο ανάφλεξης εξαρτάται από το πού φυλάσσεται το diesel, δηλαδή σε κλειστό ή ανοικτό δοχείο. Έτσι, για κλειστό δοχείο, το σημείο ανάφλεξης είναι χαμηλότερο από ό,τι για το ανοικτό. Η γνώση του ακριβούς σημείου ανάφλεξης είναι απαραίτητη, κυρίως για λόγους ασφάλειας, κατά την αποθήκευσή του σε δεξαμενές.<sup>16</sup>
- **Σημείο ροής:** Σημείο ροής είναι η χαμηλότερη θερμοκρασία στην οποία το πετρέλαιο παραμένει ακόμη σε υγρή κατάσταση, και συνεπώς μπορεί να αναρροφηθεί από τις αντλίες. Το χαρακτηριστικό αυτό είναι απαραίτητο να το γνωρίζουμε,

---

<sup>14</sup> 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinisis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinisis.pdf) [Accessed 12 May 2016].

<sup>15</sup> 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinisis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinisis.pdf) [Accessed 12 May 2016].

<sup>16</sup> 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinisis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinisis.pdf) [Accessed 12 May 2016].

όταν το πετρέλαιο που χρησιμοποιεί η μηχανή είναι πολύ βαρύ ή όταν υπάρχουν πολύ χαμηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος, τουλάχιστον κατά την εκκίνηση της μηχανής.<sup>17</sup>

- **Ιξώδες:** Ιξώδες ή συνοχή του πετρελαίου είναι η αντίσταση την οποία αυτό παρουσιάζει λόγω εσωτερικών τριβών των μορίων του, όταν τείνει να μετακινηθεί. Αποτελεί ένα από τα βασικά κριτήρια για την επιλογή του κατάλληλου καυσίμου, γιατί φανερώνει μέχρι ποιο σημείο το πετρέλαιο μπορεί να διασπασθεί, προκειμένου να καεί ολόκληρο και να αποδώσει το μεγαλύτερο ποσό της θερμότητάς του. Το ιξώδες ελαττώνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας και όσο μεγαλύτερο είναι αυτό τόσο μεγαλύτερη είναι και η αντίστασή του στις σωληνώσεις και στη διάσπασή του στους εγχυτήρες.<sup>18</sup>
- **Πτητικότητα:** Πτητικότητα ή εξατμιστική ικανότητα του πετρελαίου είναι η ικανότητά του να παράγει ατμούς.<sup>19</sup>
- **Θερμαντική ικανότητα:** Θερμαντική ικανότητα του πετρελαίου είναι το ποσό της θερμότητας που αποδίδεται, όταν μια ορισμένη ποσότητα καυσίμου καεί πλήρως. Παρά το γεγονός ότι η θερμαντική ικανότητα του πετρελαίου δεν διαφέρει πολύ από ποιότητα σε ποιότητα, η γνώση της είναι απαραίτητη, γιατί από αυτή εξαρτάται η αποδιδόμενη ισχύς (ιπποδύναμη) από μια συγκεκριμένη ποσότητα καυσίμου που καίγεται στη μηχανή. Εφόσον όλες οι υπόλοιπες συνθήκες, που επηρεάζουν την καύση σε μια μηχανή, είναι ίδιες, όσο χαμηλότερη είναι η θερμαντική ικανότητα του καυσίμου, τόσο μεγαλύτερη είναι και η απαιτούμενη ποσότητα του πετρελαίου που πρέπει να καεί, προκειμένου να παραχθεί η ίδια ισχύς.<sup>20</sup>
- **Ειδικό βάρος:** Ειδικό βάρος του πετρελαίου είναι η αναλογία του βάρους ενός λίτρου πετρελαίου προς το βάρος ενός λίτρου καθαρού νερού. Το ειδικό βάρος του πετρελαίου κυμαίνεται από 0,80 έως 0,87 ενώ μεταβάλλεται ανάλογα με τη θερμοκρασία του. Το ειδικό βάρος είναι ένα χαρακτηριστικό του καυσίμου, το

---

<sup>17</sup> 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinisis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinisis.pdf) [Accessed 12 May 2016].

<sup>18</sup> 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinisis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinisis.pdf) [Accessed 12 May 2016].

<sup>19</sup> 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinisis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinisis.pdf) [Accessed 12 May 2016].

<sup>20</sup> 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinisis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinisis.pdf) [Accessed 12 May 2016].

οποίο έχει σχέση με τον καλό διασκορπισμό του κατά τη φάση της έγχυσης καθώς και με τον υπολογισμό της κατανάλωσης.<sup>21</sup>

- **Περιεκτικότητα σε θείο:** Γενικά, το θείο είναι ανεπιθύμητο ως συστατικό του πετρελαίου, όπως άλλωστε και της βενζίνης, διότι μολύνει το περιβάλλον. Έτσι, η περιεκτικότητα του πετρελαίου σε θείο δεν πρέπει να υπερβαίνει το 1,25%.
- **Θερμοκρασία αυτανάφλεξης:** Θερμοκρασία αυτανάφλεξης είναι η θερμοκρασία εκείνη στην οποία, όταν θερμανθεί το πετρέλαιο, μπορεί να αναφλέγει στον αέρα χωρίς τη χρήση κάποιου θερμαντικού στοιχείου ή πηγής φλόγας. Η θερμοκρασία αυτανάφλεξης του πετρελαίου είναι παρά πολύ σημαντική για τις μηχανές diesel, αφού, όπως έχει ήδη αναφερθεί, η ανάφλεξη του καυσίμου εξαρτάται από τη θερμοκρασία που έχει ο αέρας κατά τη διάρκεια της φάσης της συμπίεσης. Αυτό σημαίνει ότι η θερμοκρασία αυτανάφλεξης του πετρελαίου θα πρέπει να είναι αρκετά χαμηλότερη από την αντίστοιχη που αναπτύσσεται κατά τη συμπίεση του αέρα, έτσι ώστε να μπορεί να αναφλέγει ακόμα και σε χαμηλές στροφές ή και κατά την εκκίνηση της μηχανής, όταν δηλαδή η θερμοκρασία της μηχανής δεν είναι ακόμα αρκετά υψηλή.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί κατά την περιγραφή των διαφόρων τύπων θαλάμων καύσης, το πετρέλαιο όταν ψεκάζεται μέσα στον θάλαμο καύσης, δεν καίγεται αμέσως, αλλά υπάρχει μια μικρή καθυστέρηση, από τη στιγμή που ψεκάζεται έως τη στιγμή που ξεκινά η καύση του. Η καθυστέρηση αυτή ονομάζεται «καθυστέρηση ανάφλεξης» και παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στην καλή λειτουργία της μηχανής. Αυτό συμβαίνει, γιατί όσο μεγαλύτερη είναι η καθυστέρηση αυτανάφλεξης, τόσο περισσότερο καύσιμο συγκεντρώνεται στον θάλαμο καύσης το οποίο, στη συνέχεια, καίγεται απότομα. Η ανεξέλεγκτη αυτή καύση δημιουργεί απότομη αύξηση στην πίεση του κυλίνδρου, που έχει ως αποτέλεσμα την εμφάνιση ισχυρού θορύβου (φαινόμενο «κρουστικής καύσης» ή «πειράκια»). Η μεγάλη καθυστέρηση της αυτανάφλεξης μπορεί να δημιουργήσει σοβαρά προβλήματα, τόσο στην εκκίνηση της μηχανής, όσο και στις αλλαγές του φορτίου. Η καθυστέρηση, πάντως, της αυτανάφλεξης μειώνεται, όταν η θερμοκρασία του αέρα στο τέλος

---

<sup>21</sup> 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinisis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinisis.pdf) [Accessed 12 May 2016].

της συμπίεσης είναι πολύ μεγαλύτερη από τη θερμοκρασία αυτανάφλεξης του καυσίμου.<sup>22</sup>

- **Αριθμός κετανίου:** Ο προσδιορισμός της καθυστέρησης αυτανάφλεξης για κάθε ποιότητα πετρελαίου γίνεται με μια μέθοδο σύγκρισης. Με αυτή τη μέθοδο, η ποιότητα του χρησιμοποιούμενου πετρελαίου συγκρίνεται με μια πρότυπη ποιότητα πετρελαίου, σε ένα δοκιμαστικό κινητήρα.

Έτσι προσδιορίζεται ο αριθμός κετανίου του πετρελαίου, ο οποίος προσδιορίζει το μέτρο της ταχύτητας αυτανάφλεξης του. Το κετάνιο είναι ένας υδρογονάνθρακας που χαρακτηρίζεται με το 100 της κλίμακας και έχει μεγάλη ταχύτητα αυτανάφλεξης. Με αυτό αναμιγνύεται σε διάφορες αναλογίες ένας άλλος υδρογονάνθρακας (άλφα - μεθυλοναφθαλίνη), ο οποίος χαρακτηρίζεται με το 0 της κλίμακας και έχει μικρή ταχύτητα αυτανάφλεξης. Έτσι ένα πετρέλαιο έχει 55 αριθμό κετανίου όταν από άποψη καθυστέρησης της αυτανάφλεξης συμπεριφέρεται παρόμοια με μίγμα υδρογονανθράκων 55% κετανίου και 45% άλφα-μεθυλοναφθαλίνης. Στα συνηθισμένα πετρέλαια που χρησιμοποιούνται ο αριθμός κετανίου είναι 45% ως 70%.

Η πολύ μικρή καθυστέρηση αυτανάφλεξης (μεγάλος αριθμός κετανίου), δεν είναι επιθυμητή, γιατί το πετρέλαιο δεν προλαβαίνει να καεί και η καύση είναι ατελής.

---

<sup>22</sup> 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinisis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinisis.pdf) [Accessed 12 May 2016].

## ΕΝΟΤΗΤΑ 2. ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

### ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ DIESEL





## 2.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ

Το σύστημα τροφοδοσίας – έγχυσης καυσίμου θεωρείται και είναι το σημαντικότερο σύστημα που επηρεάζει τη λειτουργία ενός πετρελαιοκινητήρα, θετικά αλλά και αρνητικά, σε περίπτωση δυσλειτουργίας. Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στα μέρη που το αποτελούν και ανάλυση των λειτουργιών του κάθε εξαρτήματος. Παρουσιάζονται τα είδη των αντλιών έγχυσης, περιγράφεται η λειτουργία τους και αναφέρεται η εξέλιξή τους με τη χρήση ηλεκτρονικών εξαρτημάτων – συστημάτων. Για τη λειτουργία ενός οποιουδήποτε κινητήρα είναι απαραίτητη η τροφοδοτήσή του με το αντίστοιχο καύσιμο. Το σύστημα τροφοδοσίας – έγχυσης έχει σκοπό τη μεταφορά του καυσίμου από τη δεξαμενή αποθήκευσης και την τροφοδοσία του κινητήρα με την κατάλληλη – αναγκαία, για την καλύτερη δυνατή καύση, ποσότητα καυσίμου. Η ποσότητα αυτή εξαρτάται από λειτουργικές παραμέτρους του κινητήρα, π.χ. στροφές και φορτίο, αλλά και από τις επικρατούσες συνθήκες του περιβάλλοντος, π.χ. ατμοσφαιρική πίεση και θερμοκρασία.<sup>23</sup>

## 2.2. ΤΥΠΟΙ ΕΓΧΥΣΗΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ

Στη παρούσα φάση της εργασίας αυτής, κρίνεται απαραίτητο να παρουσιαστούν τα κυριότερα χαρακτηριστικά και ο τρόπος λειτουργίας των διαφορετικών γενεών συστημάτων έγχυσης κινητήρων Diesel που εκπροσωπούνται στο σημερινό στόλο επιβατικών αυτοκινήτων.

Το σύστημα τροφοδοσίας – έγχυσης καυσίμου διαδραματίζει σημαντικό ρόλο και επηρεάζει άμεσα τη λειτουργία και το βαθμό απόδοσης ενός πετρελαιοκινητήρα ενώ παράλληλα σε περίπτωση δυσλειτουργίας μπορεί να συμβάλει αρνητικά όχι μόνο στο βαθμό απόδοσης αλλά γενικά στην κακή λειτουργία του κινητήρα και στην καταστροφή των επιμέρους μελών που τον απαρτίζουν. Στα συμβατικού τύπου έγχυσης καυσίμου χρησιμοποιούνται αντλίες (περιστροφικές και εν σειρά) και εγχυτήρες (τύπου οπής και με ακροφύσιο στραγγαλισμού βελόνας) καυσίμου χαμηλών πιέσεων σε σχέση με νεότερες αντλίες και εγχυτήρες νεότερης γενιάς όπως για παράδειγμα Common Rail.

---

<sup>23</sup> 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systemata\\_petrelaiokinisis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systemata_petrelaiokinisis.pdf) [Accessed 12 May 2016].

### **2.3. ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΚΑΙ ΕΓΧΥΣΗΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ**

Με τα συμβατικά συστήματα ψεκασμού, τα οποία χρησιμοποιούν διανομέα και σειριακές αντλίες, ο ψεκασμός καυσίμου αποτελεί σήμερα μόνο την κυρία φάση ψεκασμού, χωρίς πιλοτικό ψεκασμό.

Στα συμβατικά οχήματα η δημιουργία πίεσης και η παροχή της ψεκαζόμενης ποσότητας καυσίμου, είναι συνδεδεμένα μεταξύ τους από έναν έκκεντρο άξονα και μια εμβολοφόρα αντλία. Αυτό έχει τα παρακάτω αποτελέσματα στα χαρακτηριστικά του ψεκασμού:

- Η πίεση του ψεκασμού αυξάνεται μαζί με την αύξηση των στροφών του κινητήρα και την ποσότητα του ψεκαζόμενου καυσίμου
- Κατά την διάρκεια μιας διαδικασίας ψεκασμού, η πίεση ψεκασμού αυξάνεται και μετά πέφτει ξανά ενώ το μπεκ κλείνει την πίεση στο τέλος του ψεκασμού.

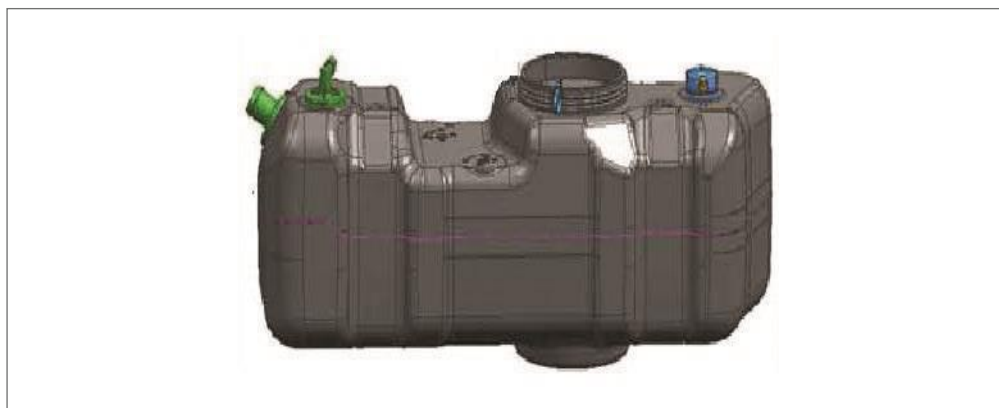
Οι επιπτώσεις είναι οι έξι:

- Λιγότερη ποσότητα καυσίμου ψεκάζεται με μικρότερη πίεση αντί να ψεκάζονται μεγαλύτερες ποσότητες
- Η στιγμιαία μέγιστη πίεση είναι πέραν του διπλάσιου από την ενδιάμεση πίεση

### **2.4. ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΚΑΥΣΙΜΟΥ**

Η δεξαμενή καυσίμου πρέπει να είναι κατασκευασμένη από υλικό που δεν οξειδώνεται από τον ατμοσφαιρικό αέρα, ούτε να διαβρώνεται από τον πετρέλαιο. Η χωρητικότητά της είναι τόση ώστε να εξασφαλίζεται ικανοποιητική αυτονομία του οχήματος. Το υλικό κατασκευής της είναι συνήθως χαλύβδινο έλασμα (λαμαρίνα), ή ελαφρά κράματα αλουμινίου καθώς και από ειδικό πλαστικό. Η θέση της πρέπει να είναι όσο το δυνατόν απομακρυσμένη από τον κινητήρα ώστε, σε περίπτωση ατυχήματος, να μειώνεται η πιθανότητα πυρκαγιάς. Επίσης, πρέπει να τηρούνται οι κανονισμοί ασφαλείας που ισχύουν σε ό,τι αφορά το ελάχιστο ύψος της από το οδόστρωμα, τη στερέωσή της στο αμάξωμα, ιδιαίτερα σε μεγάλα ή βαρέα οχήματα, όπως φορτηγά, λεωφορεία, ρυμουλκά κ.λπ. Δεν πρέπει να παρουσιάζει διαρροές και να αντέχει στις πιέσεις λειτουργίας και οπωσδήποτε σε υπερπίεση 0,3 bar. Πρέπει ακόμα να έχουν προβλεφθεί κατάλληλα ανοίγματα ή βαλβίδες ασφαλείας και να έχουν ληφθεί τα κατάλληλα μέτρα για την εκτόνωση πιθανής υπερπίεσης που μπορεί να αναπτυχθεί.

Το πετρέλαιο σε καμιά περίπτωση δεν πρέπει να διαρρέει από την τάπα πλήρωσης ή τις διατάξεις ασφαλείας, στις διάφορες συνθήκες οδήγησης, όπως π.χ. στροφές, δρόμος με κλίση, απότομα φρεναρίσματα και μικροσυγκρούσεις, που πιθανόν να συμβούν στα τοιχώματα της δεξαμενής.<sup>24</sup>



Δεξαμενή καυσίμου.

## 2.5. ΦΙΛΤΡΟ ΚΑΥΣΙΜΟΥ

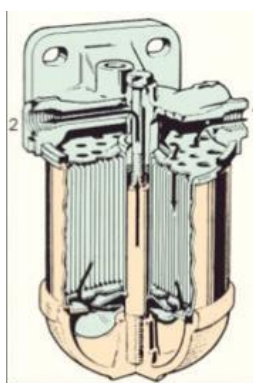
Η διάρκεια ζωής του συστήματος έγχυσης πετρελαίου εξαρτάται σε μεγάλο ποσοστό από την καλή ποιότητα του φίλτρου πετρελαίου. Η πίεση που αναπτύσσεται στα έμβολα της αντλίας έγχυσης και στους εγχυτήρες, απαιτεί την κατασκευή εξαρτημάτων υψηλής ακρίβειας κατασκευής με πολύ μικρές ανοχές κατεργασίας της τάξης μερικών εκατοστών του χιλιοστού. Αυτό σημαίνει ότι το πετρέλαιο το οποίο κυκλοφορεί δια μέσου αυτών των εξαρτημάτων θα πρέπει είναι απαλλαγμένο από οποιεσδήποτε ακαθαρσίες, υπολείμματα και γενικά σωματίδια παρόμοιων μεγεθών. Με άλλα λόγια, εάν το πετρέλαιο δεν είναι πλήρως φιλτραρισμένο, τα διάφορα στοιχεία του μηχανισμού έγχυσης μπορεί να καταστραφούν με δυσμενή αποτελέσματα για τη λειτουργία του κινητήρα<sup>25</sup> όπως:

<sup>24</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinisis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinisis.pdf) [Accessed 13 May 2016].

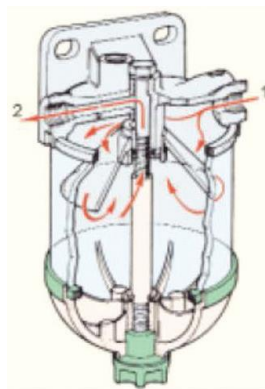
<sup>25</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinisis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinisis.pdf) [Accessed 13 May 2016].

- α) ανεπαρκής καύση
- β) μεγάλη κατανάλωση καυσίμου
- γ) δύσκολη εκκίνηση
- δ) ανώμαλη λειτουργία στο ρελαντί και
- ε) μειωμένη απόδοση ισχύος.<sup>26</sup>

Για τον λόγο αυτόν, απαιτούνται ειδικά φίλτρα. Τα στοιχεία των φίλτρων αυτών είναι κατασκευασμένα από σπιδάλ χαρτί σχήματος V με διηθητική ικανότητα της τάξης των 8 μm (μικρών). Εκτός από τα φίλτρα μίας βαθμίδας φιλτραρίσματος, υπάρχουν φίλτρα πολλαπλών βαθμίδων φιλτραρίσματος, με μεγαλύτερη απόδοση καθώς και παράλληλα φίλτρα με μεγαλύτερη επιφάνεια φιλτραρίσματος, για ειδικές συνθήκες φιλτραρίσματος. Τα φίλτρα διαθέτουν μια μεγάλη ποικιλία καλυμμάτων για τη σύνδεσή τους με το υπόλοιπο κύκλωμα και τη στερέωσή τους, με επίπεδες ή γωνιακές φλάντζες. Τα φίλτρα ανάλογα με τη ροή του καυσίμου διακρίνονται σε φίλτρα αξονικής και ακτινικής ροής.<sup>27</sup>



**1. Είσοδος καυσίμου**  
**Φίλτρο καυσίμου αξονικής ροής**



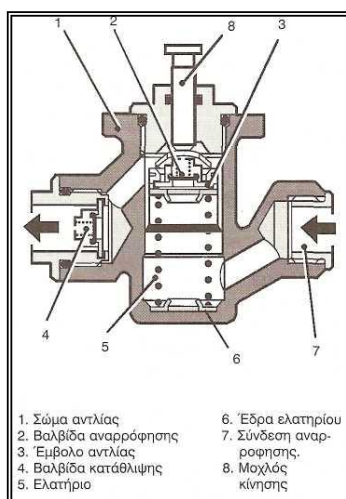
**2. Έξοδος καυσίμου**  
**Φίλτρο καυσίμου ακτινικής ροής**

<sup>26</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinisis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinisis.pdf) [Accessed 13 May 2016].

<sup>27</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinisis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinisis.pdf) [Accessed 13 May 2016].

## 2.6. ΑΝΤΛΙΕΣ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΑΠΛΗΣ

Στην φωτογραφία φαίνεται σε τομή μία αντλία τροφοδοσίας απλής ενέργειας. Η υποπίεση που δημιουργείται στο θάλαμο αναρρόφησης της αντλίας αναγκάζει τη βαλβίδα αναρρόφησης να ανοίξει και να εισέλθει πετρέλαιο στο θάλαμο μεταξύ των βαλβίδων αναρ-



ρόφησης και κατάθλιψης. Με την περιστροφή του εκκεντροφόρου άξονα, το έμβολο ωθείται προς τα κάτω υπερνικάτε η τάση του ελατηρίου, κλείνει η βαλβίδα αναρρόφησης και ανοίγει η βαλβίδα κατάθλιψης. Το πετρέλαιο υπό πίεση καταθλίβεται προς την αντλία έγχυσης.<sup>28</sup>

## 2.7. ΑΝΤΛΙΕΣ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΔΙΠΛΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Οι αντλίες διπλής ενέργειας έχουν μεγαλύτερη παροχή από τις αντλίες απλής ενέργειας, και χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με αντλίες έγχυσης με πολλούς κυλίνδρους ώστε να παρέχουν μεγαλύτερες ποσότητες πετρελαίου.

Οι αντλίες διπλής ενέργειας καταθλίβουν το πετρέλαιο προς την αντλία έγχυσης με δύο εμβολισμούς του εμβόλου.

Σε πολλές αντλίες τροφοδοσίας συμπεριλαμβάνεται και μια χειροκίνητη αντλία που έχει σκοπό, τη πλήρωση του συστήματος τροφοδοσίας με καύσιμο κατά την πρώτη φορά λειτουργίας του, την εξαγωγή και πλήρωση του συστήματος με καύσιμο μετά από επισκευή ή συντήρηση, καθώς και την εξαγωγή και πλήρωση του συστήματος όταν απαιτείται η εκκένωση της δεξαμενής καυσίμου για καθαρισμό, επισκευή

<sup>28</sup> Κονταξάκης. Δ. (2006). Μελέτη Πετρελαιοκινητήρα (1.900cc) με Υπερπλήρωση TURBO. Άγιος Νικόλαος.

κτλ. Σε μερικές περιπτώσεις η χειροκίνητη αντλία είναι ανεξάρτητη και τοποθετείται στη γραμμή μεταξύ της δεξαμενής καυσίμου και της αντλίας τροφοδοσίας.

Για την προστασία της αντλίας τροφοδοσίας από διάφορες ακαθαρσίες που πιθανώς περιέχονται στο καύσιμο υπάρχουν και προ-φίλτρα πετρελαίου. Αυτά τοποθετούνται είτε στη γραμμή μεταξύ της δεξαμενής πετρελαίου και αντλίας τροφοδοσίας, είτε βρίσκονται στην είσοδο της αντλίας τροφοδοσίας.<sup>29</sup>

## 2.8. ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΙΚΗ ΑΝΤΛΙΑ ΤΥΠΟΥ ΔΙΑΝΟΜΕΑ

Το καύσιμο οδηγείται από ειδική εγκοπή στις θυρίδες εξόδου οι οποίες αντιστοιχούν στους κυλίνδρους του κινητήρα. Η αντλία τύπου διανομέα περιλαμβάνει τα παρακάτω συκροτήματα:

1. Ενσωματωμένη αντλία τροφοδοσίας
2. Αντλία υψηλής πίεσης με διανομέα
3. Μηχανικό ρυθμιστή στροφών με αντίβαρα
4. Υδραυλική διάταξη χρονισμού
5. Πρόσθετες βοηθητικές διατάξεις<sup>30</sup>

Η αντλία τύπου διανομέα λαμβάνει κίνηση από τον κινητήρα και για τετράχρονους κινητήρες η αντλία περιστρέφεται με τις μισές στροφές του στροφαλοφόρου άξονα. Η περιστροφή του άξονα της αντλίας πρέπει να είναι συγχρονισμένη με την κίνηση των εμβόλων του κινητήρα. Για τον λόγο αυτόν, η μετάδοση της κίνησης στην αντλία γίνεται είτε με οδοντωτό ιμάντα, είτε με οδοντωτούς τροχούς, είτε με αλυσίδα και αλυστροχούς.

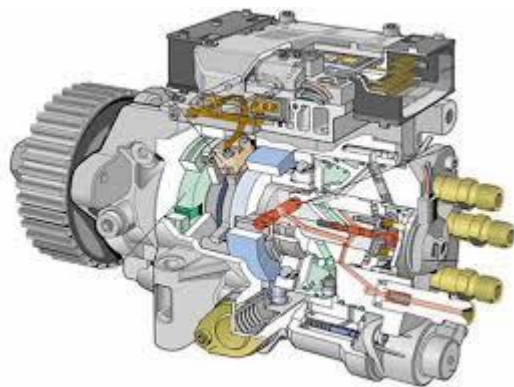
Οι αντλίες τύπου διανομέα κατασκευάζονται για δεξιόστροφη ή αριστερόστροφη περιστροφή του άξονά τους, ανάλογα με τον τύπο του κινητήρα με τον οποίο συνεργάζονται και οι έξοδοι του πετρελαίου προς τους κυλίνδρους της μηχανής φέρουν τα γράμματα Α,Β,С, D για να υπάρχει αντιστοιχία με τους κυλίνδρους της μηχανής.

---

<sup>29</sup> Κονταζάκης, Δ. (2006). *Μελέτη Πετρελαιοκινητήρα (1.900cc) με Υπερπλήρωση TURBO*. Άγιος Νικόλαος.

<sup>30</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinisis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinisis.pdf) [Accessed 13 May 2016].

νής. Οι αντλίες τύπου διανομέα κατασκευάζονται για πετρελαιοκινητήρες με μέγιστο αριθμό μέχρι 6 κυλίνδρων.



**Περιστροφική αντλία diesel**

## **2.9. ΕΜΒΟΛΟΦΟΡΟΣ ΑΝΤΛΙΑ ΕΓΧΥΣΗΣ (ΣΕ ΣΕΙΡΑ) ΤΥΠΟΥ BOSCH**

Η εμβολοφόρος αντλία έγχυσης Bosch αποτελείται από ένα ενιαίο συγκρότημα μέσα στο οποίο είναι τοποθετημένα τα αντλητικά στοιχεία. Τα αντλητικά στοιχεία είναι σε σειρά και τα έμβολά τους ωθούνται από τα έκκεντρα ενός εκκεντροφόρου άξονα. Ο αριθμός των αντλητικών στοιχείων της αντλίας ισούται με τον αριθμό των κυλίνδρων του κινητήρα. Η αντλία αποτελείται από τα εξής 5 βασικά μέρη: τη θήκη (σώμα), τα αντλητικά στοιχεία, τον ρυθμιστή στροφών, τον ρυθμιστή προέγχυσης και την αντλία τροφοδοσίας.

**Τρόπος λειτουργίας** Το πετρέλαιο αναρροφάται από την τροφοδοτική αντλία και προωθείται στο θάλαμο χαμηλής πίεσης, ο οποίος περιβάλλει τα αντλητικά στοιχεία και επικοινωνεί με αυτά, μέσω των οπών εισαγωγής. Έτσι, όταν το έμβολο του αντλητικού στοιχείου βρίσκεται στο κάτω μέρος, οι οπές του κυλίνδρου είναι ελεύθερες και συνεπώς το πετρέλαιο εισέρχεται στο χώρο που σχηματίζεται επάνω από το έμβολο. Καθώς το έμβολο ωθείται προς τα επάνω από το έκκεντρο, κλείνουν αυτές οι οπές του κυλίνδρου και παγιδεύεται έτσι μια ποσότητα καυσίμου, η οποία συμπιέζεται με αποτέλεσμα κάποια στιγμή να ανοίξει η βαλβίδα παροχής και το καύσιμο να σταλεί για ψεκασμό στους εγχυτήρες. Καθώς όμως το έμβολο συνεχίζει προς τα επά-

νω την κίνηση του, η ελικοειδής εγκοπή του αποκαλύπτει την οπή επιστροφής του καυσίμου, η οποία βρίσκεται στα τοιχώματα του κυλίνδρου. Αυτό έχει σαν άμεσο αποτέλεσμα, η πίεση μέσα στο κύλινδρο του αντλητικού στοιχείου να πέσει απότομα και η βαλβίδα παροχής να κλείσει ακαριαία, διακόπτοντας την κατάθλιψη (έξοδο) περισσότερο καυσίμου. Έτσι, μετακινώντας τον οδοντωτό κανόνα περιστρέφουμε τα έμβολα των αντλητικών στοιχείων αλλάζοντας με τον τρόπο αυτό την αντίστοιχη θέση των ελικοειδών εγκοπών των εμβόλων, σε σχέση με τις οπές επιστροφής του καυσίμου. Με το σύστημα αυτό, γίνεται αντιληπτό, ότι μπορούμε να καθορίσουμε την ποσότητα του καυσίμου που συμπιέζεται στους κυλίνδρους των αντλητικών στοιχείων άρα και τη ποσότητα που ψεκάζεται από τους εγχυτήρες της μηχανής. Η εμβολοφόρος αντλία τύπου Bosch διαθέτει επίσης και ρυθμιστή στροφών που φροντίζει να κρατά τις στροφές της μηχανής στο επιθυμητό επίπεδο. Αυτό επιτυγχάνεται με τη συνεχή μεταβολή της θέσης του οδοντωτού κανόνα, που όπως είπαμε, ελέγχει πόσο καύσιμο θα ψεκασθεί.<sup>31</sup>



Εμβολοφόρος αντλία diesel εν σειρά

## 2.10. ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΜΕ ΠΡΟΘΆΛΑΜΟ

Πρόκειται για παλαιότερης τεχνολογίας κινητήρες diesel, οι οποίοι ήταν εφοδιασμένοι προθερμαντήρες, οι οποίοι άναβαν για να προθερμάνουν τον προθάλαμο καύσης, στον οποίο γινόταν η έγχυση του καυσίμου και η έναρξη της καύσης (η καύση συνεχιζόταν και ολοκληρωνόταν με την έξοδο του μισοκαμμένου μίγματος αέρα καυσίμου από τον προθάλαμο στον κυρίως θάλαμο καύσης).

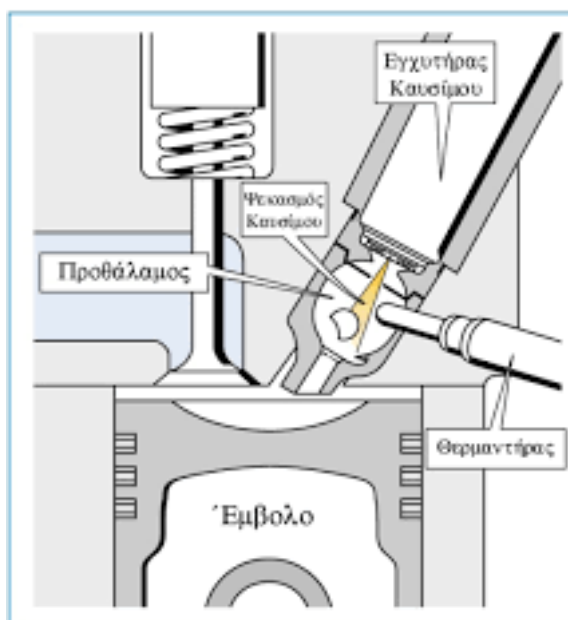
Οι κινητήρες αυτοί ήταν συνήθως εφοδιασμένοι με μηχανικές αντλίες πετρελαίου, ως

<sup>31</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: [http://eureka.lib.teithe.gr:8080/bitstream/handle/10184/4627/Kefalas\\_Konstantinos.pdf?sequence=4](http://eureka.lib.teithe.gr:8080/bitstream/handle/10184/4627/Kefalas_Konstantinos.pdf?sequence=4) [Accessed 13 May 2016].



επί το πλείστον περιστροφικού τύπου για τα επιβατικά αυτοκίνητα, και παλαιότερα αντλίες εν σειρά (όπως είχαν και έχουν ακόμη κάποιοι κινητήρες απ' ευθείας έγχυσης, φορτηγών και λεωφορείων). Η περιστροφικού τύπου αντλία πετρελαίου διανέμει το συμπιεσμένο καύσιμο διαδοχικά στους κυλίνδρους, και οι εγχυτήρες (μπέκ) ανοίγουν με την πίεση του πετρελαίου. Η αντλία πετρελαίου «εν σειρά» έχει τόσα στοιχεία εμβολοφόρου αντλίας υψηλής πίεσης, όσοι και οι κύλινδροι του κινητήρα.<sup>32</sup>

Οι μηχανικές αντλίες πετρελαίου είχαν μειονεκτήματα όσον αφορά τη μεταβατική λειτουργία (απότομες επιταχύνσεις), όπου αύξαναν τις εκπομπές αιθάλης του κινητήρα. Η πίεση έγχυσης στις μηχανικές αντλίες πετρελαίου ήταν της τάξης των 130bar για τις περιστροφικού τύπου, έως και 150bar για τις εν σειρά.



Παρακάτω φαίνονται διάφορα μοντέλα επιβατικών αυτοκινήτων εξοπλισμένα με κινητήρες diesel με προθάλαμο: Peugeot: J7, J5 (turbo), Boxer 1.9D, 2.5D, TD Citroën: C25, c35, Jumper 1.9D, 2.5D, TD Fiat Ducato: 1.9 l, 2.5 l. Mercedes: X07, X08, X09, X10 Renault: Trafic, Master, B70, Sofim 8 140-061 VW: combi, LT Ford: (όλα τα παλιά μοντέλα) Toyota: Lite Ace, Hi Ace, Hi Lux IVECO: Daily 35-8, Sofim 8140-61<sup>33</sup>

<sup>32</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinisis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinisis.pdf) [Accessed 13 May 2016].

<sup>33</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinisis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinisis.pdf) [Accessed 13 May 2016].

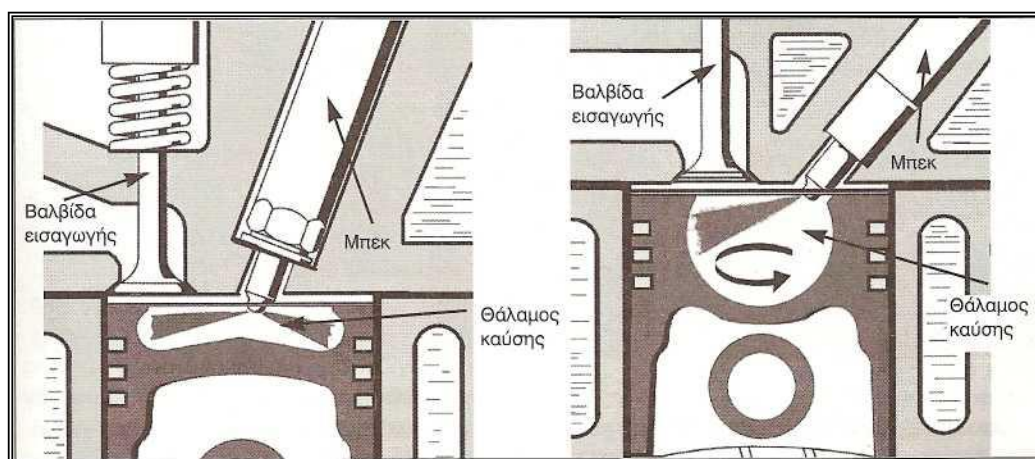
## 2.11. ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΑΠ' ΕΥΘΕΙΑΣ ΈΓΧΥΣΗΣ

Από τις αρχές της δεκαετίας του '90, οι κινητήρες με προθάλαμο ή με θάλαμο στροβιλισμού, αντικαταστάθηκαν με κινητήρες απ' ευθείας έγχυσης στα επιβατικά αυτοκίνητα, ξεκινώντας από τους κινητήρες TDI του γκρουπ WW, των 90 και 110 PS των Golf και Passat, τους κινητήρες dti της Renault, και τους tddi της Ford, τους IVECO και FIAT TDI εξοπλισμένων με κινητήρες SOFIM.

Έτσι απέκτησαν και οι κινητήρες diesel των επιβατικών αυτοκινήτων, τα πλεονεκτήματα των κινητήρων των φορτηγών και λεωφορείων χαμηλότερη κατανάλωση καυσίμου, μεγαλύτερη αξιοπιστία, λιγότερες αστοχίες φλάντζας κεφαλής λόγω υπερθέρμανσης. Όμως πήραν και κάποια από τα μειονεκτήματα των κινητήρων απ' ευθείας έγχυσης, όπως τον αυξημένο θόρυβο λόγω της αυξημένης πίεσης έγχυσης που απαιτείται, καθώς και τις δυσκολίες να πετύχουν τα αυστηρότερα όρια εκπομπών αιθάλης και NOx.

Οι κινητήρες της κατηγορίας αυτής είναι εφοδιασμένοι με μία μηχανική περιστροφική αντλία έγχυσης υψηλής πίεσης, η οποία όμως έχει κάποια ηλεκτρονικά εξαρτήματα, και ορισμένες φορές και εγκέφαλο. Η αντλία πετρελαίου διανέμει το καύσιμο διαδοχικά σε κάθε κύλινδρο, ανοίγοντας τα μπέκ με την πίεση του καυσίμου, αλλά βέβαια η έγχυση γίνεται πλέον απ' ευθείας μέσα στον κύλινδρο. Οι κινητήρες αυτοί συνήθως δεν χρειάζονται προθερμαντήρες και αρχικό χρόνο προθέρμανσης.

Συχνά όμως είναι εφοδιασμένοι με ένα θερμοστάτη στην εξάτμιση του κινητήρα, ο οποίος ενεργοποιεί κάποιο σύστημα προθέρμανσης του αέρα εισαγωγής κατά την ψυχρή εκκίνηση. Η πίεση έγχυσης είναι πιο ανεβασμένη και φτάνει μεταξύ 180 και 250bar.



Παρακάτω φαίνονται κάποια παραδείγματα: Peugeot: Boxer 2,5 CV Tdi Citroën: Jumper 2,5 CV Tdi Fiat Ducato: 1,9 tdi Sofim, 2,5 tdi 85CV Sofim, 2,8 tdi 116 & 122 CV Sofim Mercedes: Sprinter X8, X10, X12 Renault: Master moteur Sofim, B80 Sofim 8140-07, B90 Sofim 8140-21, B110 Sofim 8140-27, B120 Sofim 8140-47, Master nouvelle versions 2,8 tdi moteur Sofim 8140-23 et -43 7 Opel: Movano tous les DTI 115 CV VW: T 4 68, 88 et 102 CV, LT 88 CV SDi et 102 CV TDi, LT 130 CV TDi Ford: (όλα τα μοντελα απ'ευθείας έγχυσης) IVECO: 35-8 (new Daily) Sofim 8140-07, 35-10 Sofim 8140-021, 35-10 New Daily Sofim 3140-27, 35-12 Sofim 8140-47, Nouvelle generation 35-9, 35-11 Sofim 8140-23, Sofim 8140-43 (sauf unijet)

## **2.12.ΤΥΠΟΙ ΕΓΧΥΤΗΡΩΝ- ΜΠΕΚ**

Οι εγχυτήρες (μπέκ) είναι τα τελευταία εξαρτήματα στο σύστημα τροφοδοσίας καυσίμου, παραλαμβάνουν το καύσιμο με υψηλή πίεση από την αντλία έγχυσης, προετοιμάζουν το καύσιμο για ψεκασμό με την βοήθεια των κατάλληλα διαμορφωμένων ακροφυσίων και το διασκορπίζουν στους θαλάμους καύσης του κινητήρα. Ανάλογα με τον τύπο του θαλάμου καύσης του πετρελαιοκινητήρα, εάν δηλαδή υπάρχει προθάλαμος καύσης, προθάλαμος στροβιλισμού ή απευθείας έγχυσης επιλέγεται και ο κατάλληλος τύπος εγχυτήρα.

Υπάρχουν δύο τύποι εγχυτήρων, οι εγχυτήρες με ακροφύσιο στραγγαλισμού βελόνας και οι εγχυτήρες με οπές.<sup>34</sup>

### **2.12.1. ΕΓΧΥΤΗΡΕΣ ΜΕ ΑΚΡΟΦΥΣΙΟ ΣΤΡΑΓΓΑΛΙΣΜΟΥ ΒΕΛΟΝΑΣ**

Οι εγχυτήρες αυτοί χρησιμοποιούνται όταν ο κινητήρας έχει ξεχωριστό προθάλαμο καύσης ή θάλαμο στροβιλισμού. Το ακροφύσιο αυτού του τύπου των εγχυτήρων ψεκάζει ομοαξονική δέσμη καυσίμου και κατά το άνοιγμα του η βελόνα του ακροφυσίου μετακινείται προς το εσωτερικό του εγχυτήρα. Ο εγχυτήρας συνοδεύεται με τον συγκρατητήρα του ο οποίος έχει εσωτερικό σπείρωμα για την συγκράτηση του εγχυ-

---

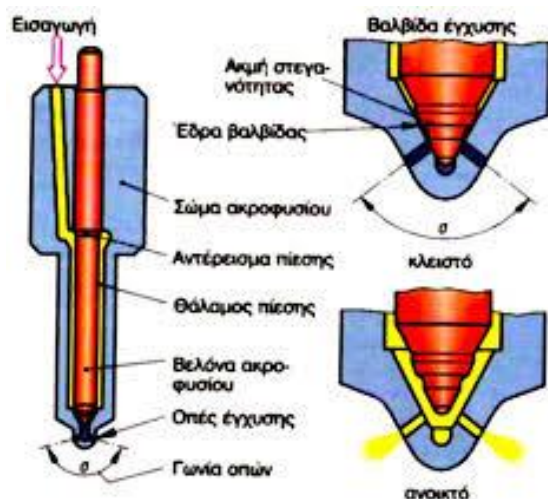
<sup>34</sup> Κονταξάκης, Δ. (2006). *Μελέτη Πετρελαιοκινητήρα (1.900cc) με Υπερπλήρωση TURBO*. Άγιος Νικόλαος.

τήρα και εξωτερικό σπείρωμα για την συγκράτηση του στη κυλινδροκεφαλή. Χαρακτηριστικό γνώρισμα των εγχυτήρων τύπου βελόνας είναι ο τρόπος ελέγχου της διατομής παροχής καυσίμου. Η ποσότητα καυσίμου που ψεκάζεται είναι συνάρτηση της ανύψωσης της βελόνας του ακροφυσίου.

Εάν είναι μικρή η ανύψωση της βελόνας του ακροφυσίου, τότε αυτή εξακολουθεί να παραμένει εντός της οπής του ακροφυσίου και υπάρχει μόνο μια μικρή δακτυλιοειδής διατομή μεταξύ της βελόνας και των τοιχωμάτων της οπής για τη διόδο του καυσίμου. Αν η βελόνα ανυψωθεί περισσότερο, η βελόνα εξέρχεται της οπής και η διατομή διόδου του καυσίμου καλύπτει ολόκληρη την οπή.

Έτσι η ποσότητα καυσίμου που ψεκάζεται μέσα στο θάλαμο καύσης στη μονάδα του χρόνου, είναι απευθείας συνάρτηση της διαδρομής της βελόνας του ακροφυσίου.<sup>35</sup>

### 2.12.2. ΕΓΧΥΤΗΡΕΣ ΤΥΠΟΥ ΟΠΗΣ



Οι εγχυτήρες τύπου οπής χρησιμοποιούνται σε κινητήρες άμεσης έγχυσης που δεν διαθέτουν προθάλαμο καύσης. Υπάρχει μεγάλη ποικιλία εγχυτήρων τύπου οπής και των αντίστοιχων συγκρατητήρων τους στην αγορά. Οι οπές ψεκασμού του καυσίμου είναι σε διάφορες γωνίες στο σώμα των ακροφυσίων και για τον λόγο αυτό όταν τοποθετούνται οι εγχυτήρες στον κινητήρα, πρέπει οι άξονες των ο-

πών να ευθυγραμμίζονται απολύτως σε σχέση με τον θάλαμο καύσης. Για τον λόγο αυτό χρησιμοποιούνται ειδικοί τρόποι στερέωσης των εγχυτήρων στην κυλινδροκεφαλή, με βίδες ασφαλείας καθώς και με χρήση ειδικού εξαρτήματος μανδάλωσης του ακροφυσίου στη σωστή θέση. Οι εγχυτήρες τύπου οπής έχουν βελόνες διαμέτρου 4 έως 6

<sup>35</sup> Κονταζάκης, Δ. (2006). Μελέτη Πετρελαιοκινητήρα (1.900cc) με Υπερπλήρωση TURBO. Άγιος Νικόλαος.

mm. Τα ελατήρια των εγχυτήρων είναι υπολογισμένα σε σχέση με την διάμετρο της βελόνας και των πιέσεων ανοίγματος των ακροφυσίων που είναι μεγαλύτερες από 180 bar.<sup>36</sup>

### 2.12.3. ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ ΕΓΧΥΤΗΡΕΣ (ΜΠΕΚ)

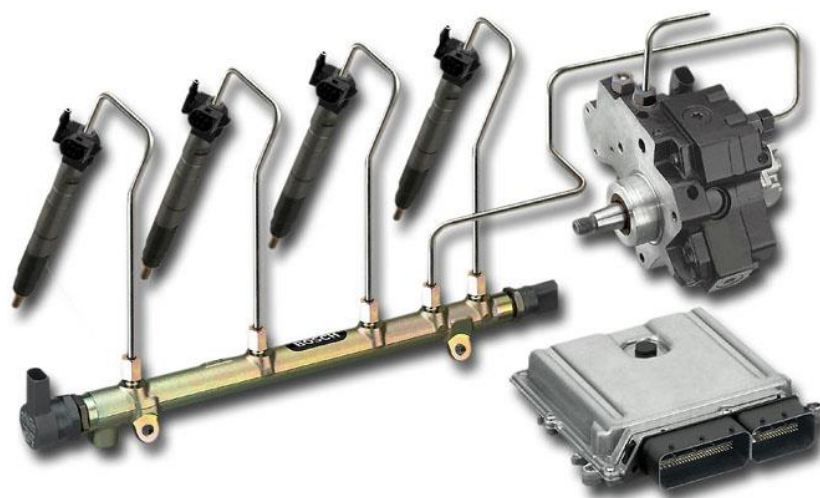
Μηχανικοί εγχυτήρες (μπεκ). Για τους εγχυτήρες, τα ακροφύσια τους λειτουργούν ως διαφορικές βαλβίδες που φορτίζονται με ελατήριο. Δηλαδή για όσο χρόνο η βελονοειδής βαλβίδα (βελόνα) παραμένει κλειστή, η πίεση του καυσίμου που δημιουργείται από την αντλία έγχυσης, ασκείται πάνω σε μια επιφάνεια της βαλβίδας μορφής δακτυλίου και η οποία επιφάνεια βρίσκεται στο κάτω μέρος του οδηγού της βαλβίδας και όχι στο άκρο του ακροφυσίου. Όταν η προς τα επάνω δύναμη –που ασκείται στη βελονοειδή βαλβίδα- υπερβεί τη δύναμη ενός ελατηρίου που την κρατά κλειστή, τότε αυτή (η βαλβίδα) ανυψώνεται από την έδρα της με αποτέλεσμα η πίεση του καυσίμου να ασκείται σε όλη την επιφάνεια της βαλβίδας, η οποία πλέον ανοίγει τελείως και απότομα. Όταν η πίεση του καυσίμου μειωθεί, η βελονοειδής βαλβίδα επανέρχεται στην έδρα της απότομα, ωθούμενη από το ελατήριο. Κατά τη στιγμή την οποία το καύσιμο περνά από την βελονοειδή βαλβίδα, φτάνει σε κατάλληλα διαμορφωμένα ακροφύσια, που διαθέτουν μια ή περισσότερες οπές, απ' όπου περνώντας εγχύεται και διασπάται σε λεπτά σταγονίδια.<sup>37</sup>

---

<sup>36</sup> Κονταζάκης, Δ. (2006). *Μελέτη Πετρελαιοκινητήρα (1.900cc) με Υπερπλήρωση TURBO*. Άγιος Νικόλαος.

<sup>37</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: [http://eureka.lib.teithe.gr:8080/bitstream/handle/10184/4627/Kefalas\\_Konstantinos.pdf?sequence=4](http://eureka.lib.teithe.gr:8080/bitstream/handle/10184/4627/Kefalas_Konstantinos.pdf?sequence=4) [Accessed 13 May 2016].

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΨΕΚΑΣΜΟΥ DIESEL**  
**COMMON RAIL**



### 3.1. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

Όταν για πρώτη φορά το 1989 παρουσιάστηκε στο κοινό στη Διεθνή έκθεση αυτοκινήτου στη Φρανκφούρτη, ο πρώτος πετρελαιοκινητήρας σε μαζική παραγωγή με απευθείας ψεκασμό, πλήρως ηλεκτρονικά ελεγχόμενος σε αυτοκίνητο της αυτοκινητοβιομηχανίας AUDI, ίσως δεν γνώριζαν οι τεχνικοί της ότι τότε έκαναν την τεχνολογική επανάσταση στην πετρελαιοκίνηση, για την περαιτέρω βελτίωση των κινητήρων. Την AUDI ακολούθησαν και άλλοι κατασκευαστές καταφέροντας να κάνουν, από έναν αργό, θορυβώδη, ρυπογόνο και άκομψο κινητήρα, έναν γρήγορο, καθαρό, ήσυχο και οικονομικό που δεν έχει τίποτα να ζηλέψει από ένα βενζινοκινητήρα. Η μαγική λέξη για την τεχνολογία αυτή ονομάζεται "COMMON RAIL SYSTEM". Η ελεύθερη μετάφραση στα ελληνικά σημαίνει "κοινή κεντρική γραμμή-σωλήνα (θάλαμος)". Την πατέντα για αυτή τη τεχνολογία είχε η FIAT και η BOSCH έκανε τη κατασκευή των εξαρτημάτων και του προγράμματος λειτουργίας της ηλεκτρονικής διαχείρισης του συστήματος.<sup>38</sup>

### 3.2. ΤΑ ΚΥΡΙΑ ΜΕΡΗ ΕΝΟΣ ΕΞΕΛΙΓΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ DIESEL (COMMON RAIL )

Κάθε σύστημα τροφοδοσίας καυσίμου Common Rail αποτελείται από 2 βασικά υποσυστήματα:

- το υποσύστημα τροφοδοσίας καυσίμου (χαμηλής, υψηλής πίεσης και επιστρεφόμενου καυσίμου)
- το υποσύστημα Ηλεκτρονικού Ελέγχου Diesel (Electronic Diesel Control – E.D.C) (αισθητήρες, μονάδα ηλεκτρονικού ελέγχου / εγκέφαλος, ενεργοποιητές)

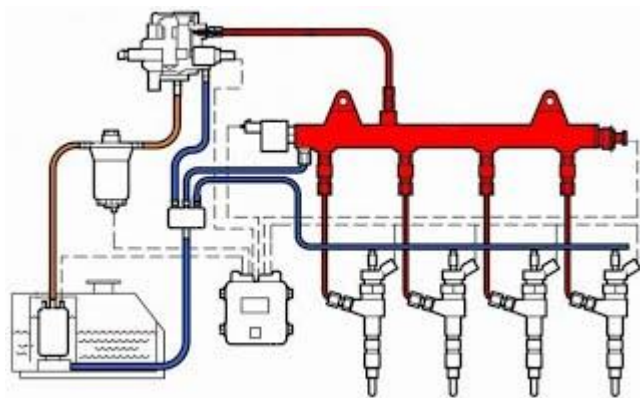
Τα συστήματα ψεκασμού καυσίμου Common Rail των διαφόρων εταιριών (Bosch, Delphi, Denso, Siemens – V.D.O.) διαφέρουν ως προς τον σχεδιασμό, τη διάταξη των εξαρτημάτων, τις επιμέρους λειτουργίες, όμως όλα λειτουργούν με την ίδια αρχή.

---

<sup>38</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: [http://eureka.lib.teithe.gr:8080/bitstream/handle/10184/4627/Kefalas\\_Konstantinos.pdf?sequence=4](http://eureka.lib.teithe.gr:8080/bitstream/handle/10184/4627/Kefalas_Konstantinos.pdf?sequence=4) [Accessed 13 May 2016].

Το σύστημα τροφοδοσίας καυσίμου Common – Rail χωρίζεται σε τρία κυκλώματα ως προς την κυκλοφορία του καυσίμου:

- στο κύκλωμα καυσίμου χαμηλής πίεσης και
- στο κύκλωμα καυσίμου υψηλής πίεσης.
- στο κύκλωμα επιστροφών καυσίμου που υπάρχει σχεδόν σε όλους τους πετρελαιοκινητήρες.

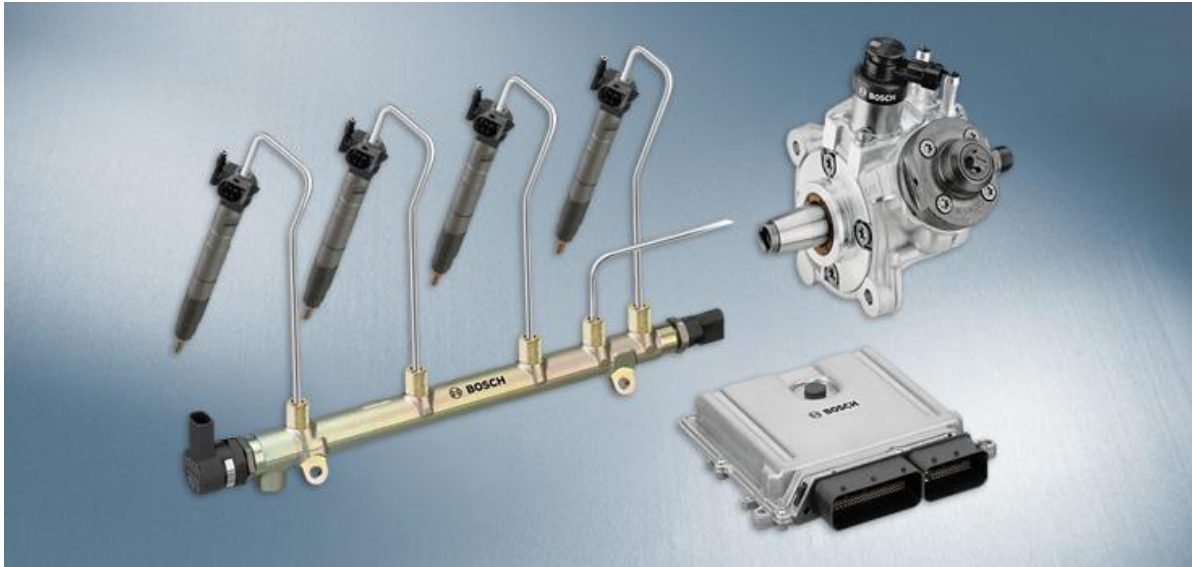


### 3.3. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ COMMON RAIL SYSTEM

Η μέχρι τότε γνωστή τεχνολογία που ήταν η περιστροφική αντλία ψεκασμού και η εμβολοφόρα αντλία έδινε ταυτόχρονα αύξηση της πίεσης και του χρόνου ψεκασμού χωρίς να προσφέρει τίποτα περισσότερο. Με το σύστημα ψεκασμού COMMON RAIL κατάφεραν οι τεχνικοί να αποσυνδέσουν τη δημιουργία πίεσης καυσίμου από το χρόνο ψεκασμού. Η πίεση του καυσίμου δημιουργείται ανεξάρτητα από τις στροφές του κινητήρα και μπορεί σε κάθε στιγμή να ρυθμιστεί και να επιλεγεί πίεση από 250bar μέχρι 2000bar περίπου. Ο χρόνος ψεκασμού ελέγχεται από την ηλεκτρονική μονάδα μέσα από γρήγορα ηλεκτρικά ενεργοποιούμενα μπεκ, που δίνουν τη δυνατότητα να γίνεται ψεκασμός καυσίμου κατά βούληση, όπως επιθυμούσαν οι τεχνικοί για να κάνουν το πετρελαιοκινητήρα λιγότερο ρυπογόνο, αθόρυβο και οικονομικό.<sup>39</sup>

<sup>39</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: [http://eureka.lib.teithe.gr:8080/bitstream/handle/10184/4627/Kefalas\\_Konstantinos.pdf?sequence=4](http://eureka.lib.teithe.gr:8080/bitstream/handle/10184/4627/Kefalas_Konstantinos.pdf?sequence=4) [Accessed 13 May 2016].





Συνοπτικά τα πλεονεκτήματα του συστήματος Common Rail σε σχέση με τα άλλα συστήματα είναι:

- Η κατασκευή του συστήματος με μεμονωμένα εξαρτήματα βοηθάει στην ανεξάρτητη σχεδίαση, μελέτη και κατασκευή των εξαρτημάτων αυτών και μειώνει το κόστος κατασκευής, επισκευής και συντήρησης.
- Υπάρχει δυνατότητα να επιλέγει το σύστημα την πίεση και το χρόνο ψεκασμού.
- Με την υψηλή πίεση ψεκασμού μπορεί να γίνει σχεδόν πλήρης καύση.
- Με την δυνατότητα πλήρη ελέγχου του ψεκασμού μπορεί να υπάρχει προέγχυση καυσίμου λίγα χιλιοστά του δευτερολέπτου πριν το κανονικό ψεκασμό, προθερμαίνοντας έτσι το χώρο καύσης.
- Η βασική προέγχυση και ανάφλεξη δεν γίνεται ακαριαία, είναι πιο “προοδευτική” και έχει σαν αποτέλεσμα να μειώνεται ο θόρυβος λειτουργίας και τα οξειδία του αζώτου (NOx).
- Ο ελεγχόμενος και γρήγορος ψεκασμός που πραγματοποιείται με ηλεκτρικά μπεκ, συμβάλλει στη καθαρή καύση.
- Υπάρχει δυνατότητα πριν το τέλος της καύσης να ψεκασθεί καύσιμο στο κύλινδρο με σκοπό τη μείωση των ρύπων του οξειδίου του αζώτου.
- Μεταβλητή εκκίνηση ψεκασμού. Η δημιουργία πίεσης και ο ψεκασμός δεν έχουν άμεση σχέση.
- Πιλοτικός ψεκασμός ( προέγχυση ).

- Η πίεση ψεκασμού προσαρμόζεται στις συνθήκες λειτουργίας. Η πίεση ψεκασμού, που παράγεται, μπορεί να είναι ανεξάρτητη από τον αριθμό στροφών του κινητήρα και τη ποσότητα ψεκασμού.
- Πολύ μικρές μεταβολές της πίεσης κατά τη διάρκεια του ψεκασμού.
- Ηλεκτρονική διαχείριση μέσω εγκεφάλου.
- Μεγαλύτερη ροπή.
- Μειωμένη κατανάλωση καυσίμου.
- Μικρότερος θόρυβος κατά τη καύση.
- Λιγότερες εκπομπές καυσαερίων.
- Υψηλότερη απόδοση.
- Εφαρμογή : ΙΧ και ελαφρά επαγγελματικά οχήματα.
- Ρύθμιση: ηλεκτρονική, μαγνητικές βαλβίδες, πιεζοηλεκτρικοί ενεργοποιητές.<sup>40</sup>

### 3.4. Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

- 1997: Η εξέλιξη του συστήματος Common Rail έγινε για πρώτη φορά στην παγκόσμια αγορά με τη εισαγωγή του συστήματος common rail στα επιβατικά οχήματα. Η πίεση έγχυσης ήταν στα 1350 bar. Πρώτη εφαρμογή, έγινε στις εκδόσεις της Alfa Romeo και της Mercedes-Benz.
- 1999: το σύστημα common rail εφαρμόστηκε στα επαγγελματικά οχήματα. Η πίεση έγχυσης ήταν στα 1400 bar. Η πρώτη εφαρμογή έγινε στις εκδόσεις της Renault (RVI). 2001: παρουσιάστηκε η 2η γενιά common rail, για επιβατικά οχήματα που δημιουργούσε περισσότερο οικονομικούς πετρελαιοκινητήρες, φιλικούς στο περιβάλλον, λιγότερο θορυβώδεις και καλύτερης απόδοσης. Η πίεση έγχυσης ήταν στα 1600 bar. Η πρώτη εφαρμογή έγινε στις εκδόσεις Volvo και BMW.
- 2002: εφαρμόστηκε η 2η γενιά common rail στα επαγγελματικά οχήματα. Παρουσίαζαν χαμηλά επίπεδα ρύπων και μικρότερη κατανάλωση αλλά υψηλότερη απόδοση. Η πίεση έγχυσης ήταν στα 1600 bar. Η πρώτη εφαρμογή έγινε στις εκδόσεις MAN.

---

<sup>40</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: [http://eureka.lib.teithe.gr:8080/bitstream/handle/10184/4627/Kefalas\\_Konstantinos.pdf?sequence=4](http://eureka.lib.teithe.gr:8080/bitstream/handle/10184/4627/Kefalas_Konstantinos.pdf?sequence=4) [Accessed 13 May 2016].

- 2003: 3η γενιά common rail με άμεσης απόκρισης μπεκ piezo για επιβατικά οχήματα. Παρουσίαζε έως 20% λιγότερους ρύπους, έως 5% περισσότερη δύναμη, 3% μείωση κατανάλωσης και έως 3 db(A) μείωση θορύβου του κινητήρα. Η πίεση έγχυσης έφτανε τα 1600 bar. Η πρώτη εφαρμογή έγινε στις εκδόσεις της Audi.
- 2006: 3η γενιά common rail με πίεση συστήματος 1800 bar αντί της πίεσης των 1600 bar το οποίο προσφέρει περισσότερες δυνατότητες δημιουργίας ‘καθαρών’ κινητήρων και επιπλέον μεγαλύτερη απόδοση. Σχετικά με την 4η γενιά Common Rail για τα επιβατικά αυτοκίνητα η Bosch μελετά συστήματα με εφαρμογή πιο υψηλών πιέσεων ψεκασμού. Το σύστημα Common Rail 4ης γενιάς για βαριά επαγγελματικά αυτοκίνητα λειτουργεί με έναν νέο εγχυτήρα με πολλαπλασιαστή πίεσης. Αυτός συμπυκνώνει τα καύσιμα στον εγχυτήρα στη μέγιστη πίεση των 2.100 bar. Η ιδιαιτερότητά του είναι ότι ο 39 πολλαπλασιαστής πίεσης μπορεί να ελεγχθεί ανεξάρτητα από το ακροφύσιο έγχυσης. Η δυνατότητα ελεύθερης διαμόρφωσης της μεταβολής της πίεσης μειώνει τη δημιουργία ρύπων.<sup>41</sup>

### 3.5. Η ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ Η ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Το σύστημα Common Rail της 1ης γενιάς αποτελείται από :

- Προ-φίλτρο
- Φίλτρο καυσίμου
- Αντλία χαμηλής πίεσης ,ηλεκτρική εξωτερικά στο ρεζερβουαρ
- Ρεζερβουάρ
- Βαλβίδα ρύθμισης πίεσης
- Αγωγός τροφοδοσίας (Common Rail)
- Μπεκ
- Αισθητήρας θερμοκρασίας πετρελαίου

---

<sup>41</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: [http://eureka.lib.teithe.gr:8080/bitstream/handle/10184/4627/Kefalas\\_Konstantinos.pdf?sequence=4](http://eureka.lib.teithe.gr:8080/bitstream/handle/10184/4627/Kefalas_Konstantinos.pdf?sequence=4) [Accessed 13 May 2016].

- Αισθητήρας θερμοκρασίας ψυκτικού
- Αισθητήρας θερμοκρασίας αέρα
- Αισθητήρας εκκεντροφόρου
- Μετρητής ροής αέρα
- Αισθητήρας ψυκτικού υγρού
- Αισθητήρας πίεσης αγωγού
- Αντλία υψηλής πίεσης
- Αισθητήρας στροφάλου
- Αισθητήρας πεντάλ γκαζιού
- Διακόπτης φρένου
- Διακόπτης συμπλέκτη <sup>42</sup>

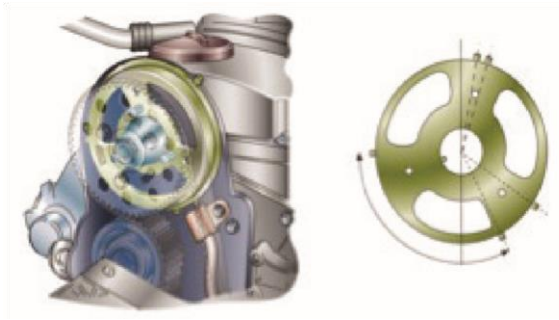
### 3.6. ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ

Αναγνώριση των κυλίνδρων κατά την εκκίνηση του κινητήρα.

Κατά την εκκίνηση πρέπει η ηλεκτρονική μονάδα του κινητήρα να αναγνωρίσει ποιος κύλινδρος βρίσκεται στη φάση συμπίεσης, έτσι ώστε να ενεργοποιήσει την αντίστοιχη βαλβίδα στη μονάδα αντλίας-μπεκ. Γι' αυτό αξιολογεί το σήμα του επαγωγικού αισθητήρα. Ο επαγωγικός αισθητήρας ανιχνεύει τα δόντια, σε έναν ξεχωριστό δίσκο πίσω από το γρανάτζι εκκεντροφόρου, τον δίσκο παλμών του εκκεντροφόρου. Έτσι υπολογίζεται η θέση του εκκεντροφόρου και συνεπώς η θέση του αντίστοιχου εμβόλου.

---

<sup>42</sup> 1st ed. [ebook] Available at: <http://nefeli.lib.teicrete.gr/browse/stef/mhx/2014/DaktylidisAntonis/attached-document-1415698115-798156-24085/DaktylidisAntonis2014.pdf> [Accessed 14 May 2016].

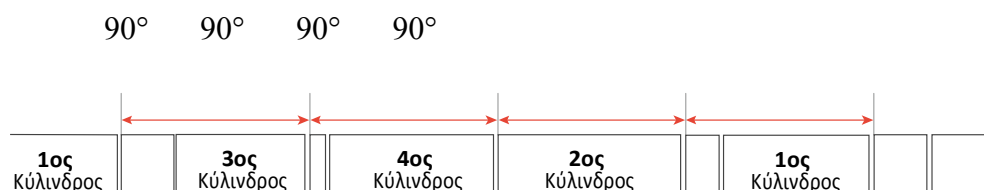
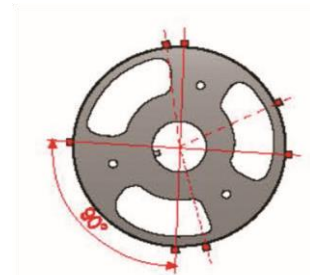


### 3.6.1. ΕΠΑΓΩΓΙΚΟΣ ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ ΤΥΠΟΥ HALL

Ο επαγωγικός αισθητήρας τύπου Hall είναι στερεωμένος στο προστατευτικό του μάντα κάτω από το γρανάζι του εκκεντροφόρου. Ο αισθητήρας καταμετρά τα δόντια στον δίσκο παλμών που είναι στερεωμένος στο γρανάζι του εκκεντροφόρου (βλ. εικόνα από τρικύλινδρο κινητήρα).

Το σήμα από τον επαγωγικό αισθητήρα χρησιμεύει στην ηλεκτρονική μονάδα του κινητήρα για την αναγνώριση της θέσης των κυλίνδρων κατά την εκκίνηση του κινητήρα. Σε περίπτωση βλάβης του σήματος η ηλεκτρονική μονάδα του κινητήρα χρησιμοποιεί το σήμα από τον αισθητήρα στροφών του κινητήρα.

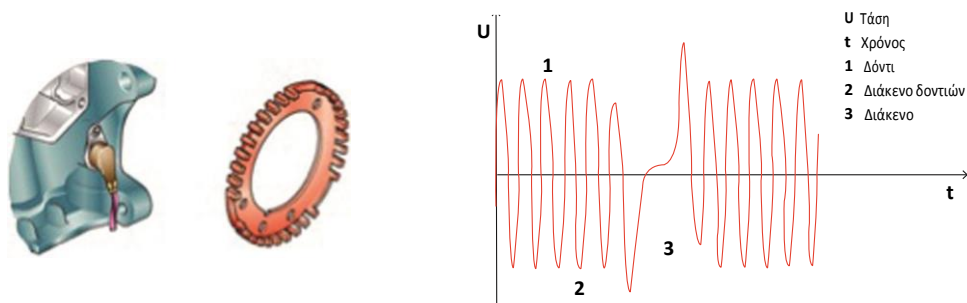
Ο δίσκος παλμών του εκκεντροφόρου. Επειδή ο εκκεντροφόρος εκτελεί μία περιστροφή 360° ανά κύκλο εργασίας, υπάρχει πάνω στον δίσκο παλμών για κάθε κύλινδρο ένα δόντι σε απόσταση 120°. Ένα μοναδικό δόντι για τον κύλινδρο 4 και από δύο δόντια με διαφορετική απόσταση για τους υπολοίπους. Για να μπορέσει να γίνει αντιστοιχία των δοντιών για κάθε κύλινδρο, ο δίσκος παλμών έχει από ένα πρόσθετο δόντι για τον κύλινδρο 1 και 2 με αντίστοιχα διαφορετικές αποστάσεις.



**Απεικόνιση σημάτων αισθητήρα HALL**

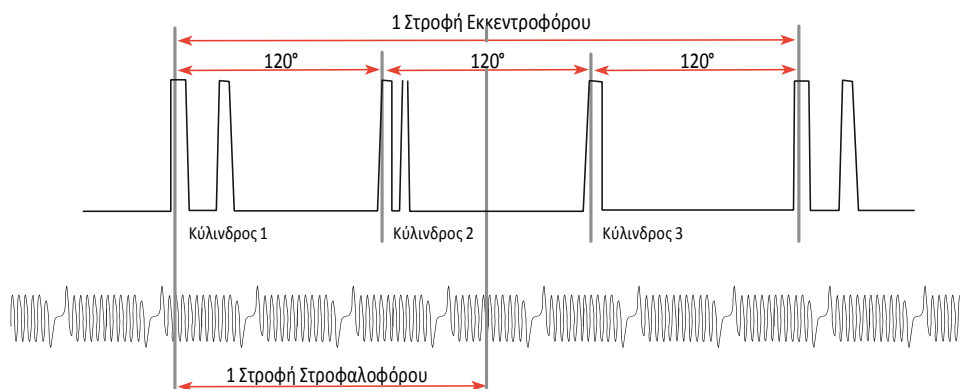
### 3.6.2. ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ ΣΤΡΟΦΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΑ

Ο αισθητήρας στροφών του κινητήρα είναι ένας επαγωγικός αισθητήρας. Είναι τοποθετημένος στον κορμό των κυλίνδρων. Ο αισθητήρας στροφών, όταν πρόκειται για τρικύλινδρο κινητήρα, ανιχνεύει 54 δόντια (60 – 2 – 2 – 2) στον δίσκο παλμών που είναι στερεωμένος στον στροφαλοφόρο. Για την επίτευξη μιας γρήγορης εκκίνησης η ηλεκτρονική μονάδα του κινητήρα αξιολογεί τα σήματα του επαγωγικού αισθητήρα και του αισθητήρα στροφών του κινητήρα.



#### Απεικόνιση σήματος αισθητήρα στροφών κινητήρα

Με το σήμα του επαγωγικού αισθητήρα, που ανιχνεύει τον δίσκο παλμών του εκκεντροφόρου, η ηλεκτρονική μονάδα του κινητήρα αναγνωρίζει τον κάθε κύλινδρο. Από τα τρία διάκενα στον δίσκο παλμών στο στροφαλοφόρο η ηλεκτρονική μονάδα του κινητήρα λαμβάνει ήδη μετά από 1/3 της στροφής ένα σήμα αναφοράς. Έτσι η ηλεκτρονική μονάδα αναγνωρίζει έγκαιρα τη θέση του στροφαλοφόρου και μπορεί να ενεργοποιήσει τη σωστή μαγνητική βαλβίδα για να ξεκινήσει τη διαδικασία του ψεκασμού (βλ. εικόνα από τρικύλινδρο κινητήρα).



Χρήση του σήματος: Με το σήμα του αισθητήρα στροφών του κινητήρα καταγράφονται οι στροφές του κινητήρα και η ακριβής θέση του στροφαλοφόρου. Με τις πληροφορίες αυτές υπολογίζεται το χρονικό σημείο και η ποσότητα ψεκασμού.



### 3.6.3. ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ ΘΕΣΗΣ ΠΕΝΤΑΛ

Ο αισθητήρας θέσης του πεντάλ αποτελεί τμήμα της μονάδας του πεντάλ. Η μονάδα του πεντάλ αποτελείται από το πεντάλ του γκαζιού, τους αισθητήρες και ένα μπλοκ. Η εξωτερική κατασκευή είναι ίδια με το ηλεκτρικό πεντάλ των βενζινοκινητήρων. Μέσα στη μονάδα του πεντάλ βρίσκονται οι παρακάτω αισθητήρες:

- αισθητήρας θέσης πεντάλ γκαζιού
- διακόπτης ρελαντί
- διακόπτης Kick down

### 3.6.4. ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ ΘΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΝΤΑΛ ΓΚΑΖΙΟΥ

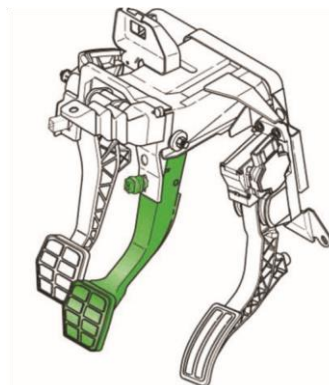
Ο αισθητήρας θέσης του πεντάλ γκαζιού είναι ένα ποτενσιόμετρο επαφής. Είναι σημαντικός αισθητήρας, καθώς πληροφορεί τη μονάδα για τις προθέσεις του οδηγού. Κατά την αλλαγή της θέσης του πεντάλ αλλάζει η αντίσταση του ποτενσιόμετρου.

### 3.6.5. ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΤΟΥ ΡΕΛΑΝΤΙ ΚΑΙ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ KICK DOWN

Ο διακόπτης του ρελαντί και ο διακόπτης Kick down είναι διακόπτες επαφής (ψύκτρες). Όταν η επαφή βρίσκεται στον αντίστοιχο διάδρομο, η αντίσταση είναι περίπου 900 Ω (μετράται μεταξύ των επαφών και του αισθητήρα) και ο διακόπτης του ρελαντί ή του Kick down είναι κλειστός. Αν η ψύκτρα βρίσκεται έξω από τον διάδρομο, η αντίσταση έχει άπειρη τιμή και ο διακόπτης είναι ανοικτός. Εάν χαλάσει αυτός ο αισθητήρας, ο κινητήρας δεν ανταποκρίνεται στα πατήματα του πεντάλ και πηγαίνει σε πρόγραμμα γρήγορου ρελαντί.

### 3.6.6. ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΦΩΤΩΝ ΦΡΕΝΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΕΝΤΑΛ ΦΡΕΝΟΥ

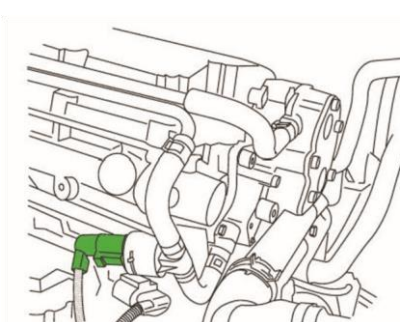
Ο διακόπτης φώτων των φρένων και ο διακόπτης του πεντάλ του φρένου βρίσκονται σε ένα ενιαίο εξάρτημα στην πεταλιέρα. Οι δύο διακόπτες παρέχουν στην ηλεκτρονική μονάδα του κινητήρα το σήμα «φρένο πατημένο». Επειδή ο αισθητήρας θέσης του γκαζιού μπορεί να είναι κατεστραμμένος, όταν πατηθεί το φρένο ο κινητήρας για λόγους ασφαλείας μειώνει στροφές (κόβει).



Σε περίπτωση βλάβης ενός από τους δύο διακόπτες η ηλεκτρονική μονάδα του κινητήρα μειώνει την παροχή καυσίμου. Ο κινητήρας λειτουργεί με μειωμένη απόδοση.

### 3.6.7. ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ

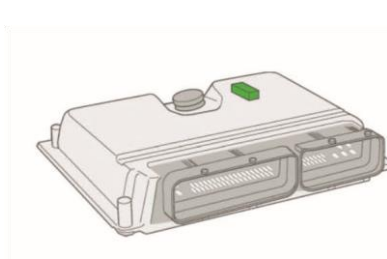
Ο αισθητήρας θερμοκρασίας καυσίμου είναι ένας αισθητήρας θερμοκρασίας αρνητικού συντελεστή θερμοκρασίας (NTC = Negative Temperature Coefficient). Αυτό σημαίνει ότι η





αντίσταση του αισθητήρα μειώνεται με αυξανόμενη θερμοκρασία καυσίμου.

Βρίσκεται στο σωληνάκι επιστροφών του καυσίμου μεταξύ της μηχανικής αντλίας καυσίμου και του ψυγείου καυσίμου. Ο αισθητήρας μετρά την τρέχουσα θερμοκρασία του καυσίμου. Για να συνυπολογιστεί η πυκνότητα του καυσίμου σε διαφορετικές θερμοκρασίες η ηλεκτρονική μονάδα του κινητήρα χρειάζεται την τρέχουσα θερμοκρασία του καυσίμου για τον υπολογισμό της αρχής και της ποσότητας ψεκασμού. Σε περίπτωση βλάβης του αισθητήρα η ηλεκτρονική μονάδα του κινητήρα προβλέπει ως βάση υπολογισμού μία σταθερή τιμή. Αυτή η βλάβη του αισθητήρα εμφανίζεται με την προειδοποιητική λυχνία των καυσαερίων στον πίνακα οργάνων.

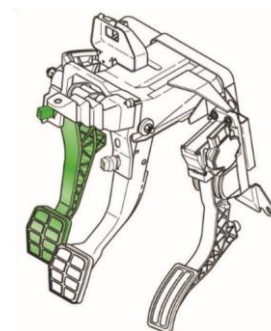


### 3.6.8 ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ ΥΨΟΥΣ

Ο αισθητήρας ύψους βρίσκεται στην ηλεκτρονική μονάδα του κινητήρα, διαβιβάζει στην ηλεκτρονική μονάδα την πραγματική βαρομετρική πίεση της ατμόσφαιρας. Αυτή εξαρτάται από το υψόμετρο. Με αυτό το σήμα πραγματοποιείται υψομετρική διόρθωση για τη ρύθμιση της πίεσης πλήρωσης. Σε υψόμετρο εμφανίζεται μαύρος καπνός.

### 3.6.9. ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΕΝΤΑΛ ΣΥΜΠΛΕΚΤΗ

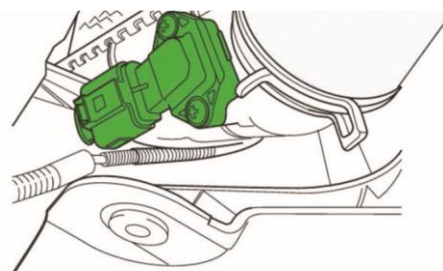
Ο διακόπτης του πεντάλ του συμπλέκτη βρίσκεται στην πεταλιέρα. Με το σήμα η ηλεκτρονική μονάδα του κινητήρα αναγνωρίζει αν υπάρχει σύμπλεξη ή αποσύμπλεξη. Κατά το πάτημα του πεντάλ του συμπλέκτη μειώνεται για λίγο η ποσότητα ψεκασμού. Με αυτόν τον τρόπο αποφεύγεται «σκορτσάρισμα» του κινητήρα κατά την αλλαγή ταχυτήτων. Σε περίπτωση βλάβης του σήματος του



αισθητήρα στο πεντάλ του συμπλέκτη μπορεί να εμφανιστούν «σκορτσαρίσματα» κατά την αλλαγή των ταχυτήτων.

### **3.6.10. ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ ΠΙΕΣΗΣ ΠΟΛΛΑΠΛΗΣ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ**

Το σήμα του αισθητήρα πίεσης της πολλαπλής εισαγωγής χρησιμεύει για τον έλεγχο της πίεσης πλήρωσης. Η μετρούμενη τιμή συγκρίνεται από την ηλεκτρονική μονάδα του κινητήρα με την ονομαστική τιμή από το χαρακτηριστικό διάγραμμα πλήρωσης. Αν η πραγματική τιμή διαφέρει από την ονομαστική τιμή τότε διορθώνεται η πίεση πλήρωσης από την ηλεκτρονική μονάδα μέσω της μαγνητικής βαλβίδας περιορισμού της πίεσης υπερπλήρωσης. Εάν η ρύθμιση της πίεσης υπερπλήρωσης δεν είναι πλέον δυνατή τότε κινητήρας λειτουργεί με μειωμένη απόδοση.



**Ο αισθητήρας πίεσης και θερμοκρασίας της πολλαπλής εισαγωγής βρίσκονται σε ένα ενιαίο εξάρτημα στην πολλαπλή εισαγωγή.**

### **3.6.11. ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΠΟΛΛΑΠΛΗΣ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ**

Το σήμα του αισθητήρα θερμοκρασίας της πολλαπλής εισαγωγής χρειάζεται από την ηλεκτρονική μονάδα του κινητήρα ως διορθωτική τιμή για τον υπολογισμό της πίεσης πλήρωσης. Κατ' αυτόν τον τρόπο συνυπολογίζεται η επίδραση της θερμοκρασίας στην πυκνότητα του αέρα πλήρωσης. Σε περίπτωση βλάβης του σήματος η ηλεκτρονική μονάδα του κινητήρα υπολογίζει με μία σταθερή εναλλακτική τιμή. Αυτό μπορεί να προκαλέσει πτώση απόδοσης.

### 3.6.12. ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΜΑΖΑΣ ΑΕΡΑ



Ο μετρητής μάζας αέρα είναι ο αισθητήρας που μας δείχνει το πραγματικό φορτίο του κινητήρα. Με μέτρηση επιστροφών υπολογίζει την αναρροφούμενη ποσότητα αέρα. Βρίσκεται στην πολλαπλή εισαγωγής. Με το άνοιγμα και το κλείσιμο βαλβίδων δημιουργούνται επιστροφές της αναρροφούμενης ποσότητας αέρα στην πολλαπλή εισαγωγής.

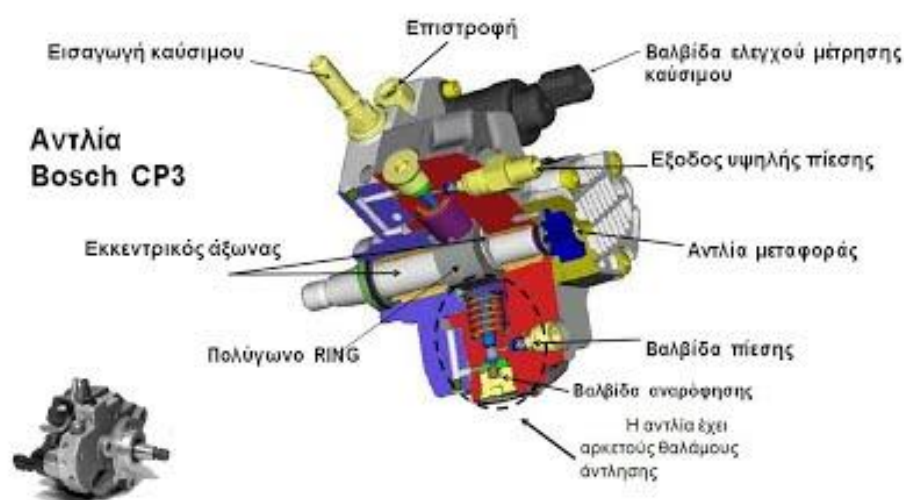
Ο μετρητής μάζας αέρα με υπολογισμό της επιστρεφόμενης ποσότητας αναγνωρίζει την επιστρεφόμενη ποσότητα του αέρα και με ένα σήμα τη συνυπολογίζει από την ηλεκτρονική μονάδα του κινητήρα. Έτσι είναι πολύ ακριβής η μέτρηση της μάζας του αέρα. Οι τιμές μέτρησης χρησιμοποιούνται από την ηλεκτρονική μονάδα του κινητήρα για τον υπολογισμό της ποσότητας ψεκασμού και της ποσότητας των καυσαερίων ανακύκλωσης. Σε περίπτωση βλάβης του μετρητή μάζας αέρα η ηλεκτρονική μονάδα λειτουργεί βάσει μίας σταθερής τιμής.

Επιπλέον, η ηλεκτρονική μονάδα λαμβάνει και υπολογίζει και άλλα σήματα αισθητήρων, όπως είναι η ενεργοποίηση του κλιματισμού, η ταχύτητα αυτοκινήτου, καθώς και το σήμα από τον αισθητήρα του cruise control.<sup>43</sup>

---

<sup>43</sup> *Αρκούλης, Ν. Και Γιάννος, Γ.(2014). ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΚΙΝΗΣΗΣ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΩΝ. Αθήνα. Εκδόσεις ΙΜΕ ΓΣΕΒΕΕ.*

### 3.7. COMMON RAIL 2<sup>ΗΣ</sup> ΚΑΙ 3<sup>ΗΣ</sup> ΓΕΝΙΑΣ



Η διαφορά με το σύστημα Common Rail της 2ης γενιάς, εκτός από την πίεση έγχυσης, είναι η αντλία χαμηλής πίεσης που είναι ηλεκτρική εσωτερικά στο ρεζερβουάρ. Ενώ το σύστημα Common Rail της 3ης γενιάς διαφέρει εκτός από τη πίεση έγχυσης, στο ότι η αντλία χαμηλής πίεσης βρίσκεται πάνω στην αντλία υψηλής πίεσης και στη βαλβίδα ασφαλείας. Το όλο σύστημα χωρίζεται σε τρία υποσυστήματα ως προς τη κυκλοφορία του καυσίμου: στο υποσύστημα καυσίμου χαμηλής πίεσης, στο υποσύστημα καυσίμου υψηλής πίεσης και στο υποσύστημα επιστρεφόμενου καυσίμου. Η αντλία χαμηλής πίεσης (5-10bar, η οποία ρυθμίζεται στα 4,5 περίπου) ρουφά το καύσιμο από το ρεζερβουάρ το οποίο όμως περνά πρώτα από ένα φίλτρο που αποτελείται από πορώδες υλικό (χαρτί, μέταλλο ή κεραμικό) με διαπερατότητα 3- 6μm.

Αξίζει να σημειωθεί πως το φίλτρο αυτό μαζί με τις υδατοπαγίδες συγκρατούν την υγρασία που υπάρχει στο πετρέλαιο και μπορεί να καταλήξει στη καταστροφή πανάκριβων εξαρτημάτων, όπως είναι οι αυτολιπαινόμενες αντλίες.<sup>44</sup>

Εν συνεχεία, η γραναζωτή αντλία στέλνει το καθαρισμένο πετρέλαιο στο κύκλωμα υψηλής πίεσης, με σταθερή παροχή (περίπου 100-200 λίτρα/ώρα). Σε μερικές περιπτώσεις υπάρχει ηλεκτρική αντλία που στέλνει το καύσιμο από τον κινητήρα χω-

<sup>44</sup> 1st ed. [ebook] Available at: <http://nefeli.lib.teicrete.gr/browse/stef/mhx/2014/DaktylidisAntonis/attached-document-1415698115-798156-24085/DaktylidisAntonis2014.pdf> [Accessed 14 May 2016].

ρίς να γίνεται αναρρόφηση από την γραναζωτή. Επειδή η ποσότητα του πετρελαίου είναι αρκετές φορές μεγαλύτερη από όσο απαιτείται το πλεονάζον επιστρέφει από μια βαλβίδα τύπου by pass στο ρεζερβουάρ την στιγμή που μια δεύτερη διατηρεί σταθερή την εσωτερική πίεση (στη ίδια την αντλία) ανεξάρτητα από τις στροφές της.

Κατόπιν, η αντλία υψηλής πίεσης, διανέμει το καύσιμο, προς το κάθε κύλινδρο, μέσα από ξεχωριστά rail. Ο αριθμός των παλινδρομήσεων που πραγματοποιεί το έμβολο της αντλίας, κατά τη διάρκεια μιας ολόκληρης περιστροφής του άξονα του, ισούται με τον αριθμό των κυλίνδρων του κινητήρα. Σε μεγαλύτερη ποσότητα το καύσιμο προωθείται από εκεί προς το διακλαδωτή rail στον οποίο ‘‘θεωρητικά’’ επικρατούν σταθερές συνθήκες πίεσης λόγω του όγκου του καυσίμου που υπάρχει στο κύκλωμα. Η πίεση ρυθμίζεται ηλεκτρονικά από την ECU, μέσω του αισθητήρα πίεσης, και συνήθως κυμαίνεται από 250 έως 1.600bar, ανάλογα με το φορτίο και τις στροφές του κινητήρα.

Η έναρξη του ψεκασμού καθορίζεται επίσης από την ECU που ενεργοποιεί τις ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες. Όπως είναι κατανοητό η ποσότητα του καυσίμου που θα ψεκαστεί στο θάλαμο καύσης καθορίζεται από τη χρονική διάρκεια όπου το μπεκ θα παραμείνει ανοιχτό.

Το σύστημα common rail προσφέρει μεγάλα πλεονεκτήματα όπως η δυνατότητα υψηλών πιέσεων ψεκασμού, η μεταβαλλόμενη πίεση ψεκασμού ανάλογα με τις συνθήκες λειτουργίας του κινητήρα και η ευκολία τοποθέτησης του όλου συστήματος. Στην επιστροφή του το καύσιμο περνάει από ένα ψυγείο καυσίμου γιατί από την υψηλή πίεση κατάθλιψης η θερμοκρασία του ανεβαίνει στους 130°C, η θερμοκρασία του καυσίμου πέφτει με τη βοήθεια του ψυκτικού υγρού του κινητήρα στους 80°C, στη συνέχεια το καύσιμο επαναψύχεται σε ένα δεύτερο ψυγείο χαμηλότερης θερμοκρασίας.

Σύμφωνα με τα σήματα εισόδου των αισθητήρων του συστήματος και ανάλογα με τις απαιτήσεις του οδηγού, η μονάδα ελέγχου ECU ελέγχει την απόδοση και τη λειτουργία του κινητήρα σε κάθε δεδομένη στιγμή. Η μονάδα ελέγχου ECU λαμβάνει σήματα από τους διάφορους αισθητήρες μέσω των γραμμών επικοινωνίας δεδομένων (GMLAN) και στη συνέχεια εκτελεί ακριβή έλεγχο της σχέσης αέρα – καύσιμου, βάση των σημάτων αυτών. Η ταχύτητα περιστροφής του κινητήρα υπολογίζεται μέσω

του αισθητήρα στροφαλοφόρου άξονα, ενώ η θέση των εμβόλων και η σειρά καύσης, μέσω του αισθητήρα εκκεντροφόρου άξονα. Τα σήματα αυτά μεταφέρονται στην κεντρική μονάδα επεξεργασίας της μονάδας ελέγχου ECU και σε συνδυασμό με το σήμα του αισθητήρα του πεντάλ του γκαζιού, πραγματοποιείται κάθε φορά ο έλεγχος. Επιπρόσθετα, πληροφορίες λαμβάνονται από τον αισθητήρα μέτρησης της μάζας αέρα MAF, μέσω του οποίου ανιχνεύονται οι στιγμιαίες αλλαγές της μάζας του αέρα και εκτελούνται ακριβής έλεγχοι στο σύστημα ανακυκλοφορίας καυσαερίων EGR.

Ειδικότερα, η μονάδα ελέγχου ECU ελέγχει την αναλογία αέρα – καυσίμου ανάλογα με τις αλλαγές της μάζας του αέρα, ώστε να επιτυγχάνονται οι χαμηλότερες εκπομπές καυσαερίων, σε συνεργασία με τη βαλβίδα ανακύκλωσης καυσαερίων EGR.

Επιπρόσθετα, σήματα λαμβάνονται από τον αισθητήρα θερμοκρασίας ψυκτικού, τον αισθητήρα θερμοκρασίας αέρα, τον αισθητήρα πίεσης καυσίμου και τον αισθητήρα ατμοσφαιρικής πίεσης. Τα σήματα αυτά λειτουργούν ως αντισταθμιστικοί παράγοντες στην έναυση του ψεκασμού, στις τιθέμενες τιμές του πιλοτικού ψεκασμού, στις μεταβλητές του συστήματος και σε διάφορες λειτουργίες που αφορούν το σύστημα διαχείρισης του κινητήρα.

Τέλος, πληροφορίες λαμβάνονται και από τις χαρτογραφημένες καθορισμένες τιμές προέγχυσης των διαφόρων καταστάσεων λειτουργίας. Τα στοιχεία του συστήματος, είναι σχεδιασμένα να παράγουν και να διανέμουν καύσιμο υψηλής πίεσης μέσω ηλεκτρονικού ελέγχου από τη μονάδα ελέγχου.<sup>45</sup>

Στο υποσύστημα χαμηλής πίεσης, η αντλία τροφοδοσίας αναρροφά το καύσιμο από τη δεξαμενή καυσίμου, στη συνέχεια το καύσιμο περνά από το κύριο φίλτρο καυσίμου, τροφοδοτώντας την αντλία υψηλής πίεσης με μια ρυθμιζόμενη πίεση από μια βαλβίδα ρύθμισης της πίεσης, περίπου 4.5bar. Η βοηθητική αντλία πετρελαίου είναι εξωτερική κοντά στο ρεζερβουάρ στο common rail 1ης γενιάς και εσωτερική στο ρεζερβουάρ στις 2ης γενιάς. Όταν σβήσει (απενεργοποιηθεί), διακόπτεται η τροφοδοσία καυσίμου και σβήνει ο κινητήρας. Αποτελείται από ένα ηλεκτρικό μοτέρ που κινεί μία αντλία (με κυλινδράκια) που αναρροφά καύσιμο από το ρεζερβουάρ. Η αντλία ψύχεται από το καύσιμο. Στην έξοδό της υπάρχει μία ανεπίστροφη βαλβίδα. Η

---

<sup>45</sup> 1st ed. [ebook] Available at: <http://nefeli.lib.teicrete.gr/browse/stef/mhx/2014/DaktylidisAntonis/attached-document-1415698115-798156-24085/DaktylidisAntonis2014.pdf> [Accessed 14 May 2016].

αντλία κινείται από ένα ηλεκτρικό μοτέρ. Έχει έκκεντρο ρότορα με εγκοπές μέσα στις οποίες κινούνται ελεύθερα τα κυλινδράκια. Το καύσιμο εισέρχεται από την ειδικά διαμορφωμένη εισαγωγή μέσα στο θάλαμο που σχηματίζεται από τον ρότορα και το κέλυφος. Σταδιακά μειώνεται ο όγκος του θαλάμου και με αυτό τον τρόπο συμπιέζεται το καύσιμο μέχρι να εξέλθει από την εξαγωγή της αντλίας.<sup>46</sup>

Το ντεπόζιτο καυσίμου είναι κατασκευασμένο από υψηλής πυκνότητας πολυαιθυλένιο και φέρει εκτονωτική βαλβίδα αναθυμιάσεων για την αποφυγή υπερβολικής ανάκτησης πίεσης. Η δομή και η κατασκευή του ντεπόζιτου εξασφαλίζει την ομαλή παροχή του καυσίμου κάτω από όλες τις συνθήκες ενώ ταυτόχρονα εμποδίζεται και πιθανή υπερχειλίση (βαλβίδα προστασίας υπερχειλίσης). Το καύσιμο που απαιτείται από το σύστημα ψεκασμού common rail πρέπει να είναι καθαρό και ποιοτικό. Τυχόν ύπαρξη ξένων σωματιδίων στο καύσιμο, ενδέχεται να προκαλέσει ζημιά στην αντλία, στα στοιχεία ελέγχου ή τους εγχυτήρες.

Το φίλτρο καυσίμου φροντίζει να καθαρίζει το καύσιμο πριν φτάσει στην αντλία υψηλής πίεσης ώστε να αποφευχθεί κίνδυνος βλάβης, διαχωρίζει το νερό από το καύσιμο ώστε να μην εισαχθεί στο σύστημα υψηλής πίεσης, ενώ επιπρόσθετα μέσω του θερμαντήρα επιτυγχάνει και τη θέρμανση του καυσίμου. Η απόδοση του κινητήρα επηρεάζεται και εξαρτάται από την ποιότητα του καυσίμου, γεγονός που καθιστά την ύπαρξη του φίλτρου απαραίτητη. Το πετρέλαιο ενδέχεται να περιέχει νερό εξαιτίας της συμπύκνωσης που παρατηρείται με τις θερμοκρασιακές μεταβολές. Το νερό αυτό που προέρχεται από τη συμπύκνωση μπορεί να διαβρώσει και να καταστρέψει το σύστημα ψεκασμού. Για το λόγο αυτό, στους πετρελαιοκινητήρες Common Rail έχει προστεθεί η λειτουργία του περιοδικού στραγγαλισμού του νερού.<sup>47</sup> Ο αισθητήρας ανίχνευσης νερού είναι τοποθετημένος στο κάτω τμήμα του κελύφους της διάταξης του φίλτρου καυσίμου και αποστέλλει σήμα ενεργοποίησης της προειδοποιητικής λυχνίας ύπαρξης νερού στη μονάδα ελέγχου ECU, όταν η στάθμη του νερού φτάσει σ' ένα συγκεκριμένο επίπεδο (πάνω από 95 cc), έτσι ώστε ο οδηγός να προβεί σε αποστράγγιση.

---

<sup>46</sup> 1st ed. [ebook] Available at: <http://nefeli.lib.teicrete.gr/browse/stef/mhx/2014/DaktylidisAntonis/attached-document-1415698115-798156-24085/DaktylidisAntonis2014.pdf> [Accessed 14 May 2016].

<sup>47</sup> 1st ed. [ebook] Available at: <http://nefeli.lib.teicrete.gr/browse/stef/mhx/2014/DaktylidisAntonis/attached-document-1415698115-798156-24085/DaktylidisAntonis2014.pdf> [Accessed 14 May 2016].

Στις περιπτώσεις ενεργοποίησης της ενδεικτικής λυχνίας ανίχνευσης νερού, η μονάδα ελέγχου ECU θέτει το σύστημα σε κατάσταση ασφαλείας και η ροπή του κινητήρα μειώνεται κατά 20%. Ο αισθητήρας λειτουργεί με τη βοήθεια ενός πλωτήρα. Ο πλωτήρας έχει μικρότερη πυκνότητα από αυτήν του νερού και μεγαλύτερη από αυτήν του πετρελαίου. Έτσι σε κάθε φάση ο πλωτήρας θα επιπλέει πάνω στη στάθμη του νερού και όχι σε αυτή του πετρελαίου. Όταν η στάθμη του νερού ανέβει πάνω από ένα συγκεκριμένο επίπεδο, θα ανέβει ο πλωτήρας και ο αισθητήρας θα διακόψει την παροχή τάσης στη μονάδα ελέγχου ενώ η ενδεικτική λυχνία ύπαρξης νερού στον πίνακα οργάνων θα ενεργοποιηθεί. Ο αισθητήρας δεν επηρεάζεται από τις απότομες μεταβολές και κινήσεις των υγρών, ώστε να ενεργοποιεί αμέσως την ενδεικτική λυχνία. Όταν η στάθμη του νερού είναι χαμηλή, θα είναι και ο πλωτήρας χαμηλά. Ο αισθητήρας αποστέλλει σήμα τάσης 12V στη μονάδα ελέγχου και η ενδεικτική λυχνία ανίχνευσης νερού παραμένει απενεργοποιημένη.<sup>48</sup>

Εξαιτίας των χαρακτηριστικών του πετρελαίου, μερικά συστατικά του στερεοποιούνται σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες. Στην περίπτωση αυτή παρατηρείται δύσκολο ή και καθόλου ξεκίνημα, ή ακόμη και σβήσιμο του κινητήρα. Για την εξάλειψη αυτού του προβλήματος χρησιμοποιείται ο θερμαντήρας καυσίμου, ο οποίος είναι ενσωματωμένος στην τάπα διάταξης του φίλτρου και αποτελείται από 3 θερμίστορ. Όταν η θερμοκρασία του καυσίμου πέσει κάτω από τους 3°C, τότε η μονάδα ελέγχου ενεργοποιεί τον θερμαντήρα, έτσι ώστε αυτός να θερμάνει το καύσιμο. Η μονάδα ελέγχου λαμβάνει την πληροφορία της θερμοκρασίας καυσίμου, ώστε να ενεργοποιηθεί ο θερμαντήρας. Ταυτόχρονα βάση αυτού του σήματος, ρυθμίζει το χρόνο και την ποσότητα έγχυσης. Σε περίπτωση βλάβης του αισθητήρα θερμοκρασίας καυσίμου, ο θερμαντήρας καυσίμου θα ενεργοποιηθεί βάση του σήματος του αισθητήρα ψυκτικού υγρού του κινητήρα (κάτω από 4°C), ενώ όταν η θερμοκρασία του καυσίμου φτάσει τους 97°C, η μονάδα ελέγχου θα διακόψει τη λειτουργία του κινητήρα.<sup>49</sup>

Ο κύριος ρόλος του κυκλώματος υψηλής πίεσης είναι η παραγωγή, αποθήκευση και παροχή επαρκούς πίεσης καυσίμου για τη λειτουργία κάθε εγχυτήρα. Η βοηθητική αντλία αποτελείται από ένα εσωτερικό γρανάζι με 6 δόντια και ένα εξωτερικό γρανάζι με 7 δόντια, τα οποία περιστρέφονται σε διαφορετικούς άξονες περι-

<sup>48</sup> 1st ed. [ebook] Available at: <http://nefeli.lib.teicrete.gr/browse/stef/mhx/2014/DaktylidisAntonis/attached-document-1415698115-798156-24085/DaktylidisAntonis2014.pdf> [Accessed 14 May 2016].

<sup>49</sup> 1st ed. [ebook] Available at: <http://nefeli.lib.teicrete.gr/browse/stef/mhx/2014/DaktylidisAntonis/attached-document-1415698115-798156-24085/DaktylidisAntonis2014.pdf> [Accessed 14 May 2016].



στροφής. Το εσωτερικό γρανάζι παίρνει κίνηση από τον άξονα κίνησης της αντλίας υψηλής πίεσης και σε ανταπόδοση περιστρέφει το εξωτερικό γρανάζι. Ως αποτέλεσμα, το καύσιμο προωθείται στα μεγάλα διαστήματα και εκεί συμπιέζεται καθώς τα διαστήματα αυτά μικραίνουν με τη περιστροφή, ενώ το καύσιμο κινείται προς την έξοδο. Καθώς η αντλία κινείται από το κινητήρα, η ποσότητα της παροχής ρυθμίζεται βάσει των στροφών του κινητήρα.<sup>50</sup>

Η βαλβίδα υπερχειλίσης ρυθμίζει την ποσότητα του καυσίμου, το οποίο επιστρέφει στο ρεζερβουάρ. Επιπλέον, η βαλβίδα επιστροφής επιτρέπει τον αυτόματο εξαερισμό της αντλίας. Η βαλβίδα είναι ενσωματωμένη στην αντλία υψηλής πίεσης και αποτελείται από ένα στραγγαλιστικό και μια μπίλια με πιεσμένο ελατήριο. Εάν η εσωτερική πίεση της αντλίας είναι χαμηλότερη από μία τιμή (όριο), καύσιμο επιστροφής ρέει μέσω του στραγγαλιστικού στο σωλήνα επιστροφής καυσίμου και από εκεί πίσω στο ρεζερβουάρ. Εάν αυτή η εσωτερική πίεση ξεπεράσει κάποια οριακή τιμή, η μπίλια με τη βαλβίδα ανοίγει και το καύσιμο επιστροφής μεταφέρεται πίσω στο ρεζερβουάρ καυσίμου με μεγαλύτερη ροή.

Η ρυθμιστική βαλβίδα πίεσης καυσίμου βρίσκεται πάνω στην αντλία υψηλής πίεσης ή στον αγωγό κοινής τροφοδοσίας, ανάλογα με τη γενιά του Common Rail και του κατασκευαστή. Ρυθμίζει τη πίεση του καυσίμου στο τελείωμα του εμβόλου της αντλίας όπου αρχίζει η ροή της υψηλής πίεσης. Με αυτόν το τρόπο ρυθμίζει τη πίεση στο κοινό αγωγό. Επίσης προστατεύει το σύστημα υψηλής πίεσης από την υπερβολικά υψηλή πίεση σε περίπτωση κακής λειτουργίας. Η βαλβίδα αποτελείται από το πηνίο, ένα φορτισμένο (υπό πίεση) πείρο της βαλβίδας και μια μπίλια της βαλβίδας. Η θέση του πείρου ρυθμίζεται από τον εγκέφαλο της ECU, η οποία ενεργοποιεί τη βαλβίδα υψηλής πίεσης με ένα διαμορφωμένο (τετραγωνικό) σήμα. Ο έλεγχος της βαλβίδας ελέγχου πίεσης της κοινής γραμμής τελείται από τη μονάδα ελέγχου ECU. Εφόσον απαιτείται μείωση της πίεσης στην κοινή γραμμή τροφοδοσίας, η μονάδα ελέγχου θα τροφοδοτήσει τη βαλβίδα ελέγχου πίεσης με ρεύμα υψηλής έντασης. Η βαλβίδα ελέγχου πίεσης θα ανοίξει και ποσότητα καυσίμου θα περάσει από τη βαλβίδα και θα εξέλθει από το σωλήνα επιστροφής καυσίμου της κοινής γραμμής τροφοδοσίας.

---

<sup>50</sup> 1st ed. [ebook] Available at: <http://nefeli.lib.teicrete.gr/browse/stef/mhx/2014/DaktylidisAntonis/attached-document-1415698115-798156-24085/DaktylidisAntonis2014.pdf> [Accessed 14 May 2016].

Αποτέλεσμα αυτού θα είναι η εκτόνωση – μείωση της πίεσης του καυσίμου στην κοινή γραμμή τροφοδοσίας.<sup>51</sup>

### 3.8. ΤΥΠΟΙ ΒΑΛΒΙΔΩΝ ΕΛΕΓΧΟΥ ΠΙΕΣΗΣ

1. Ελέγχου πίεσης εξαγόμενου καυσίμου: Η βαλβίδα είναι τοποθετημένη στο τέλος της φλογέρας και διατηρεί σταθερή την πίεση στην φλογέρα, αυξάνοντας ή μειώνοντας την ποσότητα του επιστρεφόμενου καυσίμου. Τα πλεονεκτήματα του συστήματος με βαλβίδα ελέγχου εξαγόμενου καυσίμου είναι ότι μειώνει την θερμοκρασία του καυσίμου τροφοδοτώντας το σύστημα με την απαιτούμενη ποσότητα καυσίμου και ότι μειώνει τη ροπή κίνησης της αντλίας κατά 3~4 kg-m. Το μειονέκτημα του συστήματος είναι η δυσκολία στην μείωση της πίεσης του κοινού αγωγού κατά την φάση απότομης επιβράδυνσης.<sup>52</sup>

2. Ελέγχου πίεσης εισερχόμενου καυσίμου: Η βαλβίδα είναι ενσωματωμένη πάνω στην αντλία υψηλής πίεσης και ελέγχει την ποσότητα του καυσίμου που εισέρχεται στην αντλία υψηλής πίεσης από την αντλία χαμηλής πίεσης. Όταν η βαλβίδα ελέγχου πίεσης είναι απενεργοποιημένη, το καύσιμο από την αντλία χαμηλής πίεσης εισέρχεται με πίεση 4.5~6.0bar ξεπερνώντας την τάση του ελατηρίου της βαλβίδας και έτσι η βαλβίδα παραμένει ανοικτή. Μια μικρή ποσότητα καυσίμου χρησιμοποιείται για λίπανση της αντλίας και η υπόλοιπη ποσότητα καυσίμου περνάει μέσω της βαλβίδας και πιέζεται από την αντλία υψηλής πίεσης. Όταν ενεργοποιηθεί η βαλβίδα ελέγχου τότε κλείνει και παραμένει κλειστή μέχρι να υπάρξει ισορροπία ανάμεσα στην δύναμη που ασκεί ο ηλεκτρομαγνήτης στο ελατήριο και την δύναμη που ασκεί η υψηλή πίεση. Έτσι το καύσιμο από την αντλία χαμηλής πίεσης δεν μπορεί να περάσει και επιστρέφει μέσω του αγωγού επιστροφής πίσω στην αντλία.<sup>53</sup>

Η αντλία υψηλής πίεσης κινείται από ένα έκκεντρο το οποίο παίρνει κίνηση από τον στροφαλοφόρο άξονα του κινητήρα. Η πίεση του καυσίμου ρυθμίζεται από μια βαλβίδα που λειτουργεί με τη σταθερή πίεση ενός ελατηρίου. Η βαλβίδα ανοίγει

---

<sup>51</sup> 1st ed. [ebook] Available at: <http://nefeli.lib.teicrete.gr/browse/stef/mhx/2014/DaktylidisAntonis/attached-document-1415698115-798156-24085/DaktylidisAntonis2014.pdf> [Accessed 14 May 2016].

<sup>52</sup> 1st ed. [ebook] Available at: <http://nefeli.lib.teicrete.gr/browse/stef/mhx/2014/DaktylidisAntonis/attached-document-1415698115-798156-24085/DaktylidisAntonis2014.pdf> [Accessed 14 May 2016].

<sup>53</sup> 1st ed. [ebook] Available at: <http://nefeli.lib.teicrete.gr/browse/stef/mhx/2014/DaktylidisAntonis/attached-document-1415698115-798156-24085/DaktylidisAntonis2014.pdf> [Accessed 14 May 2016].

όταν η πίεση του καυσίμου υπερβεί τη δύναμη της πίεσης του ελατηρίου της βαλβίδας και το καύσιμο που περισσεύει επιστρέφει ξανά στην είσοδο της αντλίας τροφοδοσίας. Η βαλβίδα ρύθμισης της πίεσης καυσίμου της αντλίας τροφοδοσίας όταν είναι ανοικτή διακόπτει τη παροχή καυσίμου της αντλίας υψηλής πίεσης και χρησιμοποιείται για τη διακοπή της λειτουργίας του κινητήρα μόνο σε περίπτωση ανάγκης. Η διακοπή της λειτουργίας του κινητήρα γίνεται επιλεκτικά είτε σταματώντας τη λειτουργία των μπεκ είτε από τη βαλβίδα ρύθμισης της πίεσης της αντλίας υψηλής πίεσης διακόπτοντας τη πίεση του καυσίμου στο υποσύστημα υψηλής πίεσης.

### 3.9. ΑΝΤΛΙΑ ΥΨΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ-ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΜΕ ΣΥΜΒΑΤΙΚΕΣ

Το υποσύστημα υψηλής πίεσης έχει σκοπό να δημιουργεί την απαραίτητη πίεση, να την αποθηκεύει και να τη ρυθμίζει. Η υψηλή πίεση αυτή δημιουργείται από την αντλία υψηλής πίεσης η οποία είναι περιστροφική και εμβολοφόρα ταυτόχρονα. Αποτελείται από τρία έμβολα που είναι τοποθετημένα κατά 120° μοίρες το ένα από το άλλο περιμετρικά. Τα έμβολα με τη κίνησή τους δημιουργούν την απαιτούμενη πίεση του καυσίμου, ανεξάρτητα από τις στροφές του κινητήρα που παίρνουν κίνηση από το έκκεντρο του εκκεντροφόρου εξαγωγής και καταθλίβουν το καύσιμο στο συγκεντρωτικό σωλήνα.<sup>54</sup>

Η ουσιαστική διαφορά από τις συμβατικές περιστροφικές αντλίες έγκειται στο γεγονός ότι δεν υπάρχει πλέον υδραυλική κεφαλή ρότορα που περιστρέφεται. Με αυτό τον τρόπο εξαλείφονται πιθανά προβλήματα ανοχής εξαιτίας της δυναμικής πίεσης. Ο λόγος οφείλεται στο γεγονός ότι η υψηλή πίεση αναπτύσσεται πλέον στο στερεό τμήμα της αντλίας. Όταν το καύσιμο περάσει από τη βαλβίδα, σε ποσότητα που καθορίζεται από τη μονάδα ελέγχου ECU, διέρχεται από τη θύρα εισόδου στο θάλαμο συμπίεσης. Το καύσιμο συμπιέζεται από τα τρία ακτινωτά κυλινδρικά έμβολα και η πίεση αυξάνεται έως και τα 1.600 bar. Στη συνέχεια το καύσιμο εξέρχεται από τη θύρα εξόδου προς το σωλήνα υψηλής πίεσης, μέσω του οποίου το καύσιμο θα φτάσει στην κοινή γραμμή τροφοδοσίας καυσίμου. Σε περίπτωση που καύσιμο δεν περάσει από τη βαλβίδα, το έμβολο θα παραμείνει στο πάνω τμήμα του θαλάμου και μόνο το στέλεχος θα κινείται, χωρίς να υπάρχει συμπίεση.

---

<sup>54</sup> 1st ed. [ebook] Available at: <http://nefeli.lib.teicrete.gr/browse/stef/mhx/2014/DaktylidisAntonis/attached-document-1415698115-798156-24085/DaktylidisAntonis2014.pdf> [Accessed 14 May 2016].

Οι συμβατικές μηχανικές αντλίες έγχυσης καυσίμου, εξασφαλίζουν τη διανομή καυσίμου υπό πίεση στους εγχυτήρες. Είναι δε απαραίτητο να ρυθμιστούν με τέτοιο τρόπο, ώστε η έγχυση να γίνεται τον κατάλληλο χρόνο και στο κατάλληλο σημείο στη διάρκεια του κύκλου λειτουργίας. Οι αντλίες υψηλής πίεσης των συστημάτων ψεκασμού Common Rail, δε χρησιμοποιούνται πλέον για τη διανομή του καυσίμου στον κατάλληλο χρόνο (χρονισμός) και γι' αυτό το λόγο δεν είναι απαραίτητη η τοποθέτησή τους σε συγκεκριμένη θέση σε σχέση με την περιστροφή του κινητήρα.<sup>55</sup>

Παρ' όλα αυτά, οι αντλίες είναι θεμιτό να τοποθετούνται σε συγκεκριμένη θέση, ώστε να επιτυγχάνεται συγχρονισμός στις μεταβολές της ροπής που προκαλούνται, με αποτέλεσμα οι μεταβολές να μειώνονται. Ο απαιτούμενος χρόνος για να επιτευχθεί ικανοποιητική πίεση στην κοινή γραμμή τροφοδοσίας καυσίμου ώστε ο κινητήρας να ξεκινήσει, εξαρτάται από τον όγκο του συστήματος (μήκος σωληνώσεων, προσδιορισμός κοινής γραμμής, κλπ.). Σκοπός του συστήματος είναι η επίτευξη πίεσης 200bar σε 1,5 περιστροφή του κινητήρα. Η λίπανση και η ψύξη της αντλίας επιτυγχάνεται με την κυκλοφορία του καυσίμου, το οποίο φέρει λιπαντικές ιδιότητες. Η ελάχιστη ροή που απαιτείται για να εξασφαλιστεί η απρόσκοπτη λειτουργία της αντλίας είναι 50 l/h, ενώ για τη λίπανση των εμπρόσθιων ρουλεμάν, χρησιμοποιείται το λάδι του κινητήρα.<sup>56</sup>

### 3.10. ΚΟΙΝΗ ΓΡΑΜΜΗ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ

Ο ρόλος της κοινής γραμμής τροφοδοσίας καυσίμου, είναι η αποθήκευση και συγκράτηση του καυσίμου που μεταφέρεται από την αντλία υψηλής πίεσης. Παρ' όλο το γεγονός ότι οι εγχυτήρες εγχύουν συνεχώς καύσιμο που λαμβάνουν από την κοινή γραμμή, η πίεση του καυσίμου της κοινής γραμμής διατηρείται σε ένα συγκεκριμένο επίπεδο που καθορίζεται κάθε φορά από τη μονάδα ελέγχου ECU. Ειδικότερα, η πίεση του καυσίμου καθορίζεται από τη βαλβίδα ελέγχου πίεσης κοινής γραμμής τροφοδοσίας και τη ρυθμιστική βαλβίδα πίεσης καυσίμου, ενώ την παρακολούθηση της πίεσης αναλαμβάνει ο αισθητήρας πίεσης καυσίμου της κοινής γραμμής τροφοδοσίας

---

<sup>55</sup> 1st ed. [ebook] Available at: <http://nefeli.lib.teicrete.gr/browse/stef/mhx/2014/DaktylidisAntonis/attached-document-1415698115-798156-24085/DaktylidisAntonis2014.pdf> [Accessed 14 May 2016].

<sup>56</sup> 1st ed. [ebook] Available at: <http://nefeli.lib.teicrete.gr/browse/stef/mhx/2014/DaktylidisAntonis/attached-document-1415698115-798156-24085/DaktylidisAntonis2014.pdf> [Accessed 14 May 2016].

καυσίμου. Στη διατήρηση της πίεσης και την αποτελεσματικότητα της κοινής γραμμής τροφοδοσίας, σημαντικό ρόλο παίζει η μοναδική ελαστικότητα του καυσίμου.<sup>57</sup>



Η κοινή γραμμή τροφοδοσίας καυσίμου αποθηκεύει το υψηλής πίεσης καύσιμο. Λόγω της διανομής από την αντλία υψηλής πίεσης, η πίεση διατηρείται πάντα στη γραμμή, ενώ ο όγκος του καυσίμου μειώνεται κατά τη λειτουργία των εγχυτήρων. Η κοινή γραμμή χρησιμοποιείται για όλους τους κυλίνδρους. Ακόμη, στην περίπτωση μεγάλης ποσότητας διαρροής καυσίμου, η κοινή γραμμή διατηρεί την εσωτερική της πίεση. Αυτό σημαίνει ότι η πίεση έγχυσης διατηρείται ακόμα και όταν οι εγχυτήρες ενεργοποιούνται συνεχώς για τον ψεκάσμό. Ο αισθητήρας πίεσης μετράει τη στιγμιαία πίεση στον αγωγό, με μεγάλη ακρίβεια και γρήγορα. Το υπό πίεση καύσιμο ενεργεί στο διάφραγμα του αισθητήρα, μετατρέποντας την πίεση σε ηλεκτρικό σήμα, που μεταφέρεται σε ένα ηλεκτρονικό κύκλωμα που το ενισχύει και το στέλνει στον εγκέφαλο. Όταν αλλάξει το σχήμα του διαφράγματος (περίπου 1mm στα 1500 bar) προκαλεί μεταβολή τάσης κατά 5V στις άκρες της γέφυρας. Η αλλαγή τάσης είναι ανάμεσα στα 0.70mV (ανάλογα την πίεση) και ενισχύεται από το ηλεκτρονικό κύκλωμα στα 0.5 - 4.5V. Η ακριβής μέτρηση της πίεσης του αγωγού είναι απαραίτητη για τη σωστή λειτουργία του συστήματος. Εάν χαλάσει ο αισθητήρας η βαλβίδα ελέγχου ενεργοποιείται βάσει προγράμματος 'ανάγκης'.<sup>58</sup>

<sup>57</sup> 1st ed. [ebook] Available at: <http://nefeli.lib.teicrete.gr/browse/stef/mhx/2014/DaktylidisAntonis/attached-document-1415698115-798156-24085/DaktylidisAntonis2014.pdf> [Accessed 14 May 2016].

<sup>58</sup> 1st ed. [ebook] Available at: <http://nefeli.lib.teicrete.gr/browse/stef/mhx/2014/DaktylidisAntonis/attached-document-1415698115-798156-24085/DaktylidisAntonis2014.pdf> [Accessed 14 May 2016].

### 3.11. ΒΑΛΒΙΔΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

Η λειτουργία είναι ίδια όπως της βαλβίδας υπερπίεσης. Σε περίπτωση που η πίεση στον αγωγό υπερβεί την τιμή του ανώτατου ορίου τότε ανοίγει η βαλβίδα ασφαλείας και μέρος από το καύσιμο φεύγει από την θυρίδα διαφυγής .

Ο ρόλος των εγχυτήρων του συστήματος ψεκασμού Common Rail, ανάγεται στην άμεση και ακριβή έγχυση του υψηλής πίεσης καυσίμου στους κυλίνδρους, κάτω από όλες τις συνθήκες λειτουργίας του κινητήρα. Για την επίτευξη πολλαπλών εγχύσεων σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα χωρίς μεγάλη εκπεμπόμενη αποβολή θερμότητας και λαμβάνοντας υπόψη ότι η μέγιστη πίεση έγχυσης φθάνει τα 1600 bar με αποτέλεσμα να απαιτούνται πολύ μεγάλες δυνάμεις για την ανύψωση της βελόνας των εγχυτήρων, ο σχεδιασμός τους επιβάλλει ένα συνδυασμό ηλεκτρομαγνητικού ενεργοποιητή και έμμεσων τρόπων ελέγχου όπως τη βαλβίδα ελέγχου τύπου μπίλιας και την εκκένωση καυσίμου. Ο εγχυτήρας χρησιμοποιεί τη βαλβίδα έγχυσης (σχήματος βελόνας), μέσω της οποίας το καύσιμο φτάνει στις οπές ψεκασμού. Η μάζα της βελόνας του εγχυτήρα είναι πολύ μικρή, γεγονός που επιτρέπει τη διάρκεια ανοίγματος και κλεισίματος σε χρόνο μικρότερο από ένα χιλιοστό του δευτερολέπτου. Οι οπές ψεκασμού στην άκρη του ακροφυσίου δημιουργούν έναν κωνικό κρουνό, που εξασφαλίζει τη διασπορά του καυσίμου σε μικρότατα σωματίδια. Κατά συνέπεια και η βελόνα του εγχυτήρα στο ένα της άκρο έχει διαμόρφωση σχήματος κώνου. Οι οπές ψεκασμού έχουν διάμετρο ίσο περίπου με το μέγεθος μιας τρίχας.<sup>59</sup>

Η πίεση ψεκασμού καθορίζεται από την τελική απαιτούμενη ποσότητα έγχυσης, τη θερμοκρασία του ψυκτικού υγρού και το φορτίο του κινητήρα. Κατά την εκκίνηση του κινητήρα, ο υπολογισμός αυτός τελείται βάση της θερμοκρασίας του ψυκτικού υγρού και την ατμοσφαιρική πίεση. Η διάρκεια έγχυσης είναι ανάλογη της έντασης του ρεύματος με την οποία ενεργοποιείται ο κάθε εγχυτήρας. Η ποσότητα έγχυσης καθορίζεται από τη θερμοκρασία του ψυκτικού υγρού, τη θερμοκρασία καυσίμου, τη θερμοκρασία του αέρα και την ποσότητα του αέρα που εισέρχεται στο θάλαμο καύσης.<sup>60</sup>

---

<sup>59</sup> 1st ed. [ebook] Available at: <http://nefeli.lib.teicrete.gr/browse/stef/mhx/2014/DaktylidisAntonis/attached-document-1415698115-798156-24085/DaktylidisAntonis2014.pdf> [Accessed 14 May 2016].

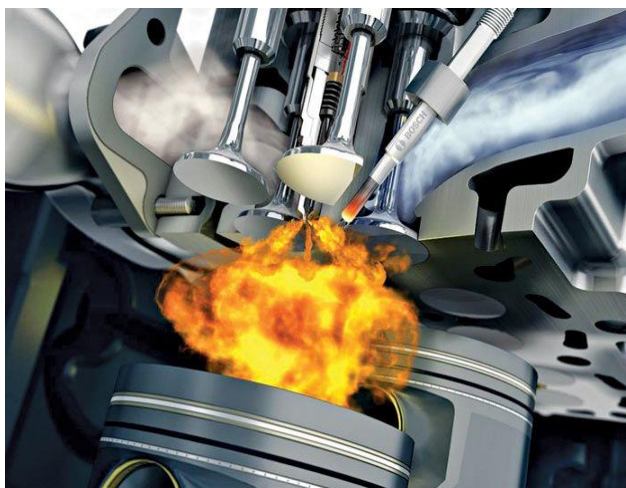
<sup>60</sup> 1st ed. [ebook] Available at: <http://nefeli.lib.teicrete.gr/browse/stef/mhx/2014/DaktylidisAntonis/attached-document-1415698115-798156-24085/DaktylidisAntonis2014.pdf> [Accessed 14 May 2016].

### 3.12. ΠΙΛΟΤΙΚΗ ΕΓΧΥΣΗ-ΠΡΟΨΕΚΑΣΜΟΣ

Η διάρκεια της πιλοτικής έγχυσης είναι ανάλογη της διάρκειας της κύριας έγχυσης και υπολογίζεται βάση της τελικής εγχυόμενης ποσότητας, του φορτίου του κινητήρα και της θερμοκρασίας του ψυκτικού υγρού. Όταν η θερμοκρασία του κινητήρα είναι χαμηλή (κρύα εκκίνηση κινητήρα), τελούνται δυο πιλοτικές εγχύσεις, ενώ όσο η θερμοκρασία αυξάνεται η πιλοτική έγχυση περιορίζεται στη μια. Σε υψηλές στροφές δεν πραγματοποιούνται πιλοτικές εγχύσεις, καθώς ο χρόνος έγχυσης είναι πάρα πολύ μικρός. Ο χρόνος του πιλοτικού ψεκασμού είναι  $0^{\circ} - 40^{\circ}$  πριν ΑΝΣ και παίρνει τιμές σε ολόκληρο το εύρος ταχυτήτων.<sup>61</sup>

### 3.13. ΚΥΡΙΑ ΕΓΧΥΣΗ

Η μονάδα ελέγχου ECU υπολογίζει τη διάρκεια της κύριας έγχυσης βάση του φορτίου του κινητήρα και την τελική απαιτούμενη ποσότητα έγχυσης και πραγματοποιεί πολλαπλές διορθώσεις προκειμένου να εγχύεται πάντα η ιδανική ποσότητα καυσίμου.<sup>62</sup>



<sup>61</sup> 1st ed. [ebook] Available at: <http://nefeli.lib.teicrete.gr/browse/stef/mhx/2014/DaktylidisAntonis/attached-document-1415698115-798156-24085/DaktylidisAntonis2014.pdf> [Accessed 14 May 2016].

<sup>62</sup> 1st ed. [ebook] Available at: <http://nefeli.lib.teicrete.gr/browse/stef/mhx/2014/DaktylidisAntonis/attached-document-1415698115-798156-24085/DaktylidisAntonis2014.pdf> [Accessed 14 May 2016].

### 3.14. ΜΕΤΕΓΧΥΣΗ

Στόχος της μετέγχυσης είναι να επιτρέψει επαρκή ποσότητα πετρελαίου να φτάσει στο φίλτρο συγκράτησης μικροσωματιδίων, προκειμένου να καεί – οξειδωθεί ώστε να αυξηθεί η θερμοκρασία του φίλτρου και να καούν τα μικροσωματίδια.<sup>63</sup>

### 3.15. ΣΚΟΠΟΣ ΤΟΥ ΠΡΟΨΕΚΑΣΜΟΥ

Οι σκοποί του προψεκασμού είναι οι εξής:

- Μείωση : - Θορύβου καύσης - Εκπομπών άκαυστων υδρογονανθράκων (HC)
- Κατανάλωσης (αργοπορία έναρξης ψεκασμού)<sup>64</sup>

### 3.16. ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΠΡΟΨΕΚΑΣΜΟΥ

Οι συνέπειες του προψεκασμού είναι οι εξής:

- Προετοιμασία του θαλάμου καύσης για το κύριο ψεκασμό όσον αφορά τη πίεση και τη θερμοκρασία του
- Μείωση αβάνς κύριου ψεκασμού
- Μείωση θορύβου
- Βελτιστοποίηση της καύσης<sup>65</sup>

### 3.17. ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΔΕΥΤΕΡΕΥΟΝΤΑ ΨΕΚΑΣΜΟΥ

Οι συνέπειες του δευτερεύοντα ψεκασμού είναι οι εξής:

- Μείωση εκπομπής NOx
- Ψεκάζεται μια συγκεκριμένη ποσότητα καυσίμου κατά την εξαγωγή
- Μικρή αύξηση της κατανάλωσης<sup>66</sup>

---

<sup>63</sup> 1st ed. [ebook] Available at: <http://nefeli.lib.teicrete.gr/browse/stef/mhx/2014/DaktylidisAntonis/attached-document-1415698115-798156-24085/DaktylidisAntonis2014.pdf> [Accessed 14 May 2016].

<sup>64</sup> 1st ed. [ebook] Available at: <http://nefeli.lib.teicrete.gr/browse/stef/mhx/2014/DaktylidisAntonis/attached-document-1415698115-798156-24085/DaktylidisAntonis2014.pdf> [Accessed 14 May 2016].

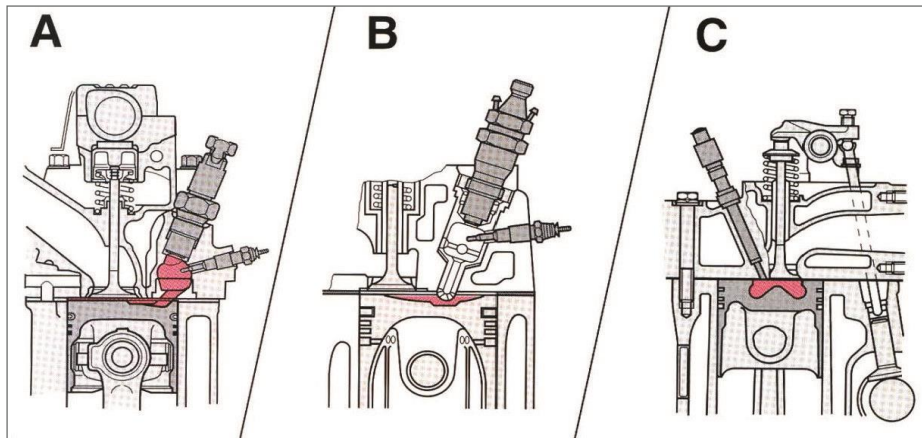
<sup>65</sup> 1st ed. [ebook] Available at: <http://nefeli.lib.teicrete.gr/browse/stef/mhx/2014/DaktylidisAntonis/attached-document-1415698115-798156-24085/DaktylidisAntonis2014.pdf> [Accessed 14 May 2016].

<sup>66</sup> 1st ed. [ebook] Available at: <http://nefeli.lib.teicrete.gr/browse/stef/mhx/2014/DaktylidisAntonis/attached-document-1415698115-798156-24085/DaktylidisAntonis2014.pdf> [Accessed 14 May 2016].



**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΨΥΧΡΗΣ ΕΚΚΙΝΗΣΗΣ**  
**ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΚΙΝΗΤΗΡΩΝ**





A. Στον θάλαμο

B. Στον προθάλαμο καύσης

C. Στον θάλαμο καύσης

#### 4.1. ΕΙΔΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΚΙΝΗΤΗΡΩΝ

Τα συστήματα προθέρμανσης που χρησιμοποιούνται διακρίνονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες: α) προθερμαντήρες αέρα εισαγωγής και β) προθερμαντήρες θαλάμου καύσης.

##### 4.1.1. ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΤΗΡΕΣ ΑΕΡΑ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ

Οι προθερμαντήρες αέρα εισαγωγής τοποθετούνται στη ροή του εισερχόμενου αέρα τον οποίο και θερμαίνουν είτε με φλόγα που παράγεται από την καύση καυσίμου είτε με θερμαινόμενη ηλεκτρική αντίσταση (θερμαινόμενη φλάντζα). Οι δε προθερμαντήρες θαλάμου καύσης τοποθετούνται στην κυλινδροκεφαλή του κινητήρα με τέτοιο τρόπο ώστε η πυρακτωμένη άκρη του προθερμαντήρα να βρίσκεται στον θάλαμο καύσης.

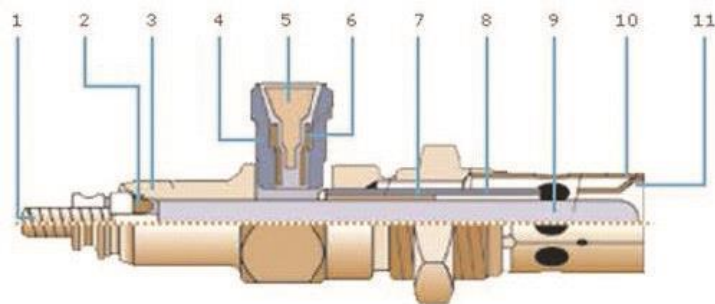
##### 4.1.2. ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΤΗΡΕΣ ΠΥΡΑΚΤΩΣΗΣ ΓΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΚΚΙΝΗΣΗΣ ΜΕ ΦΛΟΓΑ

Χρησιμοποιείται κυρίως σε φορτηγά αυτοκίνητα, καθώς οι ανάγκες θερμικής ισχύος των πετρελαιοκινητήρων μεγάλου κυβισμού καθιστούν αναγκαία τη

χρήση συστημάτων εκκίνησης με φλόγα. Ο αέρας αναρρόφησης θερμαίνεται συνήθως για τη βελτίωση της ικανότητας εκκίνησης και τη μείωση των εκπομπών. Στην πραγματικότητα, ο εν λόγω προθερμαντήρας είναι ένας μικρός καυστήρας και προσαρμόζεται στην πολλαπλή εισαγωγής των διαφόρων κινητήρων.



**Προθερμαντήρας πυράκτωσης με φλόγα**



1. Ηλεκτρική σύνδεση
  2. Μόνωση
  3. Περίβλημα προθερμαντήρα
  4. Σύνδεση καυσίμου
  5. Τροφοδοσία καυσίμου
  6. Δοσομετρική διάταξη
  7. Φίλτρο εξατμιστήρα
  8. Σωλήνας εξατμιστήρα
  9. Ηλεκτρικά θερμαινόμενη ράβδος πυράκτωσης
  10. Προστατευτικός σωλήνας
  11. Περίβλημα φλόγας
- Μέρη προθερμαντήρα πυράκτωσης με φλόγα

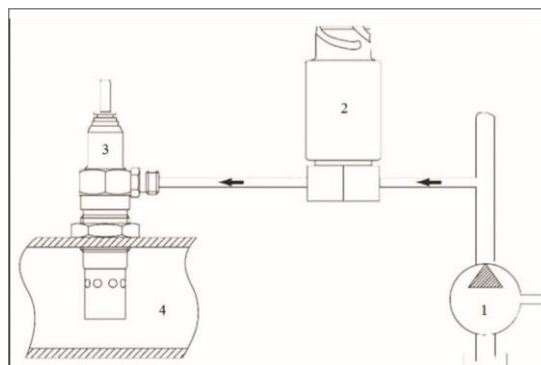
Ένα πλήρες σύστημα εκκίνησης με φλόγα περιλαμβάνει: α) την ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου, β) τον προθερμαντήρα πυράκτωσης με φλόγα, γ) την ενδεικτική λυχνία δ) την ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα και ε) τον αισθητήρα θερμοκρασίας.



#### **4.1.2.1. ΜΕΡΗ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΜΕ ΦΛΟΓΑ**

Ένας προθερμαντήρας με φλόγα αποτελείται από μία ηλεκτρική αντίσταση σπειροειδούς μορφής που συνδέεται με την μπαταρία του οχήματος και από ένα μεταλλικό περίβλημα προσαρμογής στην πολλαπλή εισαγωγής που καταλήγει σε ένα διάτρητο σωλήνα. Στην είσοδο της βαλβίδας προσαρμόζεται το άκρο ενός σωλήνα για την προσαγωγή του καυσίμου. Όταν ο οδηγός περιστρέψει τον διακόπτη έναυσης στη θέση προθέρμανσης, η αντίσταση που υπάρχει στο εσωτερικό του προθερμαντήρα πυρακτώνεται. Το καύσιμο προωθείται μέσω μαγνητικής βαλβίδας στη ζώνη εξάτμισης του προθερμαντήρα πυράκτωσης με φλόγα. Στον ειδικό διάτρητο σωλήνα που βρίσκεται στην άκρη του προθερμαντήρα, αναμειγνύονται καύσιμο και αέρας αναρρόφησης. Το μείγμα αναφλέγεται στη θερμαντική ράβδο. Κατ' αυτόν τον τρόπο δημιουργείται φλόγα που θερμαίνει επιπρόσθετα τον αέρα αναρρόφησης, εξασφαλίζοντας έτσι την ασφαλή, άνετη και φιλική προς το περιβάλλον κρύα εκκίνηση ακόμη και σε χαμηλές θερμοκρασίες. Ο προστατευτικός σωλήνας ηρεμεί τη φλόγα και βελτιώνει τη σταθερότητά της.

1. Αντλία καυσίμου μονάδα.
2. Ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα.
3. Προθερμαντήρας φλόγας.
4. Αέρας εισαγωγής. Εγκατάσταση του συστήματος εκκίνησης με φλόγα



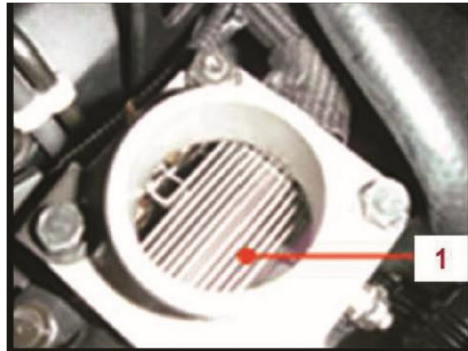
#### 4.1.2.2. ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΚΚΙΝΗΣΗΣ ΜΕ ΦΛΟΓΑ

- Γρήγορη και αξιόπιστη εκκίνηση ακόμη και σε ακραίες χαμηλές θερμοκρασίες.
- Χρόνος προθέρμανσης μόλις 15 έως 20 δευτερόλεπτα.
- Βελτιστοποιημένη καύση με συνέπεια τη σημαντικά μειωμένη εκπομπή ρύπων κατά το στάδιο της προθέρμανσης.
- Ομαλή λειτουργία του κινητήρα χωρίς κτύπους (κροτάλισμα).
- Χρόνος μεταθέρμανσης έως 6 λεπτά.
- Για τάση οχήματος 12 και 24 Volt.
- Απόλυτη προσαρμογή στον εκάστοτε τύπο κινητήρα: Προθερμαντήρας πυράκτωσης με φλόγα, ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες και αισθητήρες θερμοκρασίας.

#### 4.1.2.3. ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΤΗΡΕΣ ΑΕΡΑ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ ΜΕ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ / ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΕΣ ΦΛΑΝΤΖΕΣ

Το θερμαντικό στοιχείο (αντίσταση) βρίσκεται τοποθετημένο μέσα στην πολλαπλή εισαγωγής. Ο έλεγχός του είναι παρόμοιος με αυτόν των προθερμαντήρων, θερμαίνεται και πυρακτώνεται η αντίσταση και ο εισερχόμενος αέρας θερμαίνεται με τη σειρά του, από την επαφή του με αυτήν. Η μόνη διαφορά είναι ένα επιπρόσθετο σήμα ατμοσφαιρικής πίεσης το οποίο απαιτείται για τον υπολογισμό της πυκνότητας του αέρα με σκοπό να αποφευχθεί ζημιά στο θερμαντικό στοιχείο εξαιτίας υ-

περθέρμανσης. Σε μερικές περιπτώσεις συνδυάζεται και συνεργάζεται με προθερμαντήρες θαλάμου καύσης.



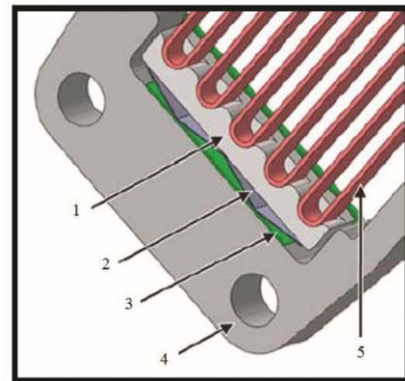
1. Θερμαντικό στοιχείο

#### Προθερμαντήρας αέρα εισαγωγής με ηλεκτρική αντίσταση

Χρησιμοποιείται ως εναλλακτική λύση για τη θέρμανση του αέρα εισαγωγής σε κινητήρες φορτηγών με κυβισμό έως 12 lt αντί του συστήματος πυράκτωσης με φλόγα. Οι θερμαντικές φλάντζες διακρίνονται σε ρυθμιζόμενες και μη ρυθμιζόμενες.

Μέρη προθερμαντήρα αέρα εισαγωγής με ηλεκτρική αντίσταση.

1. Μόνωση.
2. Επίπεδο ελατήριο.
3. Σημεία εφαρμογής.
4. Αλουμιένιο πλαίσιο – σώμα.
5. Αντίσταση(ταινία) θέρμανσης.



Τεχνικά χαρακτηριστικά συστημάτων με θερμαντική φλάντζα

- Γρήγορη προθέρμανση.
- Μεγάλη διάρκεια ζωής
- Εξαιρετική αποτελεσματικότητα στη μείωση των εκπομπών ρύπων.

## 4.2. ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΤΗΡΕΣ ΘΑΛΑΜΟΥ ΚΑΥΣΗΣ

Ένα σύστημα προθέρμανσης κινητήρα εκτελεί τις παρακάτω λειτουργίες:

Προθέρμανση / μεταθέρμανση θαλάμου καύσεως κινητήρα.

Ενεργοποίηση μονάδας προθέρμανσης μέσω ηλεκτρονικής μονάδας ελέγχου κινητήρα.

Ανίχνευση θερμοκρασίας και φορτίου κινητήρα.

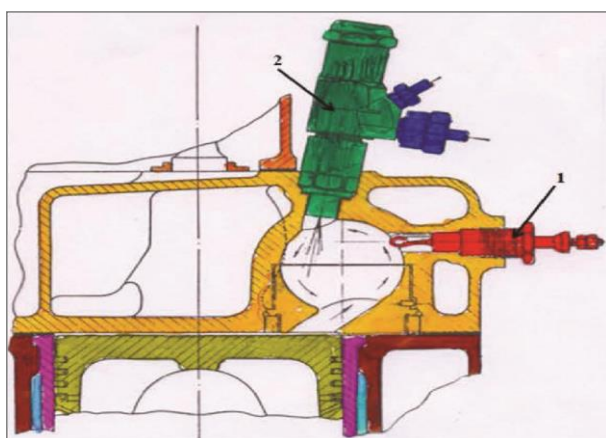
Έλεγχος χρόνου προθέρμανσης / μεταθέρμανσης.

Έλεγχος ενδεικτικής λυχνίας προθέρμανσης.

Μετάδοση πληροφορίας αυτοδιάγνωσης και κατάστασης λειτουργίας προθερμαντήρων, στη μονάδα ελέγχου ECM.

### 4.2.1. ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΙ ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΤΗΡΕΣ ΣΠΕΙΡΟΕΙΔΟΥΣ ΤΥΠΟΥ

Ένας προθερμαντήρας σπειροειδούς τύπου αποτελείται από μία αντίσταση που έχει σχήμα σπείρας (χαρακτηριστικό που αποτυπώθηκε στην ενδεικτική λυχνία λειτουργίας των προθερμαντήρων). Το υλικό κατασκευής της αντίστασης είναι ο χάλυβας με προσμείξεις χρωμίου και νικελίου (χρωμιονικελιούχος χάλυβας) και συνήθης διάμετρος από 2 – 4 mm. Τοποθετείται στην κυλινδροκεφαλή του κινητήρα έτσι ώστε η αντίσταση να βρίσκεται στον θάλαμο καύσης. Τα άκρα της αντίστασης είναι μονωμένα μεταξύ τους και με το μεταλλικό περίβλημα του προθερμαντήρα. Εξαιτίας αυτού οι προθερμαντήρες λέγονται και διπολικοί.



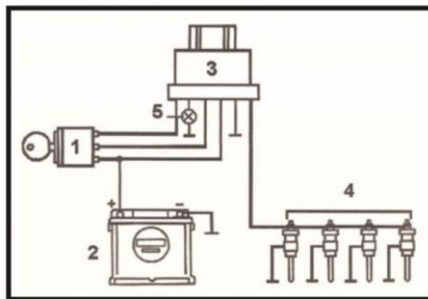
1. Προθερμαντήρας, 2. Μπεκ.



Ενδεικτική λυχνία

Θέση προθερμαντήρα σε θάλαμο στροβιλισμού.

Οι προθερμαντήρες συνδέονται μεταξύ τους σε σειρά και με την ενδεικτική λυχνία καθώς και με μια αντίσταση ελέγχου. Όταν ο οδηγός γυρίσει τον διακόπτη έναυσης στην πρώτη σκάλα το κύκλωμα διαρρέεται από ρεύμα έντασης 35 – 40 Α. Η συνολική αντίσταση του κυκλώματος προκαλεί μια πτώση τάσης που είναι ίση με την τάση του συσσωρευτή. Οι αντιστάσεις των προθερμαντήρων θερμαίνονται και φθάνουν σε θερμοκρασίες των 900 – 1.000°C οπότε και πυρακτώνονται. Μετά από χρονικό διάστημα συνήθως κάποιων δευτερολέπτων (ανάλογα με την εξωτερική θερμοκρασία και τη θερμοκρασία του κινητήρα) η ενδεικτική λυχνία σβήνει, υποδεικνύοντας ότι οι προθερμαντήρες έχουν φθάσει στην επιθυμητή θερμοκρασία.

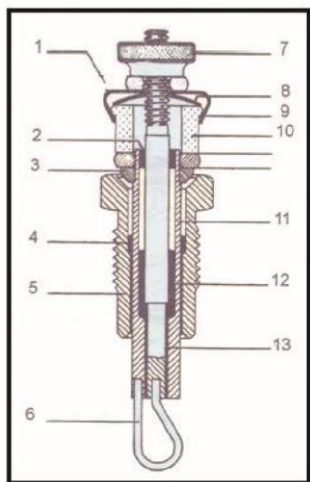


1. Διακόπτης έναυσης
2. Μπαταρία
3. Ρελέ
4. Προθερμαντήρες
5. Ενδεικτική λυχνία

#### Συνδεσμολογία προθερμαντήρων

Όταν ο οδηγός γυρίζει τον διακόπτη έναυσης στη δεύτερη σκάλα, το κύκλωμα προθέρμανσης διακόπτεται και κλείνει το κύκλωμα εκκίνησης (μίζα) για την εκκίνηση του κινητήρα. Η θερμοκρασία του εισερχόμενου αέρα αυξάνεται και από τη συμπίεση αλλά και από την επαφή του με την πυρακτωμένη αντίσταση του προθερμαντήρα καθιστώντας έτσι ευκολότερη την ανάφλεξη του καυσίμου που ψεκάζεται. Το κυριότερο μειονέκτημα αυτών των προθερμαντήρων (μονοπολικί προθερμαντήρες) είναι ότι, λόγω της συνδεσμολογίας τους (σε σειρά), αν ένας από αυτούς δεν λειτουργεί λόγω βλάβης δεν λειτουργεί κανένας, με αποτέλεσμα τη δυσκολία στην εκκίνηση του κινητήρα. Χρησιμοποιείται σε παλαιότερα πετρελαιοκίνητα οχήματα καθώς και σε ελκυστήρες σε μηχανήματα τεχνικών έργων και σε σταθερούς κινητήρες. Το μειονέκτημα αυτό εξαλείφθηκε με τη χρήση διπολικών προθερμαντήρων συνδεδεμένων παράλληλα.





- 1.Ράβδος επαφής.
- 2.Μονωτικό υλικό.
- 3.Κολάρο.
- 4.Μονωτής.
- 5.Σώμα στερέωσης.
- 6.Σύρμα.
- 7.Ειδικός κοχλίας.
- 8.Ροδέλα ειδικού τύπου.
- 9.Μεταλλικό κάλυμμα.
- 10.Μόνωση σύνδεσης.
- 11.Εξωτερικό ηλεκτρόδιο.
- 12.Μονωτής.
- 13.Κεντρικό ηλεκτρόδιο.

#### Τεχνικά χαρακτηριστικά

- Συρμάτινο σπείρωμα ως θερμαντικό στοιχείο.
- Στιβαρή κατασκευή, ανθεκτικά στους κραδασμούς για φορτηγά αυτοκίνητα και στατικούς κινητήρες.
- Αντοχή στους ισχυρούς κραδασμούς σε μονοπολική και διπολική έκδοση.<sup>67</sup>

### 4.3. ΣΥΣΤΗΜΑ ΨΥΧΡΗΣ ΕΚΚΙΝΗΣΗΣ

Όταν η μηχανή παίρνει εμπρός, πρέπει να ψεκαστεί πρόσθετο καύσιμο, γιατί μέρος του καυσίμου αυτού συμπυκνώνεται στα κρύα τοιχώματα του κυλίνδρου. Υπάρχουν δύο τρόποι για να αντιμετωπισθεί η κατάσταση: Πρώτος τρόπος: έλεγχος του ξεκινήματος με τη βοήθεια του εγκέφαλου και του μπεκ. Ο εγκέφαλος παίρνοντας σήμα για την κρύα μηχανή από τον διακόπτη της μηχανής, δίνει εντολή στα μπεκ να μείνουν περισσότερο χρόνο ανοικτά. Μόλις γυρίσουμε το διακόπτη της μηχανής, το ρελέ τροφοδοτεί με ρεύμα και ενεργοποιεί το μπεκ ψυχρής εκκίνησης. Το μπεκ αυτό, ψεκάζει καύσιμο μέσα στην πολλαπλή, για να κάνει πιο πλούσιο το μίγμα για όλους τους κυλίνδρους. Όταν το μπεκ δε δέχεται ρεύμα, ένα ελατήριο πιέζει τον κινητό οπλισμό του πηνίου επάνω στην έδρα του και η βαλβίδα του μπεκ ανοίγει και ψεκάζει καύσιμο. Το μπεκ για κρύο ξεκίνημα, είναι τοποθετημένο στην πολλαπλή ει-

<sup>67</sup> Αρκούλης. Ν. Και Γιάννος. Γ.(2014). ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΚΙΝΗΣΗΣ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΩΝ. Αθήνα. Εκδόσεις ΙΜΕ ΓΣΕΒΕΕ.

σαγωγής και ψεκάζει κατά τη φορά του ρεύματος της πεταλούδας. Το μπεκ για κρύο ξεκίνημα λειτουργεί πάντοτε σε συνδυασμό με το θερμικό χρονοδιακόπτη.<sup>68</sup>

Κατά την ψυχρή εκκίνηση υπάρχουν απώλειες καυσίμου, λόγω υγροποίησης ενός μέρους του καυσίμου στο μίγμα. Για την αντιστάθμιση αυτών των απωλειών και τη διευκόλυνση της εκκίνησης του κρύου κινητήρα, πρέπει κατά τη στιγμή της εκκίνησης να ψεκάζεται επιπλέον καύσιμο. Ο ψεκασμός αυτής της συμπληρωματικής ποσότητας καυσίμου μέσα στο κανάλι της εισαγωγής, επιτυγχάνεται μέσω του μπεκ της ψυχρής εκκίνησης. Η διάρκεια λειτουργίας του μπεκ ψυχρής εκκίνησης περιορίζεται χρονικά από έναν θερμοχρονοδιακόπτη, ανάλογα με τη θερμοκρασία του κινητήρα. Κατά τον εμπλουτισμό το μίγμα γίνεται πλουσιότερο, δηλαδή ο λόγος "λ" προσωρινά γίνεται μικρότερος από τη μονάδα 1. Το μπεκ ψυχρής εκκίνησης λειτουργεί ηλεκτρομαγνητικά. Στο μπεκ είναι τοποθετημένο το πηνίο ενός ηλεκτρομαγνήτη. Σε κατάσταση ηρεμίας ο οπλισμός του ηλεκτρομαγνήτη, με τη βοήθεια ενός ελατηρίου, πιέζεται πάνω σ' ένα στεγανωτικό δακτύλιο και κλείνει το μπεκ. Όταν ο ηλεκτρομαγνήτης διεγείρεται, ανασηκώνεται ο οπλισμός του μαγνήτη από τη έδρα της βαλβίδας και απελευθερώνει τη ροή του καυσίμου. Το καύσιμο πηγαίνει εφαπτομενικά σ' ένα ακροφύσιο και εκεί γίνεται ο στροβιλισμός του. Με το ακροφύσιο στροβιλισμού επιτυγχάνεται ο διασκορπισμός του καυσίμου και μέσα στην πολλαπλή εισαγωγή και πίσω από την πεταλούδα εμπλουτίζεται ο αέρας με καύσιμο.<sup>69</sup>

#### 4.3.1. Ο ΘΕΡΜΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ

Ο θερμοχρονοδιακόπτης, ανάλογα με τη θερμοκρασία του κινητήρα, καθορίζει το χρόνο ψεκασμού του μπεκ ψυχρής εκκίνησης. Ο χρόνος λειτουργίας εξαρτάται από τη θέρμανση του θερμοχρονοδιακόπτη, από τη θερμοκρασία του κινητήρα, από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος, και από τη θέρμανση της αντίστασης του διακόπτη. Κατά την εκκίνηση ενός ζεστού κινητήρα δεν ψεκάζεται επιπλέον καύσιμο. Η θέρμανση είναι απαραίτητη για να περιοριστεί η μεγάλη διάρκεια λειτουργίας του μπεκ ψυχρής εκκίνησης και για να μη μπουκώνει ο κινητήρας. Ο θερμοχρονοδιακό-

<sup>68</sup> 1st ed. [ebook] Available at: <http://nefeli.lib.teicrete.gr/browse/stef/mhx/2014/DaktylidisAntonis/attached-document-1415698115-798156-24085/DaktylidisAntonis2014.pdf> [Accessed 14 May 2016].

<sup>69</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at:

<http://nefeli.lib.teicrete.gr/browse/stef/mhx/2014/DaktylidisAntonis/attached-document-1415698115-798156-24085/DaktylidisAntonis2014.pdf>[Accessed 14 May 2016].

πτης αποτελείται από ένα ηλεκτρικά θερμαινόμενο διμεταλλικό έλασμα, το οποίο ανάλογα με τη θερμοκρασία του ανοίγει ή κλείνει μια ηλεκτρική επαφή.<sup>70</sup>

#### 4.3.2. ΖΕΣΤΑΜΑ

Ο εμπλουτισμός θέρμανσης πετυχαίνεται με το ρυθμιστή θερμής λειτουργίας, ο οποίος μειώνει την πίεση ρύθμισης του κρύου κινητήρα, ανάλογα με τη θερμοκρασία του, επιφέροντας έτσι μεγαλύτερο άνοιγμα διαφράγματα στα ρύθμισης.

#### 4.3.3. ΡΥΘΜΙΣΤΗΣ ΘΕΡΜΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ (ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΣΗ)

Με το ρυθμιστή θερμής λειτουργίας επιτυγχάνεται η μεταβολή της πίεσης ρύθμισης. Ο ρυθμιστής είναι τοποθετημένος στον κινητήρα, έτσι ώστε να δέχεται τη θερμοκρασία του και ταυτόχρονα να θερμαίνεται ηλεκτρικά. Έτσι προσαρμόζεται στη θερμοκρασία του κινητήρα. Αποτελείται από μία μεμβράνη η οποία ελέγχεται από ένα ελατήριο και ένα ηλεκτρικά θερμαινόμενο διμεταλλικό έλασμα. Σε κρύα κατάσταση, το διμεταλλικό έλασμα πιέζει το ελατήριο της βαλβίδας μειώνοντας την ενεργό δύναμη του ελατηρίου στην κάτω πλευρά της βαλβίδας. Η διατομή ελέγχου της βαλβίδας ανοίγει περισσότερο, έτσι ώστε να εκτονώνεται περισσότερο καύσιμο από το όλο κύκλωμα και να υπάρχει πτώση της πίεσης ρύθμισης.<sup>71</sup>

Μετά την εκκίνηση, το διμεταλλικό έλασμα θερμαίνεται ηλεκτρικά από τον κινητήρα, λυγίζει και μειώνει την δύναμη του πάνω στο ελατήριο της βαλβίδας. Με τον τρόπο αυτό αυξάνεται η δύναμη του ελατηρίου πάνω στη βαλβίδα. Η βαλβίδα μικραίνει τη διατομή εκκίνησης και συνεπώς αυξάνεται η πίεση στον ρυθμιστή θερμής λειτουργίας. Ο εμπλουτισμός ζεστάματος τελειώνει όταν το διμεταλλικό έλασμα ανασηκωθεί τελείως από το ελατήριο της βαλβίδας. Τώρα, μέσω της πίεσεως του ελα-

---

<sup>70</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: <http://nefeli.lib.teicrete.gr/browse/stef/mhx/2014/DaktylidisAntonis/attached-document-1415698115-798156-24085/DaktylidisAntonis2014.pdf>[Accessed 14 May 2016].

<sup>71</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: <http://nefeli.lib.teicrete.gr/browse/stef/mhx/2014/DaktylidisAntonis/attached-document-1415698115-798156-24085/DaktylidisAntonis2014.pdf>[Accessed 14 May 2016].

τηρίου της βαλβίδας και μόνο, ρυθμίζεται η πίεση ρύθμισης στην ονομαστική της τιμή. Κατά την ψυχρή εκκίνηση η πίεση ρύθμισης ανέρχεται σε 0,5bar. <sup>72</sup>

#### 4.3.4. ΕΜΠΛΟΥΤΙΣΜΟΣ ΜΕΣΩ ΠΤΩΣΗΣ ΤΗΣ ΠΙΕΣΗΣ ΡΥΘΜΙΣΗΣ

Οι κινητήρες στην περιοχή μερικού φορτίου λειτουργούν με πολύ φτωχό μίγμα, ενώ σε πλήρες φορτίο πρέπει να εμπλουτίζονται. Γι' αυτόν τον σκοπό υπάρχει ένας ειδικός ρυθμιστής θερμής λειτουργίας. Σ' αυτού του τύπου τον ρυθμιστή θερμής λειτουργίας χρησιμοποιούνται δυο ελατήρια βαλβίδων. Το εξωτερικό βρίσκεται τοποθετημένο στο κέλυφος, ενώ το εσωτερικό με μια μεμβράνη. Η μεμβράνη αυτή χωρίζει τον ρυθμιστή σ' έναν πάνω και σ' έναν κάτω θάλαμο. Στο πάνω θάλαμο, μέσω ενός αγωγού προς το κανάλι εισαγωγής πίσω από την πεταλούδα, επενεργεί η πίεση της εισαγωγής. Ο κάτω θάλαμος, ανάλογα με το τύπο κατασκευής, επικοινωνεί είτε κατευθείαν με την ατμόσφαιρα είτε μέσω ενός δεύτερου αγωγού με το φίλτρο αέρα.

<sup>73</sup>

Λόγω της χαμηλής πίεσης εισαγωγής στο ρελαντί και στην περιοχή μερικού φορτίου, η μεμβράνη ανασηκώνεται μέχρι το ανώτερο σημείο τερματισμού της. Το εσωτερικό ελατήριο παίρνει τη μέγιστη προέκταση του. Η προέκταση των δυο ελατηρίων της βαλβίδας προκαλεί μ' αυτόν τον τρόπο μια συγκεκριμένη πίεση ρύθμισης σ' αυτές τις περιοχές. Με μεγαλύτερο άνοιγμα της πεταλούδας στο πλήρες φορτίο αυξάνεται στην εισαγωγή η πίεση., η μεμβράνη ανασηκώνεται από το πάνω σημείο τερματισμού και πιέζεται προς το κατώτερο σημείο τερματισμού. Το εσωτερικό ελατήριο αποφορτίζεται η πίεση ρύθμισης πέφτει σε μια συγκεκριμένη τιμή και έτσι επιτυγχάνεται ο εμπλουτισμός του μίγματος. <sup>74</sup>

---

<sup>72</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: <http://nefeli.lib.teicrete.gr/browse/stef/mhx/2014/DaktylidisAntonis/attached-document-1415698115-798156-24085/DaktylidisAntonis2014.pdf>[Accessed 14 May 2016].

<sup>73</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: <http://nefeli.lib.teicrete.gr/browse/stef/mhx/2014/DaktylidisAntonis/attached-document-1415698115-798156-24085/DaktylidisAntonis2014.pdf>[Accessed 14 May 2016].

<sup>74</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: <http://nefeli.lib.teicrete.gr/browse/stef/mhx/2014/DaktylidisAntonis/attached-document-1415698115-798156-24085/DaktylidisAntonis2014.pdf>[Accessed 14 May 2016].

#### 4.3.5. ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΦΟΡΤΙΟΥ

Η προσαρμογή του μίγματος στις συνθήκες λειτουργίας ρελαντί, (μερικό φορτίο, πλήρες φορτίου), επιτυγχάνεται μέσω του βεντούρι του πνεύμονα. Έτσι έχουμε πλούσιο μίγμα στο ρελαντί και πλήρες φορτίο και φτωχό μίγμα στο μερικό φορτίο. Σε έναν κινητήρα κρύο που υπάρχει μεγάλη αντίσταση τριβής και πρέπει να υπερνικηθεί στο ρελαντί από τον κινητήρα. Μέσω του τσοκ αέρος αναρροφάται περισσότερες αέρας από τον κινητήρα, παρακάμπτοντας την πεταλούδα. Αυτός ο συμπληρωματικός αέρας μετριέται από το παροχόμετρο και λαμβάνεται υπόψη κατά την παροχή καυσίμου και ο κινητήρας δέχεται περισσότερο μίγμα. Έτσι έχουμε σταθεροποίηση του ρελαντί σε κρύο κινητήρα. Μέσα στο τσοκ αέρα υπάρχει ένα διάφραγμα και ένα διμεταλλικό έλασμα. Το έλασμα χρησιμεύει για τη ρύθμιση της διατομής του αγωγού by-pass. Το διμεταλλικό έλασμα θερμαίνεται ηλεκτρικά.<sup>75</sup>

Ανάλογα με τη θερμοκρασία του κινητήρα, το άνοιγμα του διαφράγματος ρυθμίζεται, έτσι ώστε κατά την ψυχρή εκκίνηση να έχουμε μεγάλη διατομή, η οποία σταδιακά κλείνει με την αύξηση της θερμοκρασίας και τελικά κλείνει τελείως. Συνήθως το τσοκ αέρος τοποθετείται σε σημείο τέτοιο, ώστε να δέχεται τη θερμοκρασία του κινητήρα. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται η διακοπή λειτουργίας του τσοκ αέρα, όταν ο κινητήρας ζεσταθεί.<sup>76</sup>

#### 4.3.6. ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΑ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΨΥΧΡΗΣ ΕΚΚΙΝΗΣΗΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΚΙΝΗΤΗΡΩΝ

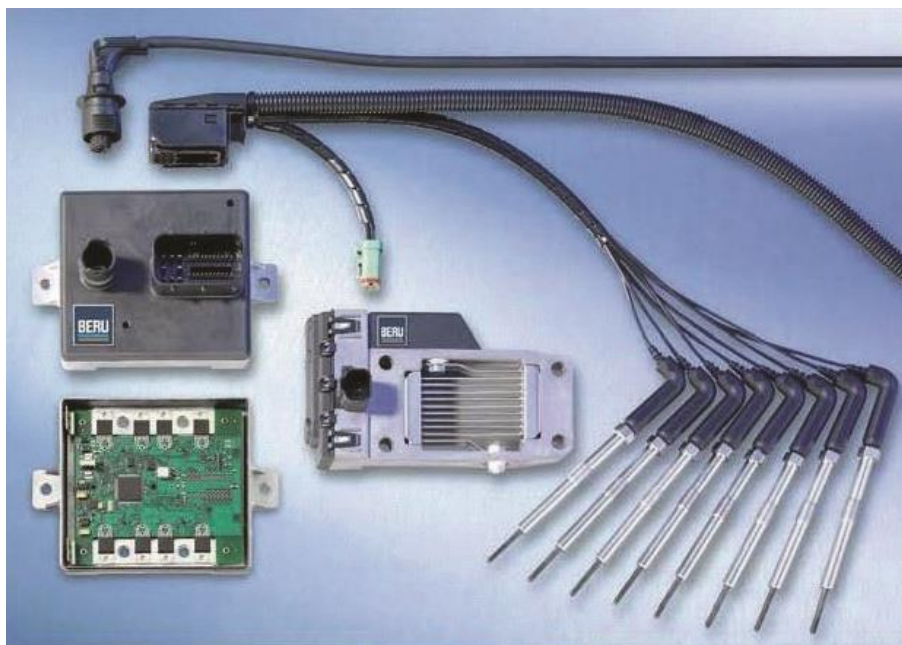
##### INSTANT START SYSTEM - ISS

Με το σύστημα Instant Start System, εν συντομία ISS, ο πετρελαιοκινητήρας ξεκινά τόσο γρήγορα και αξιόπιστα όπως και ένας βενζινοκινητήρας, ακόμη και σε εξαιρετικά χαμηλές εξωτερικές θερμοκρασίες, χάρη στους προθερμαντήρας πυράκτωσης βέλτιστης ισχύος και την ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου που ρυθμίζει μεμονωμένα τον χρόνο ανάφλεξης και την τάση κάθε επιμέρους προθερμαντήρα πυράκτωσης. Το σύστημα ISS συμβάλλει στη σταθερά αξιόπιστη διαδικασία καύσης. Εκτός αυτού, είναι

<sup>75</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: <http://nefeli.lib.teicrete.gr/browse/stef/mhx/2014/DaktylidisAntonis/attached-document-1415698115-798156-24085/DaktylidisAntonis2014.pdf>[Accessed 14 May 2016].

<sup>76</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: <http://nefeli.lib.teicrete.gr/browse/stef/mhx/2014/DaktylidisAntonis/attached-document-1415698115-798156-24085/DaktylidisAntonis2014.pdf>[Accessed 14 May 2016].

σε θέση να αποτρέπει σε μεγάλο βαθμό τα προβλήματα προθέρμανσης, την ανώμαλη λειτουργία του κινητήρα, τα χτυπήματα του πετρελαιοκινητήρα και τους υπερβολικούς κραδασμούς.



**Ηλεκτρονικά ελεγχόμενο σύστημα ψυχρής εκκίνησης πετρελαιοκινητήρων.**

Τεχνικά χαρακτηριστικά

- Εξαιρετικά μικρό χρονικό διάστημα προθέρμανσης (σε 2 δευτερόλεπτα στους 1.100°C!).
- Ασφαλής εκκίνηση ακόμη και σε θερμοκρασία από - 25°C.
- Ηλεκτρονικά ελεγχόμενη πυράκτωση εκκίνησης, συνέχιση της πυράκτωσης και ενδιάμεση πυράκτωση.
- Άμεσα σταθερό ρελαντί και ομαλή ανάληψη φορτίου.
- Ελάχιστη εκπομπή ρύπων και κατανάλωση καυσίμου κατά το στάδιο της προθέρμανσης.
- Ειδική σχεδίαση για πετρελαιοκινητήρες με απευθείας έγχυση.
- Δυνατότητα διάγνωσης εντός του οχήματος.
- Πληροί τις πλέον επίκαιρες απαιτήσεις του αυστηρού προτύπου εκπομπών EURO.

Για το σύστημα ISS της 2ης γενιάς: προθέρμανση του αέρα αναρρόφησης με πρόσθετη θερμαντική φλάντζα – κατά αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται περαιτέρω μείωση της κατανάλωσης και των εκπομπών, καθώς και βελτίωση της λειτουργίας του κινητήρα και της συμπεριφοράς κατά την εκκίνηση.

Η ειδικά προσαρμοσμένη διάταξη για την απευθείας ισχύ του προθερμαντήρα πυράκτωσης του συστήματος ISS (δεξιά) μετατρέπει αποτελεσματικότερα την καταναλισκόμενη ισχύ στην κορυφή της ράβδου πυράκτωσης, ενώ καταναλώνει μόλις τη μισή ενέργεια σε σύγκριση με το απλό (αριστερά).



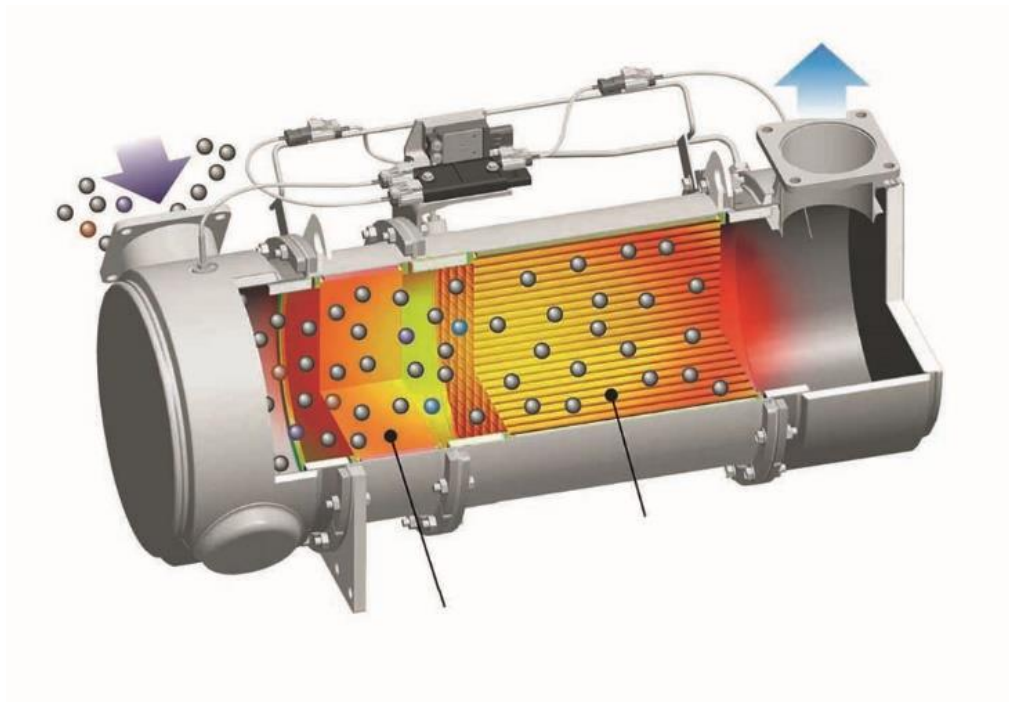
#### Instant Start System 2ης γενιάς

- Σύστημα που περιλαμβάνει μονάδα ελέγχου, προθερμαντήρα πυράκτωσης ταχείας εκκίνησης και θερμαντική φλάντζα.

Βελτίωση της ικανότητας εκκίνησης σε χαμηλές θερμοκρασίες.

- Βελτίωση της λειτουργίας του κινητήρα.
- Μείωση των εκπομπών ρύπων και της κατανάλωσης καυσίμου κατά το στάδιο της προθέρμανσης.

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ**  
**ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΚΙΝΗΤΗΡΩΝ**





## 5.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου από τις εκπομπές ρύπων και των πετρελαιοκινητήρων είναι σοβαρότατες. Στατιστικά στοιχεία αποδεικνύουν ότι οι ρύποι από την καύση του πετρελαίου ενέχονται σε παθήσεις όπως: μειωμένη ανάπτυξη του πνεύμονα σε βρέφη και παιδιά, κρίσεις άσθματος, αναπνευστικές παθήσεις και εγκεφαλικά επεισόδια, εμφράγματα, πρόωροι θάνατοι, και θάνατοι από καρκίνο του πνεύμονα. Για να περιοριστεί το πρόβλημα, έχουν αναπτυχθεί στους πετρελαιοκινητήρες σημαντικές τεχνολογίες για τη μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων και την προστασία του περιβάλλοντος.<sup>77</sup>

Οι προσπάθειες μείωσης της επιβάρυνσης του περιβάλλοντος από την κυκλοφορία των αυτοκινήτων έχουν γίνει αντιληπτές ήδη από τη δεκαετία του 1970. Τότε τέθηκαν σε ισχύ οι πρώτες προδιαγραφές ελέγχου καυσαερίων. Μεγάλη μείωση των εκπομπών επιτεύχθηκε τα τελευταία 15 χρόνια, μετά από αυστηροποίηση των εκπομπών ρύπων με ανάλογες οδηγίες από την Ευρωπαϊκή Ένωση που διαρκώς γίνονται όλο και πιο αυστηρές. Αυτό επιτεύχθηκε με την εισαγωγή νέων τεχνολογιών, την ευρύτερη εφαρμογή της ηλεκτρονικής και της τεχνικής των υπολογιστών.<sup>78</sup>

## 5.2. ΚΑΥΣΗ ΚΑΙ ΡΥΠΟΙ

Καθώς το σταγονίδιο του καυσίμου εισέρχεται με ταχύτητα στον χώρο καύσης αρχίζει η εξάτμισή του. Όσο μεγαλύτερη είναι η ταχύτητα του σταγονιδίου (αυξάνεται με την αύξηση της πίεσης ψεκασμού) τόσο εντονότερη είναι η μεταφορά θερμότητας από τον αέρα στο σταγονίδιο και μάζας (εξάτμιση) από το σταγονίδιο στον περιβάλλοντα αέρα. Σε αυτή τη διαδικασία και μέχρι την ολοκλήρωση της καύσης, συμβαίνει η ανεπιθύμητη παραγωγή ρύπων.<sup>79</sup>

---

<sup>77</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinisis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinisis.pdf) [Accessed 14 May 2016].

<sup>78</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinisis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinisis.pdf) [Accessed 14 May 2016].

<sup>79</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinisis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinisis.pdf) [Accessed 14 May 2016].

### 5.2.1. ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΡΥΠΩΝ

Οι κανονισμοί εκπομπών καυσαερίων της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τα νέα, ελαφρού τύπου οχήματα (αυτοκίνητα και ελαφρά εμπορικά οχήματα) διευκρινίζονται στην οδηγία 70/220/EEC.<sup>80</sup> Αυτή η οδηγία τροποποιήθηκε αρκετές φορές. Μερικές από τις σημαντικότερες τροποποιήσεις είναι οι ακόλουθες:

- Πρότυπο Euro 1 (επίσης γνωστό ως EC 93): Οδηγία 91/441/EEC (επιβατικά αυτοκίνητα μόνο) ή 93/59/EEC (επιβατικά αυτοκίνητα και ελαφρά φορτηγά).
- Πρότυπο Euro 2 πρότυπα (EC 96): Οδηγία 94/12/EC ή 96/69/EC.
- Πρότυπα Euro 3/4 (2000/2005): Οδηγία 98/69/EC, περαιτέρω τροποποιήσεις στην οδηγία 2002/80/EC.
- Πρότυπα Euro 5/6 (2009/2014): Euro 5/6 «πολιτική» νομοθεσία [κανονισμός 715/2007] της 20ης Ιουνίου 2007.<sup>81</sup>

Ευρωπαϊκά Πρότυπα Εκπομπών Ελαφρών Εμπορικών Οχημάτων, (κατηγορία N1-III), σε gr/Km							
Κατηγορία	Ημερομηνία	CO	THC	NMHC	NOx	HC+NOx	PM
<b>Πετρελαεικίνητα</b>							
Euro 1	Οκτώβριος 1994	5.17	—	—	—	1.4	0.19
Euro 2	Ιανουάριος 1998	1.25	—	—	—	1.0	0.012
Euro 3	Ιανουάριος 2001	0.80	—	—	0.65	0.72	0.07
Euro 4	Ιανουάριος 2006	0.63	—	—	0.33	0.39	0.04
Euro 5	Σεπτέμβριος 2010	0.630	—	—	0.235	0.295	0.005
Euro 6	Σεπτέμβριος 2015	0.630	—	—	0.105	0.195	0.005
<b>Παζελικίνητα</b>							
Euro 1	Οκτώβριος 1994	5.17	—	—	—	1.4	—
Euro 2	Ιανουάριος 1998	4.0	—	—	—	0.6	—
Euro 3	Ιανουάριος 2001	4.17	0.25	—	0.18	—	—
Euro 4	Ιανουάριος 2006	1.81	0.13	—	0.10	—	—
Euro 5	Σεπτέμβριος 2010	1.810	0.130	0.090	0.075	—	0.005*
Euro 6	Σεπτέμβριος 2015	1.810	0.130	0.090	0.075	—	0.005*

\* Ισχύει μόνο για αυτοκίνητα με κινητήρες άμεσου ψεκασμού

<sup>80</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinisis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinisis.pdf) [Accessed 14 May 2016].

<sup>81</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinisis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinisis.pdf) [Accessed 14 May 2016].

Οι ευρωπαϊκές προδιαγραφές καυσαερίων EU καθορίζουν τα όρια για όλους τους συνηθισμένους ρύπους καυσαερίων των κινητήρων εσωτερικής καύσης σε γραμμάρια ανά χιλιόμετρο, ιδιαίτερα για κινητήρες αυτανάφλεξης των ΙΧ-επιβατικών αυτοκινήτων. Οι προδιαγραφές καθορίζουν τις οριακές τιμές των ρύπων και για τα φορτηγά οχήματα ανάλογα με την κατηγορία βάρους.<sup>82</sup>

### 5.2.2. ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΡΥΠΩΝ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΚΙΝΗΤΗΡΩΝ

Κατά την καύση του πετρελαίου κίνησης σχηματίζονται:

- Αέριοι ρύποι.
- Στερεοί & υγροί ρύποι - Σωματίδια.<sup>83</sup>

Οι αέριοι ρύποι, ειδικά με κρύο κινητήρα, γίνονται άμεσα αντιληπτοί στα καυσαέρια και περιλαμβάνουν μη οξειδωμένους ή μερικώς οξειδωμένους υδρογονάνθρακες, στη μορφή σταγονιδίων λευκού ή μπλε καπνού και αλδεΐδες (-CHO) με έντονη οσμή (οι αλδεΐδες είναι μια κατηγορία οργανικών ενώσεων που έχουν ως κύρια χαρακτηριστική ομάδα μια ομάδα ατόμων που περιέχει ένα καρβονύλιο (>C=O) και ένα (1) άτομο υδρογόνου, δηλαδή συνολικά -CH=O (ή πιο συνοπτικά - CHO) (π.χ. Μεθανόλη, Αιθανόλη, κ.ά.).<sup>84</sup>

Οι σημαντικοί αέριοι ρύποι των πετρελαιοκινητήρων είναι οι ακόλουθοι:

- CO - Μονοξείδιο του άνθρακα. Το μονοξείδιο του άνθρακα (CO) δημιουργείται από έλλειψη οξυγόνου λόγω της ατελούς καύσης καυσίμων που περιέχουν άνθρακα. Είναι ένα άχρωμο, άγευστο άοσμο και εκρηκτικό αέριο.
- HC - Υδρογονάνθρακες. Ως υδρογονάνθρακες χαρακτηρίζονται μία πληθώρα διαφόρων ενώσεων (π.χ. C<sub>6</sub> H<sub>6</sub> , C<sub>8</sub> H<sub>18</sub>), που εμφανίζονται μετά από ατελή καύση. Στον οργανισμό επιδρούν με διαφορετικό τρόπο. Μερικοί ερεθίζουν, ενώ μερικοί (αρωματικοί υδρογονάνθρακες) είναι καρκινογόνοι.

<sup>82</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinisis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinisis.pdf) [Accessed 14 May 2016].

<sup>83</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinisis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinisis.pdf) [Accessed 14 May 2016].

<sup>84</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinisis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinisis.pdf) [Accessed 14 May 2016].

- SO<sub>2</sub> - Διοξείδιο του θείου. Το διοξείδιο του θείου (SO<sub>2</sub>) δημιουργείται από την καύση καυσίμου που περιέχει θείο. Είναι ένα άχρωμο αέριο με έντονη οσμή. Το ποσοστό θείου στο καύσιμο έχει τάση μείωσης.
- NO<sub>x</sub> - Οξειδία του αζώτου. Οξειδία του αζώτου (NO<sub>x</sub>) (π.χ. NO, NO<sub>2</sub> ...) δημιουργούνται λόγω υψηλής πίεσης, υψηλής θερμοκρασίας και πλεόνασμα οξυγόνου κατά τη διάρκεια της καύσης στον κινητήρα. Μερικά οξειδία του αζώτου είναι επιβλαβή για την υγεία.<sup>85</sup>

Τα μέτρα για τη μείωση της κατανάλωσης καυσίμου οδηγούν δυστυχώς στην αύξηση του ποσοστού των οξειδίων του αζώτου στα καυσαέρια, επειδή μια πληρέστερη καύση προκαλεί υψηλότερη θερμοκρασία στον χώρο καύσης.<sup>86</sup>

Οι πετρελαιοκινητήρες εκπέμπουν εκτός των αερίων ρύπων και στερεά σωματίδια μαζί με τα καυσαέρια, σε μορφή σκόνης, τα οποία ανήκουν επίσης με τον γενικό όρο «Σωματίδια» στη συζήτηση για τις επικίνδυνες για την υγεία και το περιβάλλον ουσίες.<sup>87</sup>

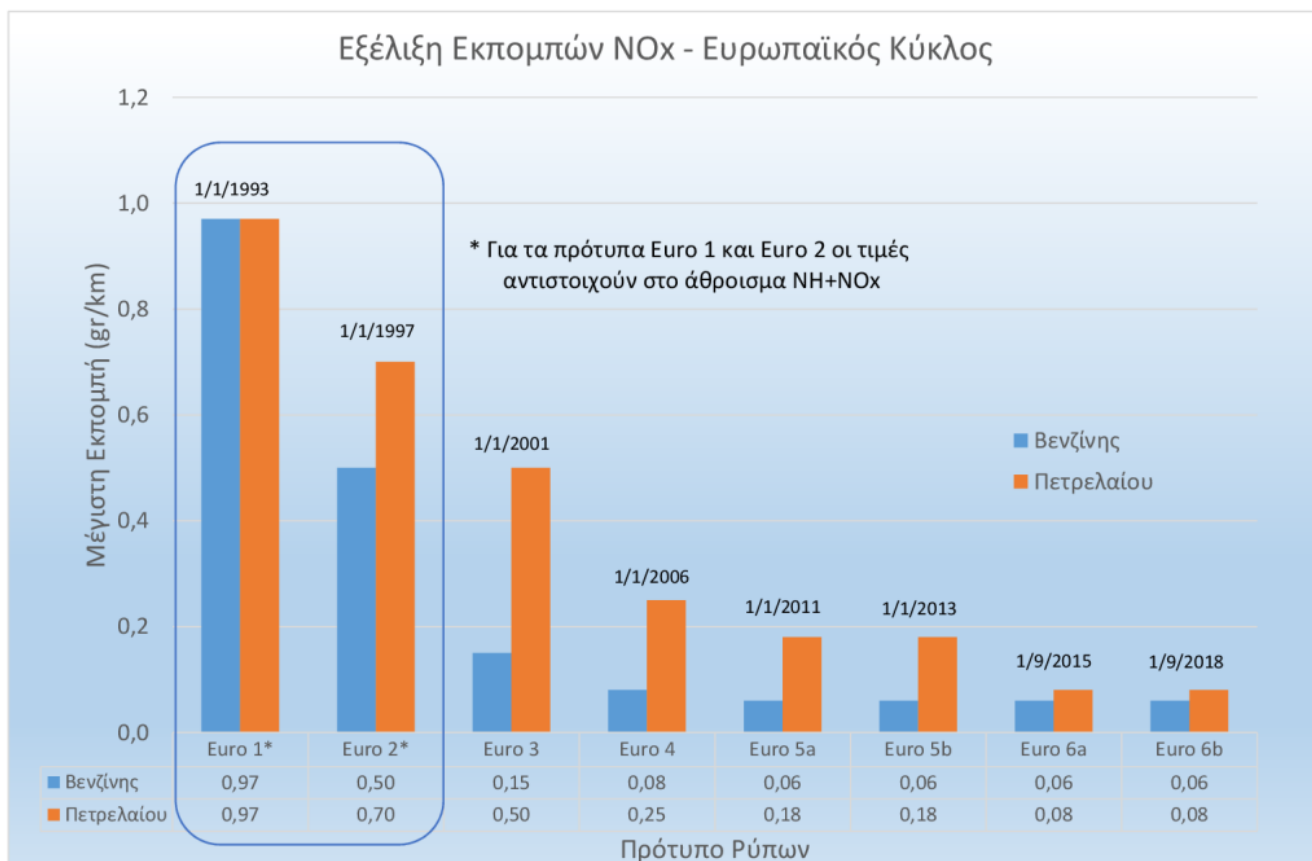


---

<sup>85</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinisis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinisis.pdf) [Accessed 14 May 2016].

<sup>86</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinisis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinisis.pdf) [Accessed 14 May 2016].

<sup>87</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinisis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinisis.pdf) [Accessed 14 May 2016].



### 5.2.2.1. ΣΩΜΑΤΙΔΙΑ ΑΙΘΑΛΗΣ

Σύμφωνα με τη νομοθεσία των ΗΠΑ κάθε υλικό που υπό κανονικές συνθήκες περιλαμβάνεται στα καυσαέρια ως στερεό σώμα (τέφρα, αιθάλη) ή υγρό πρέπει να αξιολογείται ως PM. Με έλλειψη οξυγόνου η καύση είναι ατελής και δημιουργούνται σωματίδια αιθάλης. Τα σωματίδια αιθάλης είναι μικροσκοπικά σφαιρίδια άνθρακα με διάμετρο περίπου 0,05 μm. Ο πυρήνας τους αποτελείται από καθαρό άνθρακα. Σε αυτόν τον πυρήνα συσσωρεύονται διάφορες ενώσεις υδρογονανθράκων, οξείδια μετάλλων και θείο.<sup>88</sup>

Η δημιουργία σωματιδίων αιθάλης στον πετρελαιοκινητήρα εξαρτάται από τις διάφορες φάσεις της καύσης του πετρελαίου όπως παροχή αέρα, ψεκασμός, εξάπλωση της φλόγας. Η ποιότητα της καύσης εξαρτάται από το πώς σχηματίζεται το μείγμα από αέρα και καύσιμο. Σε μερικές περιοχές του χώρου καύσης μπορεί το μείγμα να

<sup>88</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinisis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinisis.pdf) [Accessed 14 May 2016].

είναι πλούσιο επειδή δεν υπάρχει επάρκεια οξυγόνου. Τότε η καύση παραμένει ατελής και δημιουργούνται σωματίδια αιθάλης.<sup>89</sup>

### 5.3. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΝΤΙΡΡΥΠΑΝΣΗΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΚΙΝΗΤΗΡΩΝ

Τα συστήματα αντιρρύπανσης των πετρελαιοκινητήρων είναι εφαρμοσμένες τεχνολογίες που αφορούν τόσο το εσωτερικό όσο και το εξωτερικό του κινητήρα.

Οι επεμβάσεις εσωτερικά του κινητήρα αφορούν:

- Τη διαμόρφωση των καναλιών εισαγωγής και εξαγωγής για ιδανικές συνθήκες ροής.
- Τις υψηλές πιέσεις ψεκασμού με τεχνολογία αντλίας - μπεκ ή Common rail.
- Τη διαμόρφωση του χώρου καύσης, για παράδειγμα μείωση των νεκρών χώρων, διαμόρφωση της κοιλότητας του εμβόλου.<sup>90</sup>

Οι επεμβάσεις εξωτερικά του κινητήρα αφορούν:

- Σύστημα επανακυκλοφορίας καυσαερίων (Exhaust Gas Recirculation) ή αλλιώς βαλβίδα EGR.
- Το φίλτρο σωματιδίων πετρελαίου.
- Σύστημα Επιλεκτικής Κατάλυσης.<sup>91</sup>

### 5.4. ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΠΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ

Κατά την ανακύκλωση καυσαερίων ένα μέρος τους επιστρέφεται στην εισαγωγή και διοχετεύεται στον χώρο καύσης. Επειδή τα καυσαέρια περιέχουν πολύ λίγο οξυγόνο, μειώνεται η μέγιστη θερμοκρασία καύσης και συνεπώς η μέγιστη πίεση καύσης. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της εκπομπής οξειδίων του αζώτου. Η

---

<sup>89</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinisis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinisis.pdf) [Accessed 14 May 2016].

<sup>90</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinisis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinisis.pdf) [Accessed 14 May 2016].

<sup>91</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinisis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinisis.pdf) [Accessed 14 May 2016].

ανακύκλωση των καυσαερίων γίνεται από το σύστημα επανακυκλοφορίας καυσαερίων (Exhaust Gas Recirculation) ή αλλιώς βαλβίδα EGR.<sup>92</sup>

Η ποσότητα ανακύκλωσης των καυσαερίων εξαρτάται από:

- τις στροφές του κινητήρα,
- την ποσότητα ψεκασμού,
- την αναρροφώμενη μάζα αέρα,
- τη θερμοκρασία του εισερχόμενου αέρα και
- την πίεση του αέρα.<sup>93</sup>

Ψύχοντας τα καυσαέρια ανακύκλωσης μειώνεται η θερμοκρασία καύσης και μπορεί έτσι να ανακυκλωθεί μεγαλύτερη μάζα καυσαερίων. Με αυτόν τον τρόπο δημιουργούνται λιγότερα οξειδία του αζώτου. Τα συστήματα επανακυκλοφορίας των καυσαερίων διακρίνονται σήμερα σε δύο κατηγορίες, τα συστήματα με ψύξη της EGR και έλεγχο της επανακυκλοφορίας των καυσαερίων και τα συστήματα με έλεγχο τόσο της ψύξης της EGR όσο και της επανακυκλοφορίας των καυσαερίων.<sup>94</sup>

#### **5.4.1. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΨΥΞΗΣ ΤΗΣ EGR ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΕΠΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΤΩΝ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ**

Στα συστήματα με ψύξη της EGR και έλεγχο της επανακυκλοφορίας των καυσαερίων η θερμοκρασία του ψυκτικού υγρού που ψύχει τα καυσαέρια ακολουθεί τις μεταβολές της θερμοκρασίας του κινητήρα. Μια ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα παίρνει εντολή από την ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου του κινητήρα και ρυθμίζει την επανακυκλοφορία των καυσαερίων.<sup>95</sup>

---

<sup>92</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinisis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinisis.pdf) [Accessed 14 May 2016].

<sup>93</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinisis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinisis.pdf) [Accessed 14 May 2016].

<sup>94</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinisis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinisis.pdf) [Accessed 14 May 2016].

<sup>95</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinisis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinisis.pdf) [Accessed 14 May 2016].

Στα συστήματα με έλεγχο τόσο της ψύξης της EGR όσο και της επανακυκλοφορίας των καυσαερίων η θερμοκρασία του ψυκτικού υγρού που ψύχει τα καυσαέρια ελέγχεται ως προς τις μεταβολές της θερμοκρασίας του κινητήρα. Μια ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα η οποία παίρνει εντολή από την ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου του κινητήρα ενεργοποιεί μια δεύτερη βαλβίδα υποπίεσης, η οποία ρυθμίζει την κυκλοφορία του ψυκτικού μέσα από το ψυγείο ψύξης των καυσαερίων.<sup>96</sup>

#### **5.4.1.1. ΨΥΞΗ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ ΕΚΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ**

Μέχρι το ψυκτικό υγρό να φτάσει στους 50°C (Η θερμοκρασία λειτουργίας του κλαπέτου των καυσαερίων του ψυγείου εξαρτάται από τον τύπο του κινητήρα και μπορεί να ανοίγει και από χαμηλότερες θερμοκρασίες) παραμένει το κλαπέτο των καυσαερίων ανοιχτό και τα καυσαέρια προσπερνούν το ψυγείο. Έτσι ο καταλύτης και ο κινητήρας επιτυγχάνουν σε σύντομο χρονικό διάστημα τη θερμοκρασία λειτουργίας τους.<sup>97</sup>

#### **5.4.1.2. ΨΥΞΗ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ ΣΕ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ**

Μετά από θερμοκρασία ψυκτικού υγρού 50°C κλείνει το κλαπέτο καυσαερίων του ψυγείου. Τώρα τα ανακυκλωμένα καυσαέρια διαρρέουν το ψυγείο. Επιπτώσεις σε περίπτωση βλάβης. Εάν δεν λειτουργήσει η βαλβίδα υποπίεσης αλλαγής ροής των καυσαερίων για το ψυγείο της ανακύκλωσης, το κλαπέτο παραμένει ανοιχτό, κατά συνέπεια παραμένει ενεργή συνεχώς και η ψύξη των καυσαερίων. Η επίτευξη της θερμοκρασίας λειτουργίας από τον κινητήρα και το φίλτρο σωματιδίων Diesel καθυστερεί. Ο έλεγχος καλής λειτουργίας της βαλβίδας υποπίεσης είναι δυνατός με τη χρήση της αντλίας κενού. Η βλάβη στην ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα εντολής υποπίεσης στο κουτί υποπίεσεων καταγράφεται από την ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου.<sup>98</sup>

---

<sup>96</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinisis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinisis.pdf) [Accessed 14 May 2016].

<sup>97</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinisis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinisis.pdf) [Accessed 14 May 2016].

<sup>98</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinisis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinisis.pdf) [Accessed 14 May 2016].



## 5.5. ΦΙΛΤΡΑ ΣΥΓΚΡΑΤΗΣΗΣ ΜΙΚΡΟΣΩΜΑΤΙΔΙΩΝ

Τα μικροσωματίδια είναι στοιχεία άνθρακα (C) τα οποία φέρουν στην εξωτερική τους επιφάνεια διάφορα χημικά στοιχεία, όπως άλατα θειικού οξέος, άλατα πυριτικού οξέος, μεταλλικά σωματίδια κ.ά. και δημιουργούνται κατά την ατελή καύση του πετρελαίου στον κύλινδρο. Η εισπνοή των μικροσωματιδίων από τον άνθρωπο μπορεί να προκαλέσει σοβαρά προβλήματα στα αναπνευστικά του όργανα. Αυτό συμβαίνει λόγω του μικρού μεγέθους των μικροσωματιδίων (100 nm) τα οποία επικάθονται στην εξωτερική επιφάνεια των αναπνευστικών οργάνων καταστρέφοντάς τα. Όσο πιο μικρό είναι το σωματίδιο (διάμετροι κάτω από 0,1 μm) τόσο πιο βαθιά μπορεί να εισχωρήσει μέσα στον πνεύμονα.<sup>99</sup>

Οι παρακάτω ουσίες μπορεί να βρεθούν μέσα στα Σωματίδια ουσιών:

- Διαλυτό Οργανικό Κλάσμα: Άκαυτα σωματίδια καυσίμου, σωματίδια λαδιού.
- Στερεό Κλάσμα: Σκόνη, αιθάλη, ατμοί, νέφος και άλλα μικρά τεμάχια στερεών σωματιδίων τα οποία απελευθερώνονται ή αιωρούνται μέσα στον αέρα.
- Θειικά: Για παράδειγμα Οξύ ή Νερό.<sup>100</sup>

Γι' αυτό είναι αναγκαία η χρήση ειδικών διατάξεων για τη συγκράτησή τους. Οι διατάξεις αυτές ονομάζονται φίλτρα συγκράτησης μικρο-σωματιδίων και είναι τοποθετημένες στο σύστημα εξαγωγής καυσαερίων. Μέσω της χρήσης των φίλτρων συγκράτησης μικρο-σωματιδίων, επιτυγχάνεται μείωση των υδρογονανθράκων (HC) και των μονοξειδίων του άνθρακα (CO). Τα φίλτρα συγκράτησης μικρο-σωματιδίων είναι κατασκευασμένα από καρβίδιο πυριτίου, ενώ η επένδυσή τους είναι από ευγενή μέταλλα. Το εσωτερικό των φίλτρων συγκράτησης μικρο-σωματιδίων μοιάζει με αυτό των καταλυτικών μετατροπών Θέση Το φίλτρο σωματιδίων DPF βρίσκεται μέσα σε ένα μεταλλικό περίβλημα στο σύστημα εξαγωγής καυσαερίων κάτω από το πάτωμα του αυτοκινήτου και μοιάζει με ένα «καζανάκι» εξάτμισης.<sup>101</sup>

---

<sup>99</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinisis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinisis.pdf) [Accessed 14 May 2016].

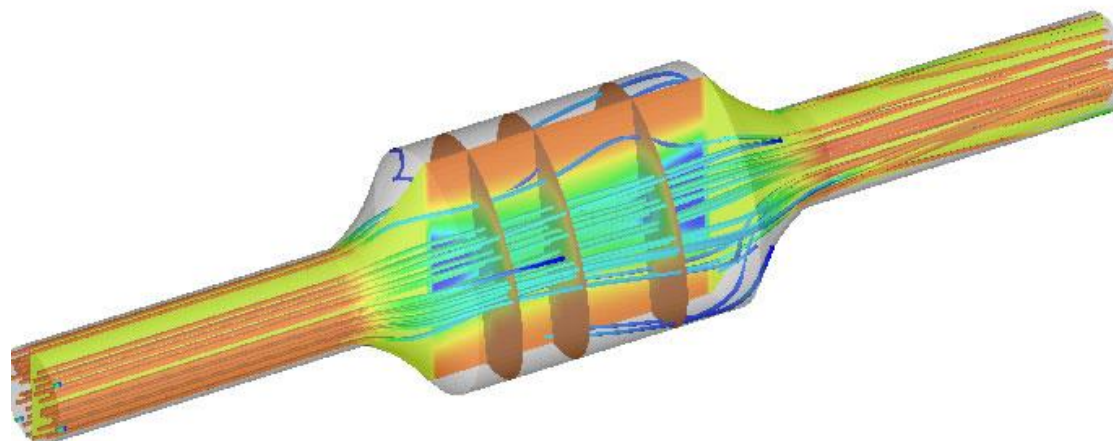
<sup>100</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinisis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinisis.pdf) [Accessed 14 May 2016].

<sup>101</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinisis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinisis.pdf) [Accessed 14 May 2016].

### 5.5.1. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Οι τύποι Φίλτρων Σωματιδίων που είναι ευρέως διαδεδομένοι, στη βιβλιογραφία είναι γνωστοί ως:

- Το Φίλτρο Σωματιδίων Πετρελαίου (DPF) Diesel Particulate Filter όταν πρόκειται για μεμονωμένο ανεξάρτητο φίλτρο και



- Φίλτρο Σωματιδίων Κατάλυσης (CPF) Catalyzed Particulate Filter όταν πρόκειται για φίλτρο μαζί με οξειδωτικό καταλύτη σε ενιαία συσκευή.<sup>102</sup>

Σε ένα DPF, ο Καταλύτης Οξείδωσης και το Φίλτρο Σωματιδίων είναι ξεχωρισμένα, ενώ στο CPF και τα δύο εξαρτήματα είναι ενσωματωμένα σε ένα κέλυφος. Το DPF και το CPF φιλτράρουν τα σωματίδια της αιθάλης μέσα στα αέρια της εξαγωγής χρησιμοποιώντας ένα πορώδες φίλτρο. Τα τοιχώματα του φίλτρου μπορεί να αποτελούνται από πορώδη υλικά, τα οποία συνήθως απαρτίζονται από ίνες ή πούδρες. Οι ίνες ή η πούδρα αποτελούνται από κεραμικά. Το κλασικό κεραμικό είναι κορδιερίτης και καρβίδιο του πυριτίου.

<sup>102</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinisis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinisis.pdf) [Accessed 14 May 2016].

### 5.5.2. ΕΙΔΗ ΦΙΛΤΡΩΝ ΣΩΜΑΤΙΔΙΩΝ DPF

Τα κυριότερα είδη φίλτρων που χρησιμοποιούνται από τους κατασκευαστές αυτοκινήτων είναι τα παρακάτω:

Τα βασικά χαρακτηριστικά της ροής των φίλτρων σωματιδίων τύπου wall flow είναι τα εξής:

- Ευρεία ζώνη διήθησης (σωματίδια αιθάλης με διάμετρο από 0,2 nm έως 150 μm)
- Υψηλή απόδοση διήθησης (μπορεί να φτάσει μέχρι και 95%)
- Υψηλές θερμικές και μηχανικές ιδιότητες<sup>103</sup>

Τα βασικά χαρακτηριστικά της ροής των φίλτρων σωματιδίων τύπου ινών είναι τα εξής:

- Διήθηση πολύ μικρών σωματιδίων αιθάλης με διάμετρο από 10 nm έως 1 μm.
- Υψηλή απόδοση διήθησης που ξεπερνά το 95%.
- Υψηλές θερμικές και μηχανικές ιδιότητες.<sup>104</sup>

#### 5.5.2.1. ΑΝΑΖΩΟΓΟΝΗΣΗ ΤΟΥ ΦΙΛΤΡΟΥ ΣΩΜΑΤΙΔΙΩΝ

Το φίλτρο σωματιδίων Diesel πρέπει τακτικά να απελευθερώνεται από τα σωματίδια αιθάλης, έτσι ώστε να μην βουλώνει και να μην επηρεάζεται η λειτουργία του. Τα σωματίδια της αιθάλης (C) που συγκεντρώνονται στο φίλτρο καίγονται (οξειδώνονται) και έτσι καθαρίζει το φίλτρο. Η απομάκρυνση της αιθάλης, όπως προαναφέρθηκε, λέγεται αναγέννηση ή αναζωογόνηση του φίλτρου. Η αναζωογόνηση του φίλτρου συγκράτησης μικρο-σωματιδίων πραγματοποιείται με την αύξηση της θερμοκρασίας στο σύστημα εξαγωγής έως τη θερμοκρασία καύσης των μικρο-σωματιδίων (> 600°C).<sup>105</sup>

---

<sup>103</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinisis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinisis.pdf) [Accessed 14 May 2016].

<sup>104</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinisis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinisis.pdf) [Accessed 14 May 2016].

<sup>105</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinisis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinisis.pdf) [Accessed 14 May 2016].

Η έγχυση επιπρόσθετης ποσότητας καυσίμου από τους εγχυτήρες κατά τη μέγχυση, προκαλεί καύση – οξείδωση στους καταλυτικούς μετατροπείς, με αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας των καυσαερίων πριν αυτά εισέλθουν στο φίλτρο. Η μονάδα ελέγχου ECM ενεργοποιεί τη διαδικασία της αναζωογόνησης όταν η ποσότητα των μικρο-σωματιδίων μέσα στο φίλτρο είναι αυξημένη, ενώ ταυτόχρονα ενεργοποιεί και την ενδεικτική λυχνία στον πίνακα οργάνων ώστε να πληροφορηθεί ο οδηγός του οχήματος ότι εκτελείται η διαδικασία, η διάρκεια της οποίας είναι περίπου 10-15 λεπτά.<sup>106</sup>

Η αναζωογόνηση του φίλτρου σωματιδίων εκτελείται στα ακόλουθα στάδια:

- Παθητική αναζωογόνηση.
- Ενεργητική αναζωογόνηση.
- Διαδρομή αναζωογόνησης από τον οδηγό.
- Αναζωογόνηση από το συνεργείο.<sup>107</sup>

## 5.6. ΠΑΘΗΤΙΚΗ Ή ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΑΝΑΖΩΟΓΟΝΗΣΗ

Η παθητική ή αυτόματη αναζωογόνηση εκτελείται ανεξάρτητα από τη μονάδα ελέγχου ECM, κάτω από συγκεκριμένες οδηγικές συνθήκες κατά τις οποίες παράγεται μεγάλη ποσότητα διοξειδίων του αζώτου NO<sub>2</sub> στα καυσαέρια, με αποτέλεσμα τη μείωση της θερμοκρασίας καύσης των μικρο-σωματιδίων. Η απαιτούμενη θερμοκρασία για την καύση των μικροσωματιδίων κατά την αυτόματη αναζωογόνηση επιτυγχάνεται κατά την οδήγηση σε αυτοκινητόδρομους ή σε υψηλά φορτία. Η κατάσταση αυτή ελέγχεται από τη μονάδα ελέγχου ECM μέσω των αισθητήρων θερμοκρασίας καυσαερίων, ενώ ταυτόχρονα η μονάδα ελέγχου ECM διορθώνει την τιμή του ποσοστού των μικρο-σωματιδίων στη μνήμη της.<sup>108</sup>

---

<sup>106</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinisis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinisis.pdf) [Accessed 14 May 2016].

<sup>107</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinisis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinisis.pdf) [Accessed 14 May 2016].

<sup>108</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinisis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinisis.pdf) [Accessed 14 May 2016].

Σε περίπτωση που η αυτόματη αναζωογόνηση διαρκέσει μικρότερο χρονικό διάστημα (διακοπή συνθηκών) από τον απαιτούμενο, θα υπάρξει διόρθωση στην τιμή του ποσοστού των μικρο-σωματιδίων στη μνήμη της μονάδας ελέγχου ECM, ενώ δεν θα πραγματοποιηθεί η διαδικασία.<sup>109</sup>

## 5.7. ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΗ ΑΝΑΖΩΟΓΟΝΗΣΗ

Η ενεργητική ή δυναμική αναζωογόνηση θα ενεργοποιηθεί από τη μονάδα ελέγχου ECM, όταν αυτή εντοπίσει ότι το ποσοστό των μικρο-σωματιδίων στο φίλτρο έχει αυξηθεί. Γι' αυτό η μονάδα ελέγχου ECM πραγματοποιεί μετεγχύσεις καυσίμου με σκοπό την αύξηση της θερμοκρασίας στους καταλυτικούς μετατροπείς, σε τέτοιο βαθμό ώστε στη συνέχεια να καούν τα μικρο-σωματίδια. Για να πραγματοποιηθεί η αναζωογόνηση του φίλτρου, η μονάδα ελέγχου ECM επιτρέπει την έγχυση καυσίμου στον θάλαμο καύσης από τους εγχυτήρες μετά την κύρια έγχυση (μετεγχύσεις καυσίμου σε προκαθορισμένο χρονικό διάστημα). Αυτή η ποσότητα καυσίμου δεν καίγεται στον θάλαμο καύσης λόγω έλλειψης χρόνου και περνάει μέσα από τους καταλυτικούς μετατροπείς. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η άκαυστη ποσότητα να καεί μέσα στους καταλυτικούς μετατροπείς και να αυξήσει τη θερμοκρασία λειτουργίας τους από τους 120°C στους 400°C αρχικά και στη συνέχεια στους 600°C.<sup>110</sup>

Εφαρμόζοντας μια χρονική καθυστέρηση των μετεγχύσεων επιτυγχάνεται αρχικά αύξηση της θερμοκρασίας του προκαταλυτικού μετατροπέα (περίπου 400°C με την ποσότητα καυσίμου της πρώτης μετέγχυσης) και μετά αύξηση της θερμοκρασίας στον κύριο καταλυτικό μετατροπέα (περίπου 600°C με την ποσότητα καυσίμου της δεύτερης μετέγχυσης). Ο έλεγχος της θερμοκρασίας του προκαταλυτικού μετατροπέα και του κύριου καταλυτικού μετατροπέα βάσει της οποίας ελέγχεται η ποσότητα καθώς και ο χρόνος της μετέγχυσης, επιτυγχάνεται από τους αισθητήρες θερμοκρασίας καυσαερίων.<sup>111</sup>

---

<sup>109</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinisis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinisis.pdf) [Accessed 14 May 2016].

<sup>110</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinisis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinisis.pdf) [Accessed 14 May 2016].

<sup>111</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinisis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinisis.pdf) [Accessed 14 May 2016].

Η δυναμική μετέγχυση θα ξεκινήσει όταν ο κινητήρας φτάσει ένα συγκεκριμένο εύρος στροφών και θερμοκρασίας, ενώ ταυτόχρονα θα ενεργοποιηθεί και η ενδεικτική λυχνία αναζωογόνησης στον πίνακα οργάνων. Σε αυτή την περίπτωση το όχημα θα πρέπει να εκτελέσει διαδρομή αναζωογόνησης από τον οδηγό.<sup>112</sup>

## 5.8. ΔΙΑΔΡΟΜΗ ΑΝΑΖΩΟΓΟΝΗΣΗΣ ΑΠΟ ΤΟΝ ΟΔΗΓΟ

Σε συνεχόμενη λειτουργία σύντομων διαδρομών, η θερμοκρασία καυσαερίων δεν αυξάνεται επαρκώς, ώστε να αναζωογονηθεί το φίλτρο. Εάν η κατάσταση φόρτισης του φίλτρου σωματιδίων Diesel φτάσει μια οριακή τιμή, ανάβει στον πίνακα οργάνων η λυχνία ελέγχου για το φίλτρο σωματιδίων Diesel. Ο οδηγός προτρέπεται με αυτό το σήμα να πραγματοποιήσει μια διαδρομή αναζωογόνησης. Το όχημα πρέπει να οδηγηθεί για μικρό χρονικό διάστημα σε υψηλή ταχύτητα και σε συγκεκριμένη περιοχή στροφών, ώστε να αυξηθεί επαρκώς η θερμοκρασία καυσαερίων και να παραμείνουν ίδιες οι συνθήκες λειτουργίας για μια επιτυχημένη αναζωογόνηση για αυτό το χρονικό διάστημα.<sup>113</sup>

Σε αυτή την περίπτωση το όχημα θα πρέπει να οδηγηθεί με ταχύτητα άνω των 50 Km/h για περίπου 15 λεπτά. Όταν το ποσοστό των μικροσωματιδίων στο φίλτρο μειωθεί, η ενδεικτική λυχνία στον πίνακα οργάνων θα απενεργοποιηθεί. Σε περίπτωση που η αναζωογόνηση δεν ολοκληρωθεί (π.χ. μικρές αποστάσεις) η ενδεικτική λυχνία στον πίνακα οργάνων θα αναβοσβήσει και ο οδηγός θα πρέπει να οδηγήσει και πάλι το αυτοκίνητο με ταχύτητα άνω των 50 Km/h για μεγαλύτερο όμως χρονικό διάστημα.<sup>114</sup>

## 5.9. ΑΝΑΖΩΟΓΟΝΗΣΗ ΑΠΟ ΤΟ ΣΥΝΕΡΓΕΙΟ

Εάν η διαδρομή αναζωογόνησης από τον οδηγό ολοκληρωθεί και η κατάσταση φόρτισης φίλτρου σωματιδίων Diesel έχει φτάσει στη μέγιστη δυνατή ποσο-

---

<sup>112</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinisis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinisis.pdf) [Accessed 14 May 2016].

<sup>113</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinisis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinisis.pdf) [Accessed 14 May 2016].

<sup>114</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinisis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinisis.pdf) [Accessed 14 May 2016].

στιαία τιμή, εκτός από τη λυχνία ελέγχου για το φίλτρο σωματιδίων Diesel ανάβει και η λυχνία ελέγχου για τον χρόνο προθέρμανσης.<sup>115</sup> Η διαδικασία αυτή περιγράφεται παρακάτω.

### 5.9.1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Τα καυσαέρια εισέρχονται στο φίλτρο, στις κυψέλες του οποίου επιτυγχάνεται η συγκράτηση των μικρο-σωματιδίων, επιτρέποντας στα υπόλοιπα αέρια καυσαέρια να εξέλθουν ελεύθερα. Η κατασκευή των κυψελών εξαναγκάζει το αέριο της εξαγωγής να περάσει μέσα από τα πορώδη κεραμικά τοιχώματα, αφού είναι ασφαλισμένα μεταξύ τους με μία τάπα στοιχείου. Τα φίλτρα σωματιδίων καταφέρνουν μία πολύ μεγάλη κλίμακα διαχωρισμού (>95%) για σωματίδια όλων των κλάσεων διαστάσεων. Η συγκράτηση των μικροσωματιδίων είναι συνεχής, με αποτέλεσμα μετά από κάποιο χρονικό διάστημα λειτουργίας του κινητήρα, να αυξηθεί και να δημιουργηθεί ένα στρώμα στις κυψέλες του.<sup>116</sup>

Όταν το πάχος αυτού του στρώματος αυξηθεί αρκετά ώστε η ροή των καυσαερίων να είναι δύσκολη μέσα από το φίλτρο, η πίεση των καυσαερίων θα αυξηθεί απότομα ενώ η απόδοση του κινητήρα θα μειωθεί. Τα μικρο-σωματίδια που έχουν συγκρατηθεί στο φίλτρο δύναται να καούν κάτω από κατάλληλες συνθήκες (αρκετή ποσότητα οξυγόνου και θερμοκρασία μεγαλύτερη των 500°C) ελευθερώνοντας τη διόδo των καυσαερίων από το φίλτρο DPF. Η μονάδα ελέγχου ECM ελέγχει το ποσοστό μικροσωματιδίων στο φίλτρο DPF (ποσοστό 100% αντιστοιχεί σε 24gr μικροσωματιδίων) μέσω ενός αισθητήρα διαφορικής πίεσης και, εφόσον απαιτηθεί η καύση τους, η ECM πραγματοποιεί μια διαδικασία που ονομάζεται αναγέννηση ή αναζωογόνηση.<sup>117</sup>

Κατά τη συγκεκριμένη διαδικασία επιτυγχάνονται θερμοκρασίες 600 ~ 650°C στο φίλτρο, θερμοκρασίες ικανές για την καύση – οξείδωση των μικρο-σωματιδίων και τη μετατροπή τους σε διοξείδιο του άνθρακα CO<sub>2</sub>. Το σύστημα του Φίλτρου Σω-

---

<sup>115</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinisis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinisis.pdf) [Accessed 14 May 2016].

<sup>116</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinisis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinisis.pdf) [Accessed 14 May 2016].

<sup>117</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinisis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinisis.pdf) [Accessed 14 May 2016].

ματιδίων αποτελείται από δύο Αισθητήρες Θερμοκρασίας Καυσαερίων και έναν Αισθητήρα Διαφορικής Πίεσης. Οι είσοδοι του αισθητήρα απαιτούνται για να παρακολουθείται το φορτίο του φίλτρου σωματιδίων και για να γίνεται η έναρξη και ο έλεγχος του κύκλου αναγέννησης.<sup>118</sup>

#### **5.9.1.1. ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ ΔΙΑΦΟΡΙΚΗΣ ΠΙΕΣΗΣ**

Ο Αισθητήρας Διαφορικής Πίεσης χρησιμοποιείται για την παρακολούθηση της ποσότητας των σωματιδίων που αποθηκεύονται στο φίλτρο σωματιδίων. Είναι συνδεδεμένος μέσω σωληνώσεων εμπρός και πίσω από το στοιχείο του φίλτρου και μετρά την πίεση στα σημεία αυτά.<sup>119</sup>

Όσο περισσότερα σωματίδια βρίσκονται αποθηκευμένα μέσα στο φίλτρο σωματιδίων, τόσο πιο λίγα καυσαέρια μπορούν να περάσουν μέσα από το στοιχείο του φίλτρου, προκαλώντας με τον τρόπο αυτόν μία αύξηση της πίεσης (αντίθλιψη) μπροστά από το στοιχείο του φίλτρου. Κάτω από αυτές τις συνθήκες η πίεση πίσω από το φίλτρο σωματιδίων μειώνεται. Αυτή η διαφορά της πίεσης μετριέται από τον αισθητήρα, ο οποίος είναι ένας πιεζοηλεκτρικού τύπου αισθητήρας. Αντιδρά μόνον σε διαφορές της πίεσης. Δεν θα μετρηθεί καμία διαφορική πίεση εάν η πίεση είναι ίση και στις δύο πλευρές του αισθητήρα.<sup>120</sup>

#### **5.9.1.2. ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ**

Χρησιμοποιούνται δύο Αισθητήρες Θερμοκρασίας Καυσαερίων για να μετρούν τη θερμοκρασία της ροής των καυσαερίων. Ο 1ος αισθητήρας, που βρίσκεται τοποθετημένος μπροστά από τον Καταλύτη Οξειδωσης, χρησιμοποιείται για να εμποδίζει τη θερμική υπερφόρτωση και τη ζημιά του Turbo και του Καταλύτη Οξειδωσης. Ο 2ος αισθητήρας, που βρίσκεται τοποθετημένος μεταξύ του Καταλύτη Οξειδωσης και του Φίλτρου Σωματιδίων, χρησιμοποιείται από τους εγκεφάλους για να εκτιμούν εάν έχει

---

<sup>118</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinisis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinisis.pdf) [Accessed 14 May 2016].

<sup>119</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinisis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinisis.pdf) [Accessed 14 May 2016].

<sup>120</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinisis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinisis.pdf) [Accessed 14 May 2016].



επιτευχθεί η απαιτούμενη θερμοκρασία των καυσαερίων για την αναγέννηση του φίλτρου σωματιδίων. Συνήθως είναι τύπου Αρνητικού Συντελεστή Θερμοκρασίας (NTC).<sup>121</sup>

Το φορτίο του Φίλτρου Σωματιδίων υπολογίζεται συνεχώς από τη Μονάδα Ελέγχου του Κινητήρα. Οι κύριες εισοδοί για τον υπολογισμό είναι το φορτίο του κινητήρα (Αισθητήρας Θέσης Πεταλούδας Γκαζιού) και στροφές rpm του κινητήρα (Αισθητήρας Θέσης Του Στροφαλοφόρου).

Επίσης λαμβάνονται υπόψη και άλλες εισοδοί για τον υπολογισμό του φορτίου του Φίλτρου Σωματιδίων, όπως η Θερμοκρασία Ψυκτικού Υγρού του Κινητήρα, η Θερμοκρασία του Αέρα Εισαγωγής, το Σήμα Ταχύτητας Αυτοκινήτου, η Θερμοκρασία των Καυσαερίων και ο Αισθητήρας Διαφορικής Πίεσης (DPS). Η αναγέννηση του φίλτρου μπορεί επίσης να γίνει κάτω από συνθήκες έξτρα αστικής οδήγησης. Αυτή η κατάσταση αναγέννησης ανιχνεύεται από τον 2ο αισθητήρα θερμοκρασίας και λαμβάνεται επίσης υπόψη για τον υπολογισμό του φορτίου του Φίλτρου Σωματιδίων. Με βάση τα σήματα εισόδου που αναφέρθηκαν παραπάνω, υπολογίζεται από την ECM το διάστημα αναγέννησης του Φίλτρου Σωματιδίων.<sup>122</sup>

Ο Αισθητήρας Διαφορικής Πίεσης πρέπει να επιβεβαιώσει δυναμικά τον υπολογισμό του εγκεφάλου. Εάν οι τιμές που μετρούνται δεν ταιριάζουν με τον υπολογισμό του εγκεφάλου, καταγράφεται ένας Κωδικός Διάγνωσης Βλαβών. Η Ενδεικτική Λυχνία Βλαβών ανάβει σε αυτή την κατάσταση.

Οι κύριοι λόγοι των Κωδικών DTC είναι:

- Έχουν αποτύχει υπερβολικά πολλές αναγεννήσεις.
- Υπερβολικά πολλές αναγεννήσεις έχουν διακοπεί σε αρχικό στάδιο.
- Το φίλτρο σωματιδίων είναι φορτωμένο.<sup>123</sup>

---

<sup>121</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinisis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinisis.pdf) [Accessed 14 May 2016].

<sup>122</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinisis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinisis.pdf) [Accessed 14 May 2016].

<sup>123</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinisis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinisis.pdf) [Accessed 14 May 2016].

## 5.10. ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΠΙΛΕΚΤΙΚΗΣ ΚΑΤΑΛΥΣΗΣ

Γενικά, το Σύστημα Επιλεκτικής Κατάλυσης SCR Selective Catalytic Reduction είναι μια μέθοδος που εφαρμόζεται κυρίως σε μεγάλα σύγχρονα πετρελαιοκίνητα οχήματα. Η τεχνολογία αυτή χρησιμοποιείται στο σύστημα αντιρρύπανσης προκειμένου να ανταποκριθούν οι κατασκευαστές επαγγελματικών οχημάτων στην οδηγία της Ευρωπαϊκής Ένωσης για οχήματα με SCR (Selective Catalytic Reduction) με σκοπό τη μείωση των εκπομπών καυσαερίων σε κινητήρες πετρελαίου Euro 4 και μετέπειτα βαρέων οχημάτων.<sup>124</sup>

Σύμφωνα με αυτή τη μέθοδο, συνδυάζεται η βελτιστοποιημένη καύση του κινητήρα σε συνεργασία με ένα σύστημα τελικής επεξεργασίας των καυσαερίων με κύριο σκοπό την ελάττωση των επιπέδων οξειδίου του αζώτου (NOx). Βασικό στοιχείο της όλης διεργασίας είναι η χρήση του διαλύματος AdBlue. Η ονομασία AdBlue είναι κατοχυρωμένο λογότυπο που ανήκει στην V.D.A.(Verband der Automobilindustrie) - Γερμανική Ένωση Αυτοκινητοβιομηχανιών και είναι ένα μη τοξικό διάλυμα ουρίας, σκοπός του οποίου είναι η μείωση της εκπομπής καυσαερίων από βαρέα οχήματα που φέρουν πετρελαιοκινητήρες. Η ποσότητα του AdBlue που απαιτείται να ψεκάσει είναι ανάλογη της οδηγίας καυσαερίων που πρέπει να καλύπτει το όχημα. Έτσι για την οδηγία EURO 4 η ποσότητα του διαλύματος αντιστοιχεί σε 3-4 % της ποσότητας του καυσίμου ενώ για την οδηγία EURO 5 είναι 5-7%. Το διάλυμα ουρίας ψεκάζεται στον σωλήνα καυσαερίων πριν τα καυσαέρια φτάσουν στον καταλύτη NOx που συνδυάζεται με το σύστημα. Η υψηλή θερμοκρασία που επικρατεί στον σωλήνα μετατρέπει την ουρία σε αμμωνία.<sup>125</sup>

Κατόπιν, καθώς η αμμωνία και τα βλαβερά οξέα του αζώτου περνούν μέσα από τον καταλύτη NOx αντιδρούν μεταξύ τους και μετατρέπονται σε άζωτο και υδρατμούς, δύο στοιχεία που δεν επιβαρύνουν την ατμόσφαιρα.<sup>126</sup>

---

<sup>124</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinisis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinisis.pdf) [Accessed 14 May 2016].

<sup>125</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinisis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinisis.pdf) [Accessed 14 May 2016].

<sup>126</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinisis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinisis.pdf) [Accessed 14 May 2016].

### 5.10.1. ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

Το AdBlue είναι ένα αβλαβές υγρό διάλυμα που αποτελείται από 32,5% ουρία, μία αζωτούχα ένωση αραιωμένη σε απιονισμένο νερό, ειδικά εξελεγμένη ώστε να μειώνει τα επικίνδυνα αέρια της εξάτμισης. Είναι ακίνδυνο στη χρήση του (δεν είναι εκρηκτικό ή εύφλεκτο), και μη βλαβερό προς το περιβάλλον. Παρ' όλα αυτά, είναι διαβρωτικό εάν έρθει σε επαφή με ορισμένα υλικά. Γι' αυτό θα πρέπει να χρησιμοποιούνται συγκεκριμένα υλικά τόσο για την παραγωγή όσο και για την αποθήκευσή του.<sup>127</sup>

Αποθηκεύεται σε ειδική, ξεχωριστή από το καύσιμο, δεξαμενή. Για τη διάθεσή του έχουν δημιουργηθεί πρότυπα που θα πρέπει να ακολουθούνται και κατά την παρασκευή του. Αυτά είναι το DIN V 70070 και το ISO 22241 όπως και οι κανονισμοί του CEFIC αναφορικά με τη μεταφορά και την αποθήκευσή του. Είναι ένα προϊόν υψηλής καθαρότητας άχρωμο μη τοξικό, το οποίο παράγεται συνθετικά από διάλυμα ουρίας. Αποσυντίθενται όταν αυξάνει κατά πολύ ο χρόνος αποθήκευσης με αποτέλεσμα να σχηματίζεται υδροξείδιο του αμμωνίου και μονοξείδιο του άνθρακα και ως εκ τούτου παύει πλέον να καλύπτει τις απαιτήσεις του προτύπου.<sup>128</sup>

Όταν εξασφαλίζεται η μέγιστη θερμοκρασία των 25°C, συνεχίζει να καλύπτει τις προδιαγραφές του προτύπου DIN 70070 τουλάχιστον για 12 μήνες μετά τον χρόνο παρασκευής του. Η θερμοκρασία αποθήκευσης δεν πρέπει να υπερβαίνει τους 30°C γιατί ευνοείται ο σχηματισμός αμμωνίας, ενώ αυξάνεται η πίεση στη δεξαμενή. Επιπλέον, η θερμοκρασία αποθήκευσης δεν θα πρέπει να είναι μικρότερη των 11°C για να αποφεύγεται η κρυσταλλοποίηση.<sup>129</sup>

---

<sup>127</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinesis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinesis.pdf) [Accessed 14 May 2016].

<sup>128</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinesis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinesis.pdf) [Accessed 14 May 2016].

<sup>129</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinesis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinesis.pdf) [Accessed 14 May 2016].

### 5.10.2. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΧΡΗΣΗΣ

Βασικά πλεονεκτήματα της χρήσης διατάξεων μείωσης εκπομπών με τη χρήση και AdBlue είναι:

- η μείωση των εκπομπών Οξειδίου του Αζώτου NOx κατά 90%,
- η μείωση των εκπομπών των Υδρογονανθράκων HC και του Μονοξειδίου του Άνθρακα CO κατά 50-90%, καθώς και
- η μείωση των μικροσωματιδίων PM κατά 30-50%.<sup>130</sup>

### 5.11. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΚ ΥΣΤΕΡΩΝ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ

Από ανεξάρτητους κατασκευαστές διατίθενται συστήματα Επιλεκτικής Κατάλυσης SCR, για την εκ των υστέρων τοποθέτηση έτσι ώστε τα οχήματα να πληρούν τις ευρωπαϊκές οδηγίες EURO 4 και EURO 5, αλλά και για τα σημαντικά οφέλη που προκύπτουν προς το περιβάλλον.<sup>131</sup>

### 5.12. ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ

Εάν η διαδρομή αναζωογόνησης από τον οδηγό ολοκληρωθεί και η κατάσταση φόρτισης φίλτρου σωματιδίων Diesel έχει φτάσει στη μέγιστη δυνατή ποσοστιαία τιμή, εκτός από τη λυχνία ελέγχου για το φίλτρο σωματιδίων Diesel ανάβει και η λυχνία ελέγχου για τον χρόνο προθέρμανσης. Ο οδηγός καλείται να επισκεφθεί το πλησιέστερο συνεργείο Το φίλτρο σωματιδίων μπορεί να αναζωογονηθεί μόνο στο συνεργείο μέσω μιας αναζωογόνησης σέρβις με το διαγνωστικό.<sup>132</sup>

Εάν δεν επιτευχθούν οι συνθήκες εκείνες ώστε να ολοκληρωθεί η δυναμική αναζωογόνηση, η ενδεικτική λυχνία επικείμενου σέρβις οχήματος θα ενεργοποιηθεί και σχετικός κωδικός βλάβης θα καταγραφεί στη μνήμη της μονάδας ελέγχου ECM.

---

<sup>130</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinisis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinisis.pdf) [Accessed 14 May 2016].

<sup>131</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinisis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinisis.pdf) [Accessed 14 May 2016].

<sup>132</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinisis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinisis.pdf) [Accessed 14 May 2016].

Σ' αυτή την περίπτωση θα πρέπει να τελεστεί η στατική αναζωογόνηση. Κατά τη στατική αναζωογόνηση, η οποία τελείται μέσω του διαγνωστικού μηχανήματος, οι στροφές του κινητήρα θα αυξηθούν και θα παραμείνουν υψηλές έως ότου ολοκληρωθεί η διαδικασία. Η στατική αναζωογόνηση ενδέχεται να απαιτηθεί και μετά από ορισμένες διαδικασίες επισκευής. Όταν ολοκληρωθεί η στατική αναζωογόνηση, η τιμή του ποσοστού μικροσωματιδίων στη μνήμη της μονάδας ελέγχου ECM ορίζεται στο 70%.<sup>133</sup>

Στη συνέχεια θα πρέπει να πραγματοποιηθεί δυναμική αναζωογόνηση (οδήγηση με 50 Km/h για 15 λεπτά) ώστε να εξασφαλιστεί ότι η ποσότητα των συγκεντρωμένων μικροσωματιδίων στο φίλτρο, θα καεί. Η ενεργητική αναζωογόνηση του φίλτρου σωματιδίων Diesel σε μερικά οχήματα μπορεί να γίνει χειροκίνητα από τον ίδιο τον οδηγό μέσω της διαδικασίας από το ταμπλό μηνυμάτων του οχήματος.<sup>134</sup>

Κατά τη λειτουργία του κινητήρα καίγεται πάντα μια μικρή ποσότητα λαδιού. Ένα μέρος αυτού του καμένου λαδιού συσσωρεύεται σε μορφή στάχτης στο φίλτρο σωματιδίων. Η στάχτη λαδιού δεν μπορεί να απομακρυνθεί ούτε με την ενεργητική αναζωογόνηση. Οι παρακάτω καταστάσεις αποτελούν προγραμματισμένες λειτουργίες του κινητήρα και δεν αποτελούν πρόβλημα λειτουργίας:

- Μικρή αύξηση στροφών ρελαντί.
- Ασυνήθιστη ενεργοποίηση του ανεμιστήρα.
- Ασυνήθιστη ενεργοποίηση των αντιστάσεων προθέρμανσης ή και άλλων καταναλωτών (σπάνια).
- Μικρή αύξηση καπνού από το σύστημα εξαγωγής.
- Υψηλές θερμοκρασίες εξάτμισης.<sup>135</sup>

Οι καταστάσεις αυτές του οχήματος δεν θεωρούνται ως προβλήματα και δεν επηρεάζουν τις επιδόσεις των αυτοκινήτων και το περιβάλλον. Η διαδικασία αναζωο-

---

<sup>133</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinisis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinisis.pdf) [Accessed 14 May 2016].

<sup>134</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinisis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinisis.pdf) [Accessed 14 May 2016].

<sup>135</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinisis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinisis.pdf) [Accessed 14 May 2016].

γόνησης του φίλτρου ελέγχεται αυτόματα από τη μονάδα ελέγχου διαχείρισης του κινητήρα σύμφωνα με τις συνθήκες οδήγησης και χρήσης του οχήματος.<sup>136</sup>

### **5.13. ΓΕΝΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΙΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΑΝΤΙΡΡΥΠΑΝΣΗΣ**

Τα περισσότερα προβλήματα δημιουργούνται λόγω άγνοιας και ελλιπούς ενημέρωσης τόσο του οδηγού όσο και των επισκευαστών. Είναι σημαντικό να κατανοήσει ο οδηγός ακριβώς ποιες ενέργειες πρέπει να κάνει εάν η προειδοποιητική λυχνία ανάβει και πώς. Ο τρόπος οδήγησης μπορεί να χρειαστεί να προσαρμοστεί για να εξασφαλιστεί η μέγιστη αποτελεσματικότητα και η μέγιστη διάρκεια ζωής του DPF.

137

Κωδικοποιημένα τα προβλήματα που παρουσιάζονται συχνότερα από τις τεχνολογίες αντιρρύπανσης είναι:

- Διάφορα προειδοποιητικά μηνύματα στο ταμπλό των οργάνων.
- Άναμμα ενδεικτικής λυχνίας DPF.
- Άναμμα (φλασάρισμα) λυχνίας λιπαντικού, στάθμης πλήρωσης.
- Υπερβολική ποσότητα λιπαντικού.
- Αυξημένη κατανάλωση καυσίμου.
- Μειωμένη απόδοση κινητήρα.
- Βουλωμένο DPF<sup>138</sup>

### **5.14. ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΦΙΛΤΡΩΝ**

Επειδή τα φίλτρα μικροσωματιδίων είναι ακριβοί μηχανισμοί και η αντικατάστασή τους είναι δαπανηρή, έχουν αναπτυχθεί συσκευές για τον καθαρισμό τους. Σε

---

<sup>136</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinisis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinisis.pdf) [Accessed 14 May 2016].

<sup>137</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinisis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinisis.pdf) [Accessed 14 May 2016].

<sup>138</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinisis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinisis.pdf) [Accessed 14 May 2016].

αυτή την περίπτωση το φίλτρο πρέπει να αφαιρεθεί από το σύστημα και να τοποθετηθεί στις ειδικές συσκευές.<sup>139</sup>



---

<sup>139</sup> (2016). 1st ed. [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinisis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinisis.pdf) [Accessed 14 May 2016].

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Συμπερασματικά, στα συστήματα ψεκασμού κοινού σωλήνα – Common rail ακολουθείται η λογική των βενζινοκινητήρων, διαχωρίζονται πλέον οι λειτουργίες του συστήματος τροφοδοσίας, δηλαδή η δημιουργία της πίεσης του καυσίμου και ο χρονισμός του ψεκασμού. Έτσι η αντλία πλέον απλά δημιουργεί την πίεση και παρέχει το πετρέλαιο σε έναν αυλό παροχής πάνω στον οποίο είναι συνδεδεμένα τα μπεκ, τα οποία πλέον δεν είναι μηχανικά αλλά ηλεκτρικά και συνδέονται με την κεντρική ηλεκτρονική μονάδα.

Κάθε σύστημα τροφοδοσίας καυσίμου Common Rail αποτελείται από 2 βασικά υποσυστήματα: α) το υποσύστημα τροφοδοσίας καυσίμου (χαμηλής, υψηλής πίεσης και επιστρεφόμενου καυσίμου) και β) το υποσύστημα Ηλεκτρονικού Ελέγχου Diesel (Electronic Diesel Control – E.D.C) (αισθητήρες, μονάδα ηλεκτρονικού ελέγχου / εγκέφαλος, ενεργοποιητές).

Ο σκοπός του κυκλώματος χαμηλής πίεσης είναι η παροχή καυσίμου σε επαρκή ποσότητα και πίεση στο κύκλωμα υψηλής πίεσης. Το καύσιμο αναρροφάται από τη δεξαμενή καυσίμου με τη βοήθεια της αντλίας χαμηλής πίεσης και μέσω του φίλτρου οδηγείται στην αντλία υψηλής πίεσης. Το κύκλωμα χαμηλής πίεσης αποτελείται από: α) τη δεξαμενή καυσίμου, β) τον αισθητήρα στάθμης (φλοτέρ), γ) το φίλτρο καυσίμου και δ) την αντλία χαμηλής πίεσης ή αντλία τροφοδοσίας

Ο σκοπός της αντλίας χαμηλής πίεσης είναι να παρέχει συνεχώς καύσιμο στην αντλία υψηλής πίεσης σε κάθε κατάσταση λειτουργίας, στη σωστή πίεση, αλλά και η διακοπή σε κατάσταση έκτακτης ανάγκης. Στα διάφορα συστήματα common rail έχουν χρησιμοποιηθεί τα εξής είδη αντλιών: α) ηλεκτρική (εξωτερικά στο κύκλωμα ή εσωτερικά στη δεξαμενή καυσίμου) και β) μηχανική (ενσωματωμένη στην αντλία υψηλής πίεσης).

Το κύκλωμα υψηλής πίεσης έχει σκοπό τη δημιουργία, την αποθήκευση, τον έλεγχο και την παροχή της υψηλής πίεσης σε κάθε μπεκ. Αποτελείται από: α) την αντλία υψηλής πίεσης, β) τον συσσωρευτή πίεσης, γ) τη βαλβίδα ελέγχου πίεσης ή και παροχής, δ) τον αισθητήρα πίεσης, ε) τη βαλβίδα ασφαλείας, στ) τις σωληνώσεις υψηλής πίεσης και ζ) τα μπεκ.



Η αντλία υψηλής πίεσης τοποθετείται συνήθως στο ίδιο σημείο του κινητήρα όπως η συμβατική αντλία τύπου διανομέα. Παίρνει κίνηση από τον κινητήρα (στις μισές στροφές του κινητήρα, αλλά κατά μέγιστο 3.000 rpm ή έμμεσα από τον εκκεντροφόρο άξονα με σχέση μετάδοσης περίπου 1,3:1). Στο εσωτερικό της αντλίας το καύσιμο συμπιέζεται από τρία έμβολα (από ένα μέχρι τρία έμβολα, ανάλογα με τον τύπο της αντλίας) σε ακτινική διάταξη τα οποία βρίσκονται σε γωνία 120° μεταξύ τους.

Ο συσσωρευτής πίεσης έχει προορισμό την αποθήκευση καυσίμου και την αποτροπή της μεταβολής της πίεσης, βάσει μεγάλης χωρητικότητας η οποία εξασφαλίζει την απόσβεση των κυμάτων πίεσης και την εξισορρόπηση πίεσης ψεκασμού προς όλα τα μπεκ.

Η πίεση που παράγει η αντλία υψηλής πίεσης και αποθηκεύεται στον συσσωρευτή πίεσης πρέπει να διατηρείται σε επίπεδα που καθορίζει ο εγκέφαλος του κινητήρα και εξαρτάται από τις εκάστοτε συνθήκες λειτουργίες, π.χ. στροφές, φορτίο, κ.λπ. Ο έλεγχος της πίεσης πραγματοποιείται με μία από τις τρεις παρακάτω μεθόδους: α) με βαλβίδα ελέγχου της υψηλής πίεσης, β) με βαλβίδα ελέγχου παροχής & βαλβίδα ασφαλείας και γ) με βαλβίδα ελέγχου πίεσης & βαλβίδα ελέγχου παροχής.

Ο αισθητήρας πίεσης βρίσκεται συνήθως στη μία άκρη του συσσωρευτή πίεσης και μετράει τη στιγμιαία πίεση, με μεγάλη ακρίβεια και ταχύτητα. Είναι συνήθως πιεζοηλεκτρικού τύπου και μετατρέπει την πίεση σε ηλεκτρικό σήμα, που μεταφέρεται σε ένα ηλεκτρονικό κύκλωμα που το ενισχύει και το στέλνει στον εγκέφαλο.

Στο κύκλωμα τοποθετείται βαλβίδα ασφαλείας η οποία, σε περίπτωση που η πίεση στον συσσωρευτή καυσίμου υπερβεί την τιμή του ανώτατου ορίου, τότε ανοίγει και μέρος του καυσίμου επιστρέφει στη δεξαμενή διατηρώντας την πίεση σε φυσιολογικά επίπεδα.

Για τη σύνδεση της αντλίας υψηλής πίεσης με τον συσσωρευτή πίεσης καθώς και του συσσωρευτή πίεσης με τα μπεκ χρησιμοποιούνται σωληνώσεις υψηλής πίεσης οι οποίοι κατασκευάζονται από χάλυβα με προσθήκη ψευδαργύρου.

Τα μπεκ ψεκάζουν στους κυλίνδρους την κατάλληλη ποσότητα καυσίμου τη σωστή στιγμή. Για να γίνει αυτό τα μπεκ ενεργοποιούνται από τον εγκέφαλο (ECM). Τα μπεκ διακρίνονται σε: α) ηλεκτρομαγνητικά ή ηλεκτροϋδραυλικά (electro –

hydraulic solenoid), β) πιεζοηλεκτρικά ή πιεζοϋδραυλικά (piezo crystal electric) και γ) οι δύο προηγούμενοι τύποι με μηχανισμό ενίσχυσης (Hydraulically Amplified Diesel Injector – HADI).

Το κύκλωμα επιστρεφόμενου καυσίμου χρησιμοποιείται για την ψύξη και τη λίπανση των επιμέρους εξαρτημάτων του συστήματος όπως αντλία χαμηλής, αντλία υψηλής πίεσης, τα μπεκ κ.λπ. Υπάρχει λοιπόν μια συνεχής ροής του καυσίμου το οποίο δεν χρησιμοποιείται για την καύση.

Το σύστημα ψεκασμού με μονάδα «αντλίας - μπεκ» όπως υποδηλώνεται και από το όνομα, είναι μία μονάδα ψεκασμού που ενσωματώνει αντλία ψεκασμού με μαγνητική βαλβίδα και μπεκ σε ένα ενιαίο εξάρτημα.

Ο κάθε κύλινδρος του κινητήρα διαθέτει τη δική του μονάδα αντλία - μπεκ. Στις σωληνώσεις τροφοδοσίας του καυσίμου δεν υφίσταται υψηλή πίεση, αφού βρίσκονται στην πλευρά χαμηλής πίεσης. Η υψηλή πίεση δημιουργείται μέσα στη μονάδα της αντλίας - μπεκ. Έτσι ο συμπιεζόμενος όγκος καυσίμου είναι πολύ μικρός με αποτέλεσμα πολύ γρήγορα και με ακρίβεια να επιτυγχάνεται μέγιστη υψηλή πίεση ψεκασμού.

Με τη βοήθεια ηλεκτρικής αντλίας αντλείται το καύσιμο από το ρεζερβουάρ, μέσω ενός φίλτρου, και τροφοδοτείται η μηχανική αντλία καυσίμου. Στη συνέχεια το καύσιμο μέσω του καναλιού τροφοδοσίας, που είναι ενσωματωμένο στην κυλινδροκεφαλή, διοχετεύεται στις μονάδες αντλίας - μπεκ.

Το πλεονάζον καύσιμο που δεν χρειάζεται για τον ψεκασμό επιστρέφει από τις μονάδες αντλίας μπεκ μέσω του καναλιού επιστροφής της κυλινδροκεφαλής, το κέλυφος της μηχανικής αντλίας καυσίμου και το ψυγείο καυσίμου στο ρεζερβουάρ.

Επειδή το καύσιμο θερμαίνεται πάρα πολύ διότι συμπιέζεται μέσα στις μονάδες των αντλιών – μπεκ, υπάρχει κίνδυνος να καταστραφούν εξαρτήματα και να επηρεαστεί η λειτουργία ως προς τον βέλτιστο όγκο ψεκασμού. Γι' αυτό το σύστημα διαθέτει ένα ξεχωριστό κύκλωμα ψύξης του καυσίμου.

Κάθε κινητήρας διαθέτει μια μονάδα για τον κάθε κύλινδρο. Κάθε μονάδα αντλίας - μπεκ στερεώνεται με ένα πλακάκι στην κυλινδροκεφαλή και παίρνει κί-

νηση από τον εκκεντροφόρο άξονα ο οποίος φέρει τέσσερα επιπλέον έκκεντρα κατάλληλα διαμορφωμένα για αυτόν τον σκοπό.

Προέγχυση είναι η πρώτη φάση του προψεκασμού και ψεκάζεται μια πολύ μικρή ποσότητα καυσίμου. Έτσι η πίεση και θερμοκρασία στον χώρο καύσεως αυξάνονται ομαλά.

Οι πετρελαιοκινητήρες παρουσιάζουν δυσκολία στο να «ξεκινήσουν», όταν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι χαμηλή, γιατί τότε η θερμοκρασία του αέρα που συμπιέζεται δεν ξεπερνά τη θερμοκρασία αυτανάφλεξης του καυσίμου. Το εν λόγω πρόβλημα της κρύας εκκίνησης αντιμετωπίζεται από τους κατασκευαστές των πετρελαιοκινητήρων με την τοποθέτηση ειδικών συστημάτων που διευκολύνουν τη γρήγορη εκκίνηση της μηχανής. Τα συστήματα αυτά έχουν, κυρίως, τη μορφή ηλεκτρικών αντιστάσεων, που πυρακτώνονται σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα, προθερμαίνοντας έτσι τον χώρο μέσα στον οποίο θα ψεκαστεί το καύσιμο.

Τα συστήματα προθέρμανσης που χρησιμοποιούνται διακρίνονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες: α) προθερμαντήρες αέρα εισαγωγής και β) προθερμαντήρες θαλάμου καύσης.

Οι προθερμαντήρες αέρα εισαγωγής τοποθετούνται στη ροή του εισερχόμενου αέρα τον οποίο και θερμαίνουν. Οι δε προθερμαντήρες θαλάμου καύσης τοποθετούνται στην κυλινδροκεφαλή του κινητήρα με τέτοιο τρόπο ώστε η πυρακτωμένη άκρη του προθερμαντήρα να βρίσκεται στον θάλαμο καύσης.

Οι προθερμαντήρες αέρα εισαγωγής διακρίνονται σε α) προθερμαντήρα πυράκτωσης για συστήματα εκκίνησης με φλόγα και β) προθερμαντήρα αέρα εισαγωγής με ηλεκτρική αντίσταση / θερμαντικές φλάντζες.

Ο προθερμαντήρας πυράκτωσης για συστήματα εκκίνησης με φλόγα είναι στην πραγματικότητα ένας μικρός καυστήρας ο οποίος αποτελείται από μία ηλεκτρική αντίσταση σπειροειδούς μορφής που συνδέεται με την μπαταρία του οχήματος και από ένα μεταλλικό περίβλημα προσαρμογής στην πολλαπλή εισαγωγής που καταλήγει σε ένα διάτρητο σωλήνα. Όταν η αντίσταση πυρακτωθεί αναφλέγει καύσιμο το οποίο θερμαίνει επιπρόσθετα τον αέρα αναρρόφησης, εξασφαλίζοντας κατ' αυτόν τον τρόπο την εκκίνηση ακόμη και σε χαμηλές θερμοκρασίες.

Ο προθερμαντήρας αέρα εισαγωγής με ηλεκτρική αντίσταση / θερμαντικές φλάντζες αποτελείται από ένα θερμαντικό στοιχείο (αντίσταση) που βρίσκεται τοποθετημένο μέσα στην πολλαπλή εισαγωγή. Ο έλεγχός του είναι παρόμοιος με αυτόν των προθερμαντήρων, θερμαίνεται και πυρακτώνεται η αντίσταση και ο εισερχόμενος αέρας θερμαίνεται με τη σειρά του, από την επαφή του με αυτήν.

Οι προθερμαντήρες θωρακισμένου τύπου διακρίνονται σε: α) Μεταλλικούς προθερμαντήρες θωρακισμένου τύπου, προθερμαντήρας πυράκτωσης 2 φάσεων, προθερμαντήρας πυράκτωσης 3 φάσεων και β) κεραμικούς προθερμαντήρες θωρακισμένου τύπου.

Ο μεταλλικός προθερμαντήρας θωρακισμένου τύπου αποτελείται από έναν μεταλλικό σωλήνα ο οποίος είναι ανθεκτικός και στη διάβρωση και στα θερμά αέρια. Περιλαμβάνει ένα στοιχείο θέρμανσης πυράκτωσης εμβαπτισμένο μέσα σε πούδρα οξειδίου του μαγνησίου. Αυτό το στοιχείο του θερμαντήρα περιλαμβάνει δύο αντίστροφες συνδεδεμένες σε σειρά: το νήμα του θερμαντήρα μέσα στο άκρο του σωλήνα του προθερμαντήρα και το νήμα ελέγχου. Συνεπώς, ρεύμα μεγάλης έντασης διαρρέει τον κρύο προθερμαντήρα κατά την ενεργοποίησή του. Η ένταση του ρεύματος μειώνεται καθώς αυξάνεται η θερμοκρασία, επιτυγχάνοντας μια ομοιόμορφη θερμοκρασία προθέρμανσης της τάξης των 1.000 °C.

Ο κεραμικός προθερμαντήρας διαθέτει θερμαντικό στοιχείο αποτελείται εξ ολοκλήρου από ηλεκτρικά αγωγικό κεραμικό υλικό. Επειδή στην επιφάνεια παρουσιάζει υψηλότερη ειδική αντίσταση από το υλικό παροχής και επιστροφής, η θερμαινόμενη ράβδος πυρακτώνεται μόνο στη μύτη (καπάκι) και έτσι αναπτύσσει γρηγορότερα υψηλές θερμοκρασίες. Η επαφή προθερμαντήρα αποτελείται από έναν εσωτερικό και έναν εξωτερικό αγωγό και έναν ενδιάμεσο μονωτήρα.

Ο προθερμαντήρας πυράκτωσης με αισθητήρα πίεσης πετρελαιοκινητήρων — Pressure Sensor Glow Plug (PSG) προσδιορίζει με έναν ενσωματωμένο αισθητήρα την πίεση στον θάλαμο καύσης και μεταδίδει την τιμή στο ηλεκτρονικό σύστημα ελέγχου του κινητήρα.

Κατά την αλλαγή των προθερμαντήρων θα πρέπει σε κάθε περίπτωση να προσέξουμε την ποιότητα του πρώτου εξοπλισμού και να τοποθετήσουμε τον κατάλληλο προθερμαντήρα. Σε κάθε αντικατάσταση αλείφουμε με το ειδικό γράσο το σπείρωμα και την άτρακτο του προθερμαντήρα.

Το σύστημα προθέρμανσης θα πρέπει να ελέγχεται εάν υπάρχουν παράπονα που αφορούν την ικανότητα ψυχρής εκκίνησης και την παρουσία καπνού μετά την εκκίνηση του κινητήρα. Στους μοντέρνους κινητήρες Ντίζελ είναι δυνατόν να γίνει ανάγνωση Διαγνωστικών Κωδικών Βλαβών (DTC).

Οι συνηθέστερες βλάβες των προθερμαντήρων προκαλούνται από: α) λανθασμένο χρονισμό ανάφλεξης, β) λανθασμένη μορφή της δέσμης ψεκασμού του μπεκ, γ) λανθασμένη διανομή καυσίμου και δ) ατελή καύση που προκαλείται από διαρροές λαδιού από τα ελατήρια των εμβόλων ή από οδηγό βαλβίδας.

Με την εξέλιξη της τεχνολογίας τείνουν να εκλείψουν όλες εκείνες οι αιτίες που συντελούσαν στη δημιουργία του φωτοχημικού νέφους και της συγκέντρωσης των σωματιδίων του καπνού. Η ποιότητα των ρύπων έχει βελτιωθεί σημαντικά, ενώ νέου τύπου τεχνολογίες μειώνουν αισθητά το πρόβλημα της αιθαλομίχλης.

Μεγάλη μείωση των εκπομπών επιτεύχθηκε τα τελευταία χρόνια, όποτε και τέθηκαν σε ισχύ οι πρώτες προδιαγραφές ελέγχου καυσαερίων. Αυτό επιτεύχθηκε με την εισαγωγή νέων τεχνολογιών, την ευρύτερη εφαρμογή της ηλεκτρονικής και της τεχνικής των υπολογιστών. Κατά την καύση του πετρελαίου κίνησης σχηματίζονται αέριοι ρύποι καθώς και στερεοί & υγροί ρύποι - Σωματίδια. Οι σημαντικότεροι ρύποι ενδιαφέροντος για τους πετρελαιοκινητήρες είναι οι άκαυτοι υδρογονάνθρακες (HC), τα οξείδια του αζώτου (NO<sub>x</sub>), τα σωματίδια αιθάλης και το μονοξείδιο του άνθρακα (CO). Τα συστήματα αντιρρύπανσης των πετρελαιοκινητήρων είναι εφαρμοσμένες τεχνολογίες που αφορούν τόσο το εσωτερικό όσο και το εξωτερικό του κινητήρα.

Μία από τις τεχνολογίες που αναπτύσσεται είναι η επανακυκλοφορία καυσαερίων. Κατά την ανακύκλωση καυσαερίων ένα μέρος τους επιστρέφεται στην εισαγωγή και διοχετεύεται στον χώρο καύσης. Επειδή τα καυσαέρια περιέχουν πολύ λίγο οξυγόνο μειώνεται η μέγιστη θερμοκρασία καύσης και συνεπώς η μέγιστη πίεση καύσης. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της εκπομπής οξειδίων του αζώτου. Η ανακύκλωση των καυσαερίων γίνεται από ένα σύστημα που ονομάζεται σύστημα επανακυκλοφορίας καυσαερίων.

Με τη χρήση των φίλτρων συγκράτησης μικροσωματιδίων, επιτυγχάνεται μείωση των υδρογονανθράκων (HC) και των μονοξειδίων του άνθρακα (CO). Το εσωτερικό των φίλτρων συγκράτησης μικροσωματιδίων μοιάζει με αυτό των καταλυτικών μετατροπών και συνήθως είναι κατασκευασμένα από καρβίδιο πυριτίου,

ενώ η επένδυσή τους είναι από ευγενή μέταλλα. Το φίλτρο σωματιδίων Diesel πρέπει τακτικά να απελευθερώνεται από τα σωματίδια αιθάλης, έτσι ώστε να μην βουλώνει και να μην επηρεάζεται η λειτουργία του. Τα σωματίδια της αιθάλης (C) που συγκεντρώνονται στο φίλτρο καίγονται (οξειδώνονται) και έτσι καθαρίζει το φίλτρο. Η απομάκρυνση της αιθάλης λέγεται αναγέννηση ή αναζωογόνηση του φίλτρου και εκτελείται σε διάφορα στάδια. Παθητική αναζωογόνηση, Ενεργητική αναζωογόνηση, Διαδρομή αναζωογόνησης από τον οδηγό, Αναζωογόνηση από το συνεργείο.

Σύμφωνα με το Σύστημα Επιλεκτικής Κατάλυσης, συνδυάζεται η βελτιστοποιημένη καύση του κινητήρα σε συνεργασία με ένα σύστημα τελικής επεξεργασίας των καυσαερίων με κύριο σκοπό την ελάττωση των επιπέδων οξειδίου του αζώτου (NOx). Βασικό στοιχείο της όλης διεργασίας είναι η χρήση του διαλύματος AdBlue. Το Σύστημα Επιλεκτικής Κατάλυσης SCR Selective Catalytic Reduction είναι μια μέθοδος που εφαρμόζεται κυρίως σε μεγάλα σύγχρονα πετρελαιοκίνητα οχήματα. Η τεχνολογία αυτή χρησιμοποιείται προκειμένου να ανταποκριθούν οι κατασκευαστές επαγγελματικών οχημάτων στην οδηγία της Ευρωπαϊκής Ένωσης για οχήματα με SCR με σκοπό τη μείωση των εκπομπών καυσαερίων σε κινητήρες πετρελαίου Euro 4 και μετέπειτα βαρέων οχημάτων.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- *Gpeppas.gr.* (2016). [online] Available at: <http://www.gpeppas.gr/4x4/BenzinaVsDiesel.html>
- [Accessed 12 May 2016].
- *caroto.gr.* (2009). Τα πάντα για τους κινητήρες ντίζελ.... [online] Available at: <http://www.caroto.gr/2009/03/03/diesel-%CF%80%CE%B5%CF%84%CF%81%CE%B5%CE%BB%CE%B1%CE%B9%CE%BF%CE%BA%CE%B9%CE%BD%CE%B7%CF%84%CE%AE%CF%81%CE%B5%CF%82-%CF%80%CF%81%CE%BF%CF%83%CE%B5%CF%87%CF%8E%CF%82-%CE%BA%CE%BF%CE%BD%CF%84%CE%AC/> [Accessed 12 May 2016].
- *1st ed.* [ebook] Available at: [http://oebemessinias.gr/pdf/systimata\\_petrelaiokinisis.pdf](http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinisis.pdf) [Accessed 12 May 2016].
- (*1st ed.*). Retrieved from <http://www.chemeng.ntua.gr/courses/fueltech/files/Cetane%20Number%20Lab.pdf>
- *1st ed.* [ebook] Available at: [file:///C:/Users/%CE%A3%CE%A4%CE%95%CE%9B%CE%99%CE%9F%CE%A3/Desktop/Kefalas\\_Konstantinos.pdf](file:///C:/Users/%CE%A3%CE%A4%CE%95%CE%9B%CE%99%CE%9F%CE%A3/Desktop/Kefalas_Konstantinos.pdf) [Accessed 12 May 2016].
- Αρκούλης. Ν. Και Γιάννος. Γ.(2014). ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΙΕΤΡΕΛΑΙΟΚΙΝΗΣΗΣ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΩΝ. Αθήνα. Εκδόσεις ΙΜΕ ΓΣΕΒΕΕ.
- Κονταξάκης. Δ. (2006). Μελέτη Πετρελαιοκινητήρα (1.900cc) με Υπερπλήρωση TURBO. Άγιος Νικόλαος.
- *1st ed.* [ebook] Available at: [http://eureka.lib.teithe.gr:8080/bitstream/handle/10184/4627/Kefalas\\_Konstantinos.pdf?sequence=4](http://eureka.lib.teithe.gr:8080/bitstream/handle/10184/4627/Kefalas_Konstantinos.pdf?sequence=4) [Accessed 12 May 2016].

- *Ist ed. [ebook] Available at:*  
<http://blogs.sch.gr/atkermelid/files/2013/06/%CE%9C%CE%97%CE%A7%CE%91%CE%9D%CE%95%CE%A3-%CE%95%CE%A3%CE%A9%CE%A4%CE%95%CE%A1%CE%99%CE%9A%CE%97%CE%A3-%CE%9A%CE%91%CE%A5%CE%A3%CE%97%CE%A3-%CE%99I-%CE%9A%CE%95%CE%A6%CE%91%CE%9B%CE%91%CE%99%CE%9F-6%CE%BF.pdf> [*Accessed 12 May 2016*].