

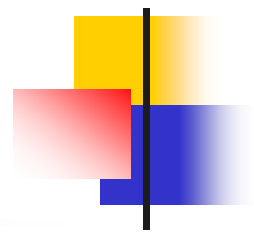
Τεχνολογίες Εκμετάλλευσης και Αξιοποίησης Υδρογονανθράκων

Μάθημα 8^ο

*Παραγωγή Ντίζελ
Ντιζελοκινητήρας
Ιδιότητες Ντίζελ
Μαζούτ*

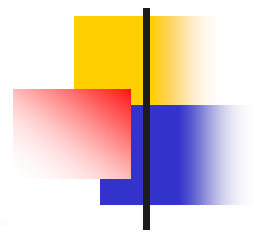
Δρ. Στέλλα Μπεζεργιάννη

Ανάπτυξη Αγοράς Ντίζελ

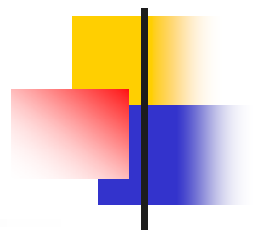


- Ανακάλυψη αργού πετρελαίου (1859)
 - Χρήση αερίλαιων για παραγωγή αερίου πόλης
- Εφεύρεση κινητήρα εσωτερικής καύσης (1864)
 - Συγκεκριμένες χρήσεις μεσαίων αποσταγμάτων (βενζίνη, ντίζελ)
- Τέλος α' παγκοσμίου πολέμου
 - Σταθερή τεχνολογία κινητήρων ντίζελ
 - Βαριοί και αργόστροφοι
 - Βιομηχανικές εγκαταστάσεις, σιδηρόδρομοι, πλοία
 - Χωρίς απαιτήσεις ποιότητας καυσίμου
- Ανάπτυξη κινητήρων ντίζελ (MAN, Daimler-Benz)
 - Περιορισμένη διαθεσιμότητα βενζίνης στη Γερμανία (1918)
 - Χρήση και στην αεροπορία (β' παγκόσμιος πόλεμος)

Ανάπτυξη Αγοράς Ντίζελ (Συνέχεια)

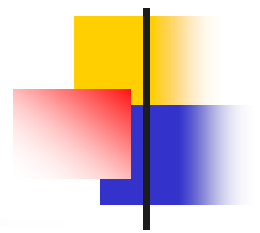


- Καθορισμός προδιαγραφών ποιότητας καυσίμου
 - Χαμηλό ιξώδες
 - Περιορισμός υπολειμμάτων απόσταξης (ανάμιξη)
 - Ποιότητα ανάφλεξης
 - Δείκτης ντίζελ (ειδικό βάρος, σημείο ανιλίνης)
 - Αριθμός κετανίου, δείκτης κετανίου
 - Περιεκτικότητα S (1960)
- Καθορισμός προδιαγραφών χαμηλών θερμοκρασιών
 - Πρόβλημα διαχωρισμού κρυστάλλων παραφίνης
 - Σημείο θόλωσης, σημείο ροής
 - Σημείο απόφραξης ψυχρού φίλτρου (CFPP)



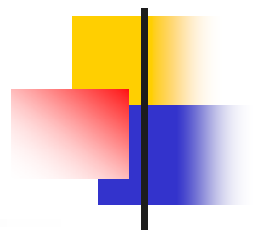
- Πετρέλαιο ντίζελ ή πετρέλαιο εσωτερικής καύσης
 - καύσιμο που χρησιμοποιείται στους κινητήρες εσωτερικής καύσης
 - ανάφλεξη προκαλείται από συμπίεση
 - καύσιμο σε εγκαταστάσεις κεντρικής θέρμανσης
- Σύνθετα μίγματα υδρογονανθράκων
 - παρασκευάζονται από την ανάμιξη των διαθέσιμων αερίλαιων (gasoil) έτσι ώστε το τελικό ντίζελ να ικανοποιεί τις αντίστοιχες προδιαγραφές
- Τύποι ντίζελ στην Ελλάδα
 - ντίζελ κίνησης
 - πετρέλαιο θέρμανσης
 - πετρέλαιο εφοδιασμού πλοίων

Παραγωγή Ντίζελ



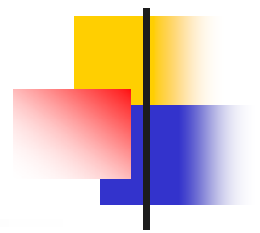
- Σύνθετο μίγμα υδρογονανθράκων
- Μίγμα προϊόντων διαφόρων διεργασιών
 - Κλάσματα ορίων απόσταξης 150-380°C
 - Στόχος να ικανοποιούνται οι προδιαγραφές
- Κυρίως από ατμοσφαιρική απόσταξη αλλά και από άλλες μονάδες μετατροπής
 - Τύπος αργού πετρελαίου επηρεάζει την ποιότητα και ποσότητα παραγόμενου ντίζελ
- Εξισορρόπηση παραγωγής με ζήτηση επιτυγχάνεται με διεργασίες μετατροπής
 - Θερμική πυρόλυση, ιξωδόλυση, εξανθράκωση, καταλυτική πυρόλυση, υδρογονοπυρόλυση

Συστατικά Ντίζελ



- Παραφίνες
 - Υψηλή ποιότητα ανάφλεξης
 - Προβλήματα προδιαγραφών ροής σε χαμηλές θερμοκρασίες
- Ναφθένια
- Αρωματικά
- Μικρή περιεκτικότητα ολεφινών, ενώσεων S & N
- Προϊόν πυρόλυσης
 - Χαμηλή περιεκτικότητα σε παραφίνες
 - Καλές ιδιότητες ροής σε χαμηλές θερμοκρασίες
 - Χαμηλότερη ποιότητα ανάφλεξης

Νοθεία Ντίζελ



- Αποφυγή νοθείας
 - Πετρέλαιο θέρμανσης: προσθήκη ιχνηθέτη solvent yellow 124 (6mg/l) και κόκκινη χρωστική
 - Πετρέλαιο ναυτιλίας: προστίθεται ιχνηθέτης κινιζαρίνη (6mg/l) και μαύρο χρώμα
- Ντίζελ κίνησης έχει φυσικό χρώμα
 - Δεν περιέχει ιχνηθέτη

Προδιαγραφές Ντίζελ της Ελληνικής Αγοράς

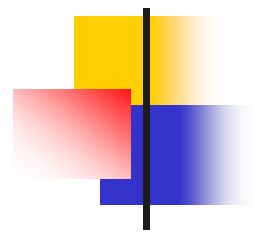


Ιδιότητα	Κίνησης	Θέρμανσης
Πυκνότητα (g/ml)	0.82-0.86	Αναφορά
Σημείο Ανάφλεξης (°C) ελάχ.	55	55
Απόσταγμα 95% (0°C) ελάχ.	360	-
CFPP (°C) μέγ. α. 1/10 ως 15/9 β. 16/3 ως 30/9	-5 -	-5 -
Νερό (mg/kg) max	500	-
Αιωρούμενα Σωματίδια (g/m ³) - max	20	-
Ανθρακούχο Υπόλειμμα (%κ.β.) - max	0.30	0.30
Τέφρα (%κ.β.) max	0.01	0.02
Ιξώδες (sSt, 40°C)	2-4.5	6 (max)
Θείο (wppm.) - max	50 -> 10	200
Αριθμός Κετανίου - min	51	-
Δείκτης Κετανίου - min	47	40



Ντιζελοκινητήρας

Κινητήρες Ανάφλεξης με Συμπύεση



- Κινητήρας εσωτερικής καύσης
- Καλύπτει μεγάλο ποσοστό κινητήρων
 - Σύνολο ναυτιλιακών μεταφορών
 - Μεγάλο μέρος σιδηροδρομικών μεταφορών, οδικών μεταφορών (φορτηγά)
- Εμφανίστηκε στα τέλη του 19^{ου} αιώνα
 - Ανάγκη βελτίωσης περιορισμένου βαθμού απόδοσης μηχανών εσωτερικής καύσης
 - Dr. Rudolf Diesel (1892) @ Γερμανία

Βασική Λειτουργία Ντιζελοκινητήρα

1 Συμπύεση

- Συμπύεση αέρα (15:1)
- Εισαγωγή εκνεφώματος καυσίμου σε υψηλή πίεση

2 Καύση

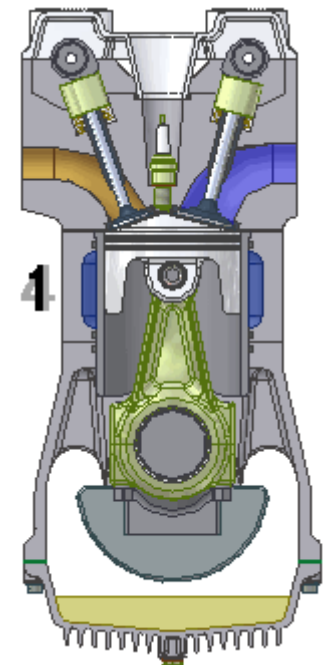
- Αυτανάφλεξη καυσίμου με επαφή με θερμό συμπιεσμένο αέρα

3 Έργο

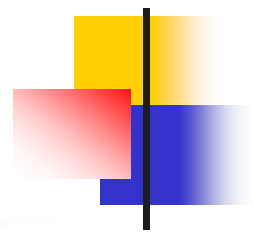
- Παραγωγή έργου από καύση μίγματος αέρα-καυσίμου

4 Εκτόνωση

- Απομάκρυνση αερίων προϊόντων καύσης από βαλβίδα εκτόνωσης



Καύση στον Ντιζελοκινητήρα

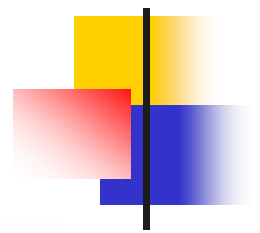


- Δημιουργία εύφλεκτου μίγματος αέρα-καυσίμου στο θάλαμο καύσης
 - Ψεκασμός καυσίμου ως διεσπαρμένο εκνέφωμα
 - Ανάμιξη με τον στροβιλιζόμενο και συμπιεσμένο αέρα
- Ανάφλεξη
 - Ενέργεια λόγω υψηλής θερμοκρασίας (~500°C) συμπιεσμένου αέρα προκαλεί αυτανάφλεξη καυσίμου
 - Εισέρχεται λίγο πριν τελειώσει η φάση συμπίεσης
 - Όχι άμεση => απαιτείται χρόνος καθυστέρησης
 - Διάσπαση σταγονιδίων σε ακόμα μικρότερα, προφλογικές αντιδράσεις

Καύση στον Ντιζελοκινητήρα (Συνέχεια)

- **Ανεξέλεγκτη καύση**
 - Στο τέλος της φάσης συμπίεσης
 - Απότομη αύξηση πίεσης
 - Διάδοση φλόγας σε όλο τον όγκο μίγματος
 - Ρυθμός και μέγεθος αύξησης πίεσης εξαρτάται από ποσότητα καυσίμου
 - Ποσότητα καυσίμου εξαρτάται από καθυστέρηση ανάφλεξης και ποσότητα καυσίμου που ψεκάστηκε την περίοδο καθυστέρησης
- **Κυρίως καύση**
 - Ελεγχόμενος ρυθμός ψεκασμού
 - Βαθμιαία αύξηση πίεσης του κυλίνδρου
 - Έναρξη φάσης εκτόνωσης

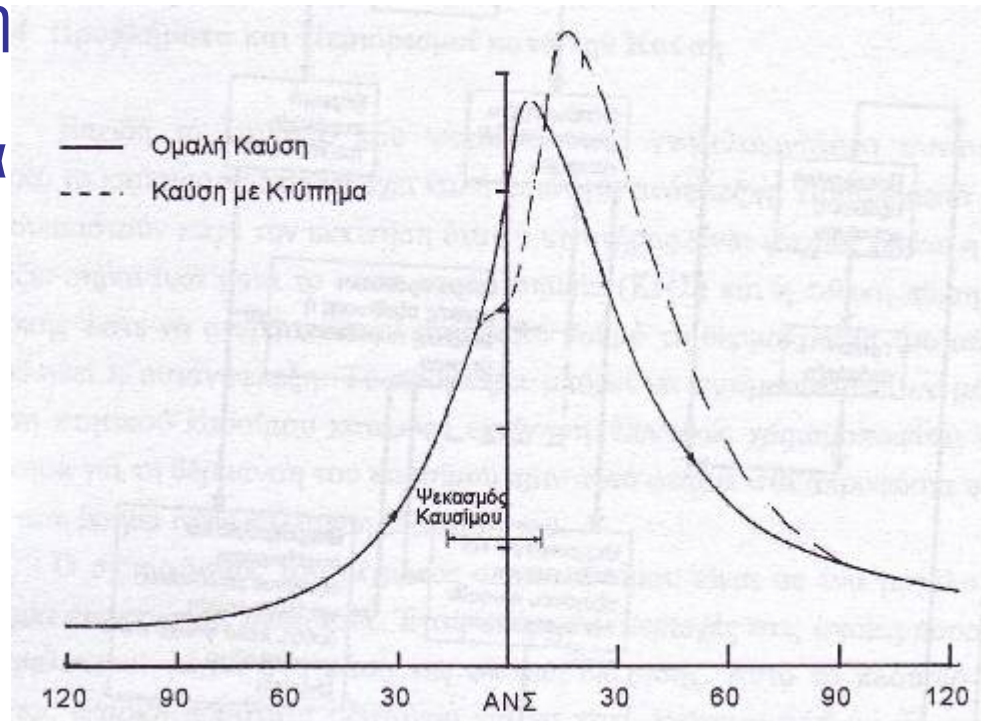
Προβλήματα Καύσης Ντίζελ



- Εκκίνηση (ψυχρός κινητήρας)
 - Τελική πίεση ανεπαρκής για αύξηση θερμοκρασίας σε τιμές που μπορούν να προκαλέσουν αυτανάφλεξη
 - Χρήση πτητικών καυσίμων στην εκκίνηση
 - Χρήση ηλεκτρικού συστήματος θέρμανσης καυσίμου πριν τα ακροφύσια ψεκασμού
- Διαφοροποίηση συστήματος αέρα – καυσίμου
 - Περιοχές υπερπλούσιου μίγματος
 - ανεπαρκές O_2 => ατελής καύση (CO, αιθάλη)
- Θόρυβος κινητήρα
 - Αντιμετωπίζεται με ελάττωση περιόδου καθυστέρησης ή με ελάττωση ποσότητας καυσίμου (αυξάνει όμως την κατανάλωση καυσίμου)
 - Εντονότερος θόρυβος κατά την ψυχρή εκκίνηση

Κτύπημα Κινητήρα

- Αύξηση περιόδου καθυστέρησης => εισαγωγή περισσότερου καυσίμου => αύξηση θερμοκρασίας αέρα
- Απότομη αύξηση πίεσης λόγω ανεξέλεγκτης ανάφλεξης => εκπομπή θορύβου
- Παραγόμενο έργο ισοδυναμεί με εμβαδό καμπύλης

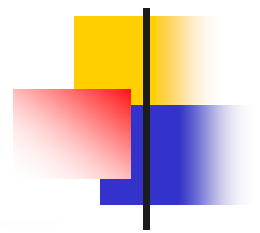


Πηγή: Στούρνας Σ., Λόης Ε. και Ζανίκος Φ., Σημειώσεις Τεχνολογίας Καυσίμων και Λιπαντικών, 2002



Ιδιότητες Ντίζελ

Αριθμός Κετανίου

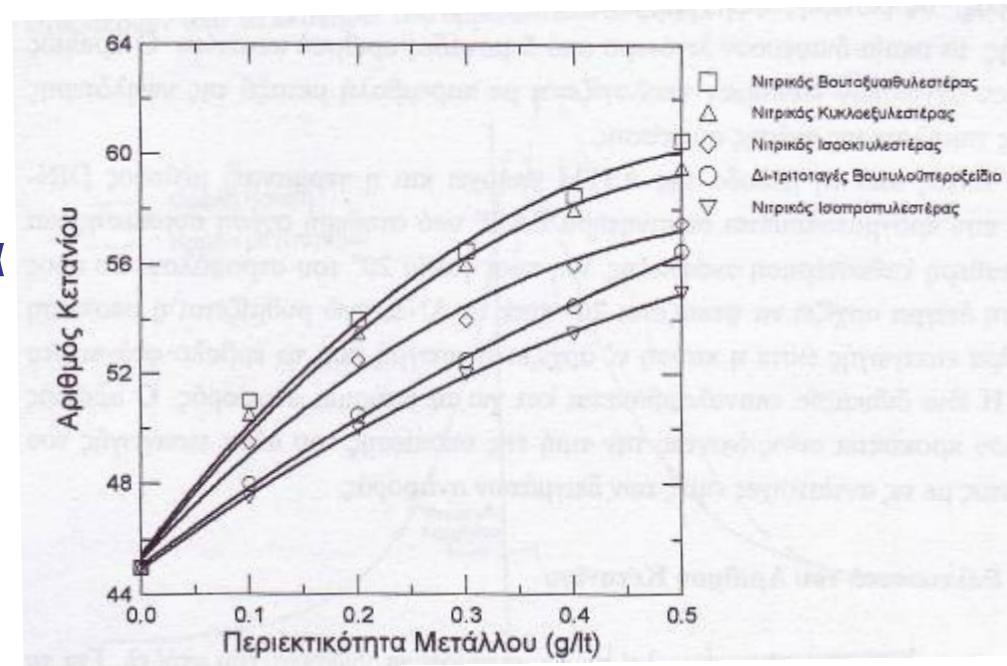


- Δείχνει ικανότητα καυσίμου να αναφλεγεί όταν ψεκάζεται
 - Υψηλός αριθμός κετανίου => ευκολότερη ανάφλεξη
- Μετρείται σε μηχανή CFR (Cooperative Fuels Research)
 - Σύγκριση ποιότητας ανάφλεξης με δύο γνωστά καύσιμα αναφοράς σε πρότυπες συνθήκες λειτουργίας
 - Κανονικό δεκαεξάνιο (100) και 7-μέθυλο-εννεάνιο (15)

$$\left[\begin{array}{l} \text{Αριθμός} \\ \text{Κετανίου} \end{array} \right] = (\% \kappa - \text{δεκαεξάνιο}) + 0.15 (\% 7 - \text{μέθυλο} - \text{εννεάνιο})$$

Βελτίωση Αριθμού Κετανίου

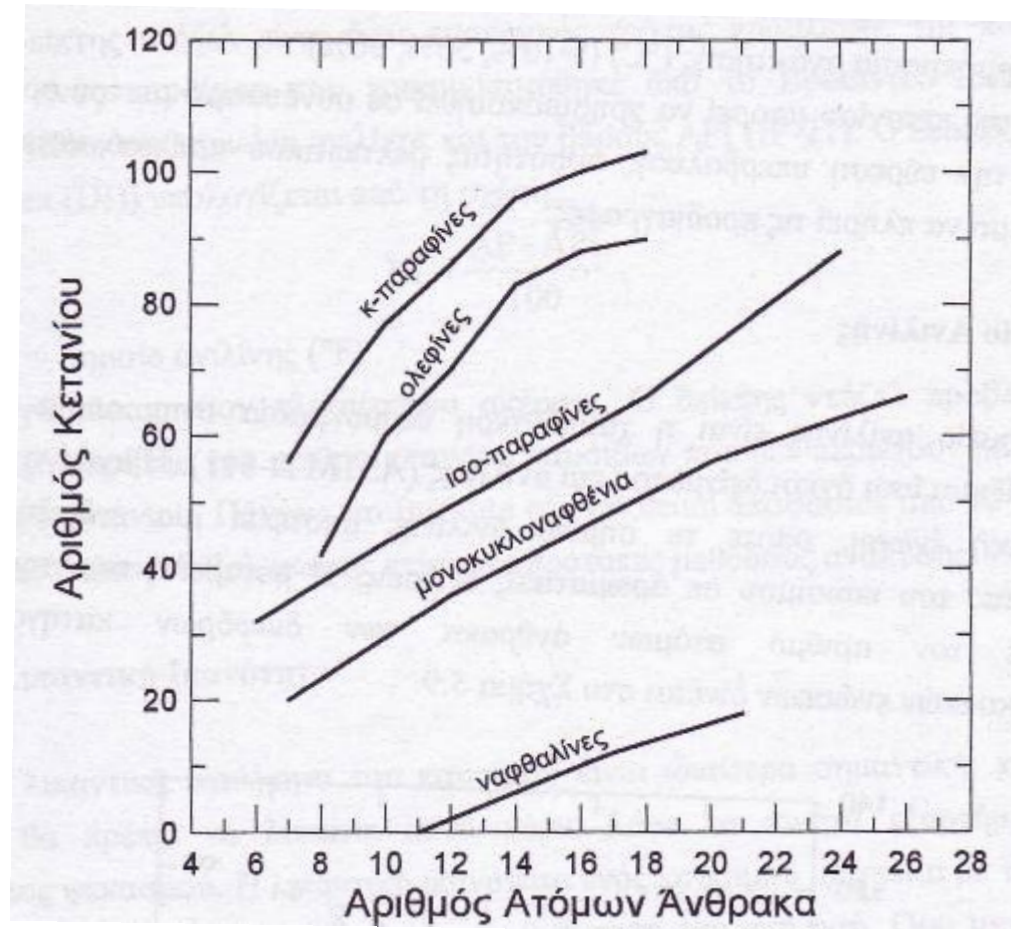
- Υδρογονοκατεργασία ή
- Προσθήκη βελτιωτικών
 - Ελατώνουν και εκπομπές
 - Ενώσεις που αποσυντίθενται εύκολα
 - Επιταχύνουν έναρξη αντιδράσεων και οξείδωση καυσίμου
 - Νιτρικοί αλκυλεστέρες
 - Νιτρικοί αιθέρες
 - Υπεροξειδία
 - Πολυαθιυλενογλυκόλες



Πηγή: Στούρνας Σ., Λόης Ε. και Ζανίκος Φ., Σημειώσεις Τεχνολογίας Καυσίμων και Λιπαντικών, 2002

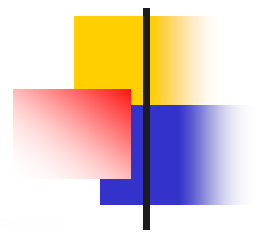
Αριθμός Κετανίου & Υδρο/κες

- Παραφίνες έχουν υψηλό αριθμό κετανίου



Πηγή: Στούρνας Σ., Λόης Ε. και Ζαννίκος Φ., Σημειώσεις Τεχνολογίας Καυσίμων και Λιπαντικών, 2002

Δείκτης Κετανίου



- Αριθμός κετανίου προσδιορίζεται με τον ειδικό κινητήρα CFR
- Δείκτης κετανίου είναι μια πρόβλεψη αριθμού κετανίου μέσω απλούστερων αναλύσεων
 - Πυκνότητα, καμπύλη απόσταξης (3 σημεία)
 - Μέθοδος ASTM D-4737

$$CCI = 45.2 + 0.0892 (T_{10}-215) + 0.131 (T_{50}-260) + 0.0523 (T_{90}-310) + 0.901 \cdot B \cdot (T_{50}-260) - 0.420 \cdot B \cdot (T_{90}-310) + 0.0049 (T_{10}-215)^2 - 0.0049 (T_{90}-310)^2 + 107.0 \cdot B + 60.0 \cdot B^2$$

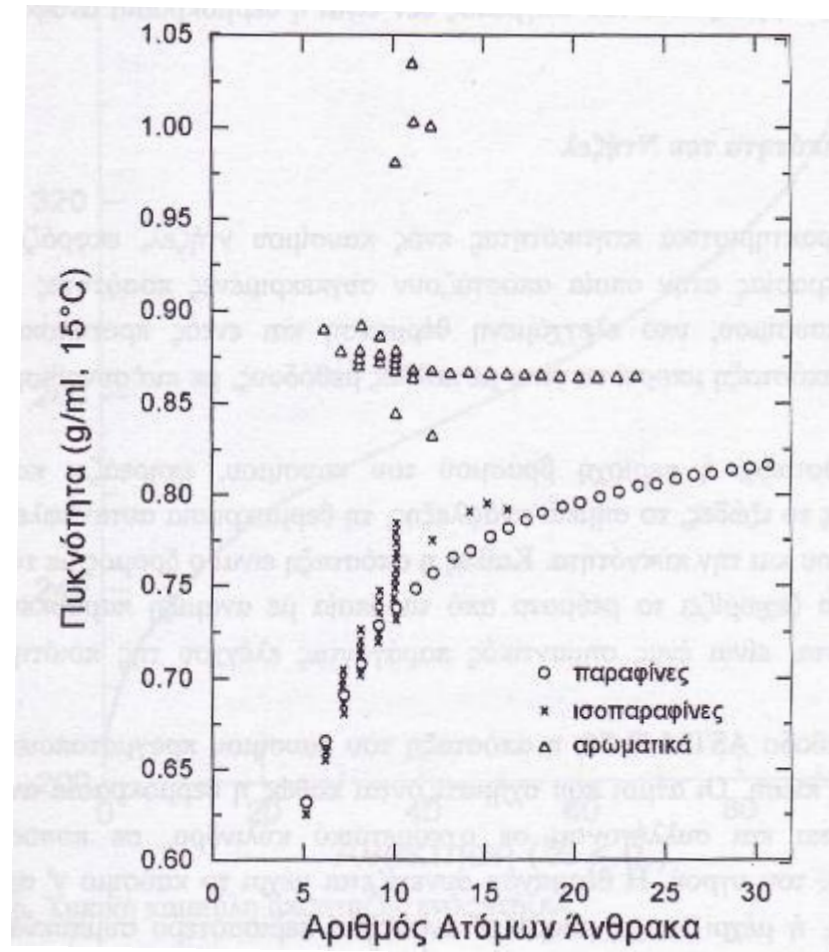
όπου

- $B = \exp[-3.5 (D-0.85)]-1$
- $D =$ πυκνότητα (g/ml, 15°C)
- $T_i =$ θερμοκρασία ανάκτησης (°C) ($i = 10\%, 50\%, 90\%$)

Πυκνότητα Ντίζελ

- Ένδειξη σύστασης καθώς και λειτουργίας
 - Ποιότητα ανάφλεξης, ισχύς, οικονομία, ιδιότητες ροής σε χαμηλές θερμοκρασίες

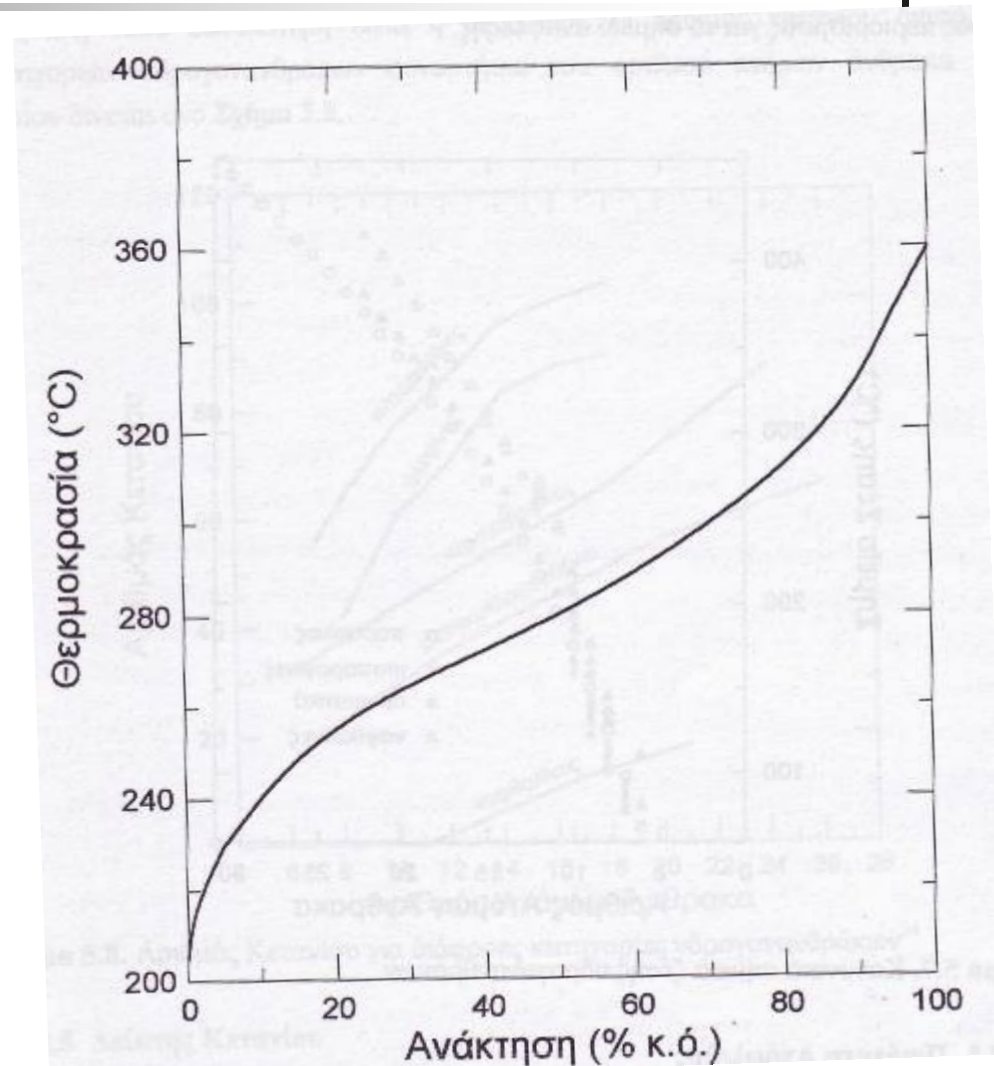
παραφινικοί < ναφθενικοί < αρωματικοί



Πηγή: Στούρνας Σ., Λόης Ε. και Ζανίκος Φ., Σημειώσεις Τεχνολογίας Καυσίμων και Λιπαντικών, 2002

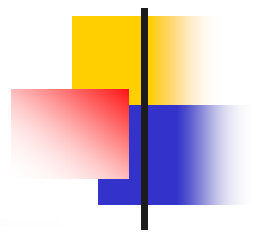
Πτητικότητα Ντίζελ

- Καμπύλη απόσταξης
 - ASTM D-86
- Επηρεάζει άλλες ιδιότητες
 - Πυκνότητα
 - Αριθμός κετανίου
 - Ιξώδες
 - Σημείο ανάφλεξης
- Σημαντικά σημεία
 - 10%, 90%, 95%



Πηγή: Στούρνας Σ., Λόης Ε. και Ζανίκος Φ., Σημειώσεις Τεχνολογίας Καυσίμων και Λιπαντικών, 2002

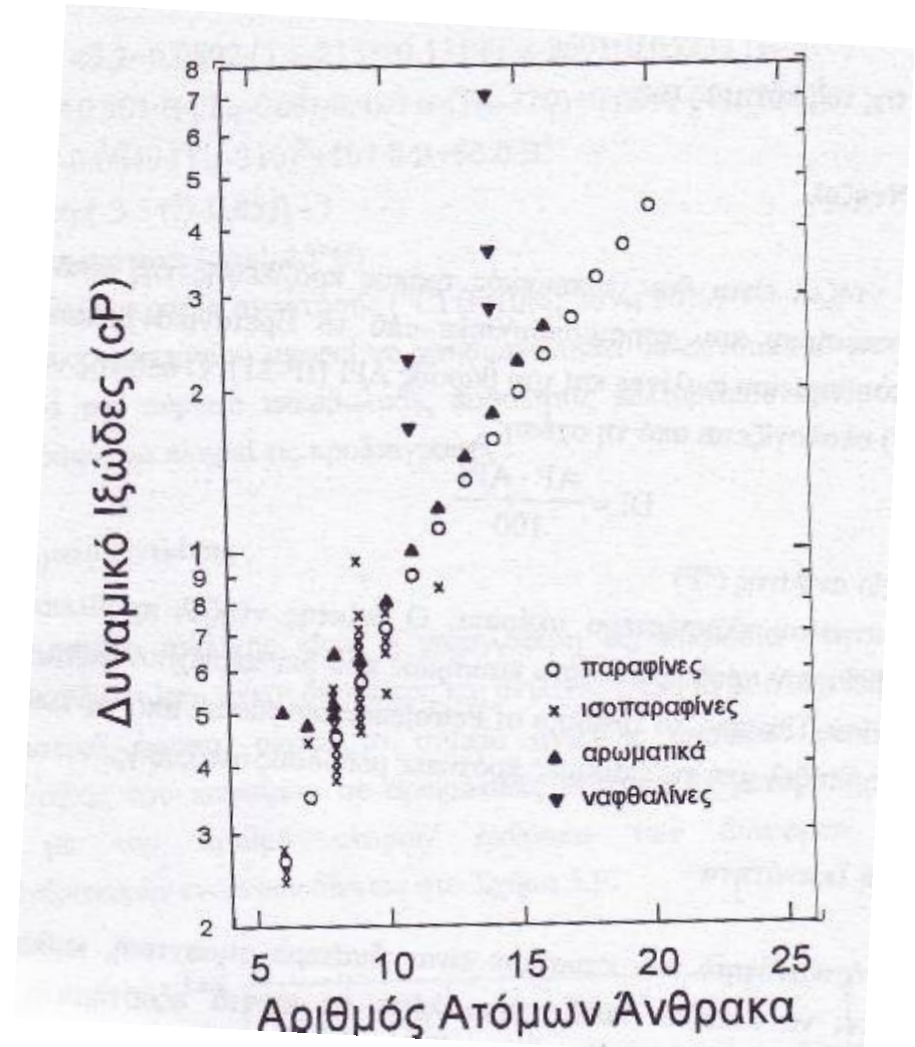
Σημείο Ανιλίνης



- Η ανιλίνη είναι μια αρωματική ένωση
- Σημείο Ανιλίνης είναι η χαμηλότερη θερμοκρασία που είναι πλήρως αναμίξιμοι ίσοι όγκοι καυσίμου – ανιλίνης
- Ένδειξη περιεκτικότητας καυσίμου σε αρωματικές ενώσεις
- Σημείο Ανιλίνης επηρεάζεται από παρουσία ετεροατόμων S και N
- Η μέθοδος τείνει να περιοριστεί λόγω της τοξικότητάς της

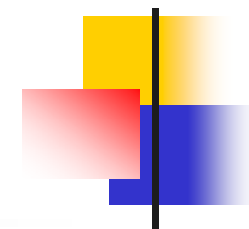
Ιξώδες – Λιπαντική Ικανότητα

- Σημαντικό για λίπανση κινητών εξαρτημάτων συστήματος ψεκασμού
- Λιπαντική ικανότητα εκφράζεται με το ιξώδες
- Εξαρτάται από είδος υδρ/κων που περιέχει το καύσιμο


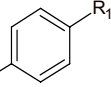
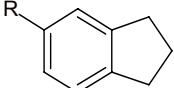
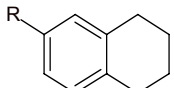
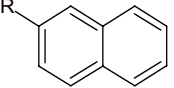
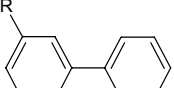
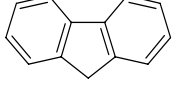
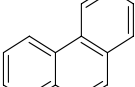
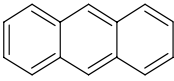


Πηγή: Στούρνας Σ., Λόης Ε. και Ζανίκος Φ., Σημειώσεις Τεχνολογίας Καυσίμων και Λιπαντικών, 2002

Περιεκτικότητα Αρωματικών

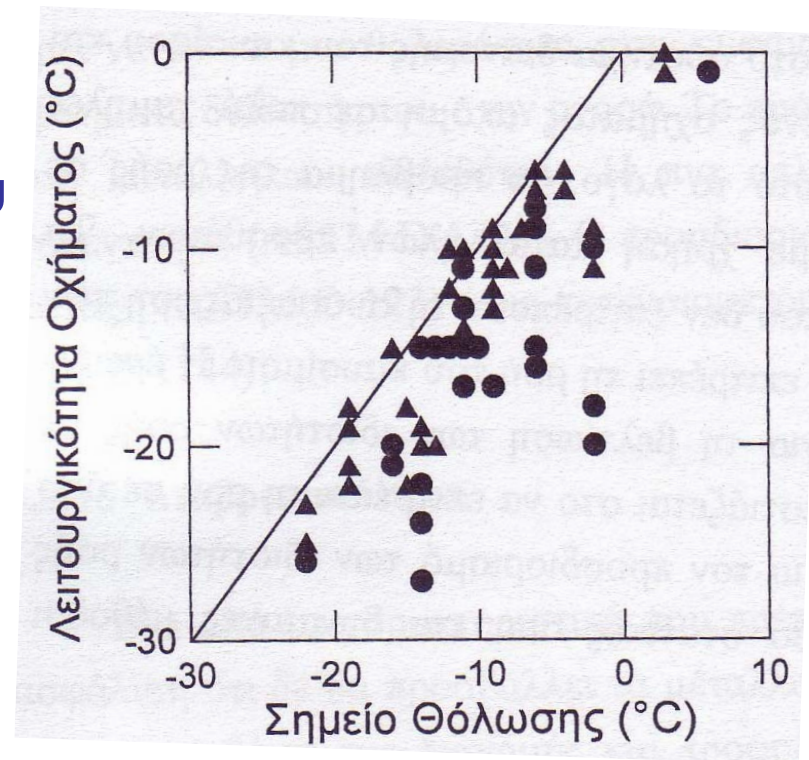


- Ντίζελ περιέχει υδρ/κες 10-20 ατόμων C
 - Αρωματικές ενώσεις 1, 2 ή 3 δακτυλίων
- Προσδιορισμός με μέθοδο υγρής χρωματογραφίας σε υπερκρίσιμες συνθήκες HPLC

Κατηγορία	Τύπος ενώσεων	Χημικός τύπος
Μονο-αρωματικά		
Μονο-υποκατεστημένα	n-Αλκυλο βενζόλια	
Δι και τρι-υποκατεστημένα	Βένζολια με αλκύλια διαφορετικού μήκους	
	Αλκυλο-ινδάνια	
	Αλκυλο-τετραλίνες	
Δι-αρωματικά		
Ναφθαλένια	Αλκυλο-ναφθαλένια	
Διφαινύλια	Αλκυλο-διφαινύλια	
Τρι-αρωματικά		
	Φλουορένιο	
	Φαινανθρένιο	
	Ανθρακένιο	

Σημείο Θόλωσης & Εμφάνιση Παραφίνης

- Σημείο Θόλωσης
 - Ιδιότητα ροής σε χαμηλές θερμοκρασίες
 - Χαμηλότερη θερμοκρασία που παρατηρείται διαχωρισμός κρυστάλλων παραφίνης
- Σημείο Εμφάνιση Παραφίνης
 - Δυναμική δοκιμή με ανάδευση
 - Πιο ακριβής από σημείο θόλωσης αλλά δεν μπορεί να προβλέψει αξιόπιστα την συμπεριφορά του καυσίμου σε πραγματικές συνθήκες

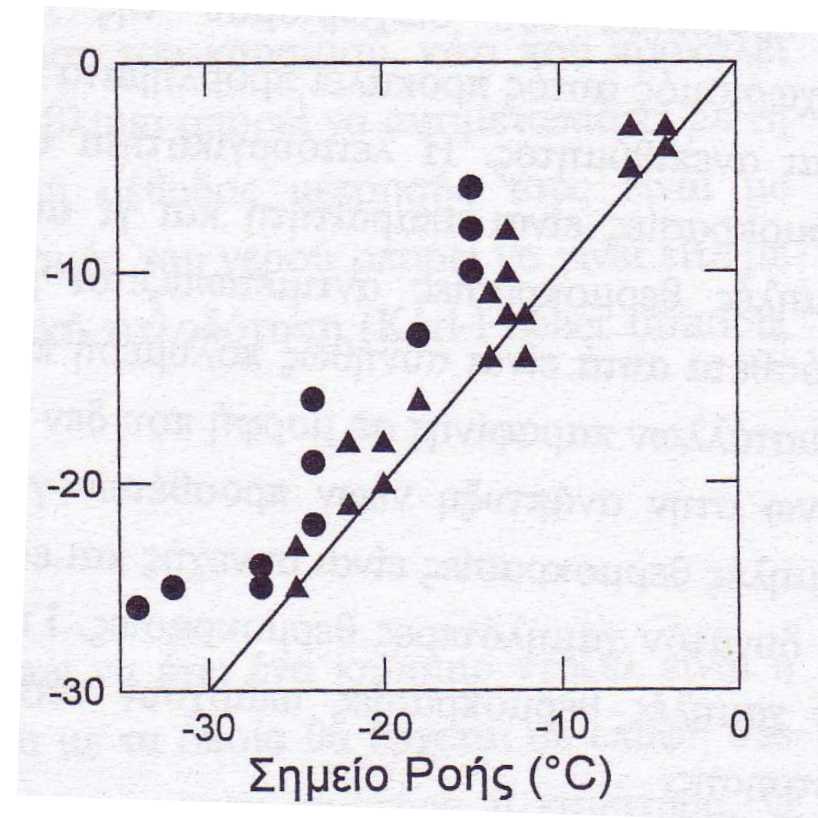


▲ Χωρίς βελτιωτικό ροής
● Με βελτιωτικό ροής

Πηγή: Στούρνας Σ., Λόης Ε. και Ζανίκος Φ., Σημειώσεις Τεχνολογίας Καυσίμων και Λιπαντικών, 2002

Σημείο Ροής

- Χαμηλότερη θερμοκρασία που εξακολουθεί να ρέει ένα ρευστό όταν ψύχεται, χωρίς διαταραχή, υπό καθορισμένες συνθήκες
- Ακραίο σημείο εμφάνισης κρυστάλλων παραφίνης
 - Όχι ενδιάμεση θερμοκρασία όπου εμφάνιση παραφίνης εμποδίζει ροή

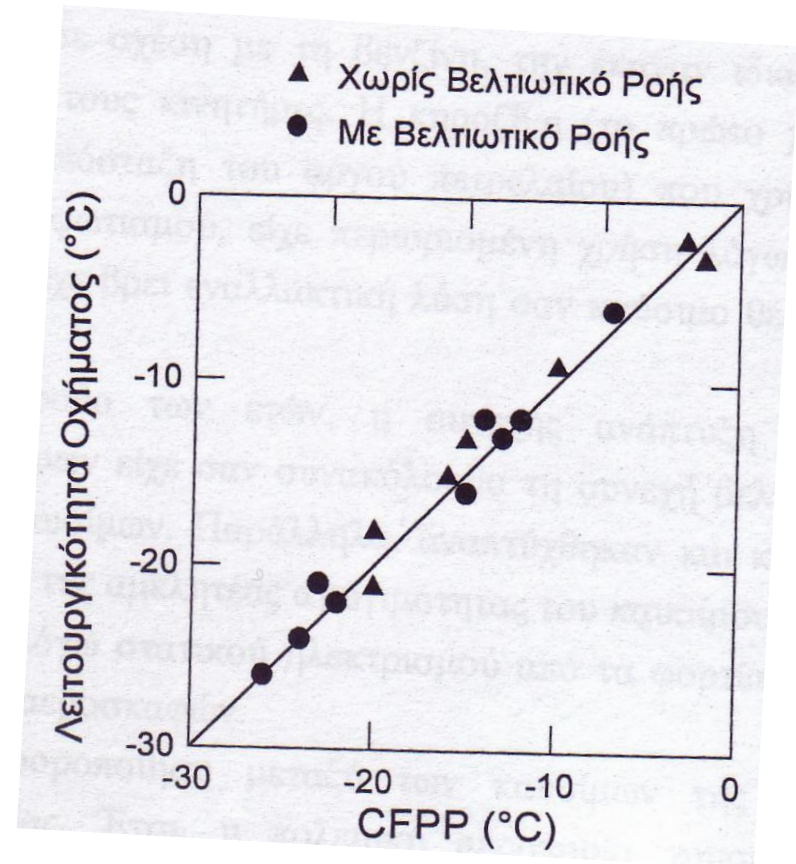


▲ Χωρίς βελτιωτικό ροής
● Με βελτιωτικό ροής

Πηγή: Στούρνας Σ., Λόης Ε. και Ζανίκος Φ., Σημειώσεις Τεχνολογίας Καυσίμων και Λιπαντικών, 2002

Σημείο Απόφραξης Ψυχρού Φίλτρου

- Ικανότητα ροής σε χαμηλές θερμοκρασίες στην λειτουργία του κινητήρα
 - Σημείο θόλωσης και σημείο ροής ανεπαρκή
- Ιδιαίτερα σημαντικό τους ψυχρούς μήνες και στις ψυχρές χώρες
- Μέτρηση χαμηλότερη θερμοκρασία που μπορεί να περάσει ορισμένη ποσότητα καυσίμου (20ml) μέσω φίλτρου σε λιγότερο από 60sec

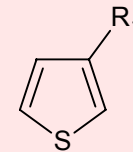


Περιεκτικότητα S

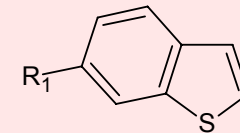
- Επιτακτική η προδιαγραφή S στο ντίζελ
 - 10ppm από το 2009
- Εξαρτάται από το είδος του αργού πετρελαίου που χρησιμοποιήθηκε και τις διεργασίες υδρογονοαποθείωσης
- Περιέχεται υπό την μορφή ενώσεων S
- Μέτρηση με φθορισμό ακτίνων X (ASTM D-4294)

Μερκαπτάνες
Σουλφίδια
Δισουλφίδια
Θειοφαίνια

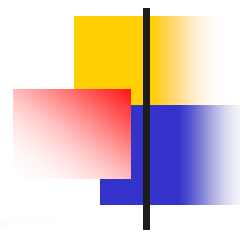
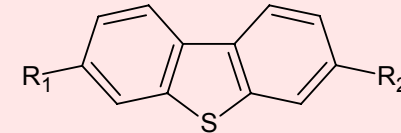
R-SH
R-SR'
R-S-S-R'



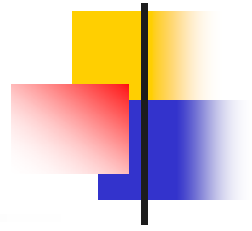
Βενζοθειοφαίνια



Διβενζοθειοφαίνια



Άλλες Ιδιότητες

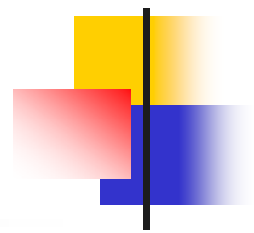


- Σημείο Ανάφλεξης
- Θερμογόνος Δύναμη
- Τέφρα
- Εξανθράκωμα
- Δείκτης Ντίζελ



Μαζούτ

Ανάπτυξη Αγοράς Μαζούτ



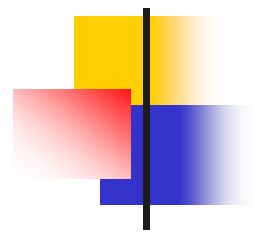
- Μαζούτ ή πετρέλαιο εξωτερικής καύσης (fuel oil)
 - Παχύρευστο υγρό
 - Καύσιμο σε μεγάλες εγκαταστάσεις παραγωγής ατμού ή ηλεκτρισμού
- Πρώτη χρήση ως καύσιμο λεβήτων
- Ανάπτυξη μονάδων μετατροπής (θερμικής πυρόλυσης, καταλυτικής πυρόλυσης, κτλ) ώθησαν ανάγκη ανάμιξης βαρειών υπολειμμάτων με αποστάγματα
 - Ιξωδόλυση αύξηση παραγωγή μαζούτ

Μαζούτ και Ρύπανση της Ατμόσφαιρας

- Απαγόρευση χρήσης στις κεντρικές θερμάνσεις των κτιρίων των Αθηνών (ΠΔ922/1977)
 - μείωση 50% περιεκτικότητας της SO₂ ατμοσφαίρας
- Από το 1982 περιορίστηκε η περιεκτικότητα σε θείο σε 0,7%κ.β. μέγιστο, σε όλους τους τύπους μαζούτ που προορίζονται να καταναλωθούν στο λεκανοπέδιο Αττικής
- Από το 2003 δεν επιτρέπεται να χρησιμοποιείται βαρύ μαζούτ με θείο > 1 % κ.β.
 - Επιτρέπεται χρήση μαζούτ με θείο μεταξύ 1% και 3% κ.β. σε τμήματα ή στο σύνολο της Επικράτειας
 - Προϋπόθεση τήρησης προτύπων ποιότητας του αέρα για SO₂

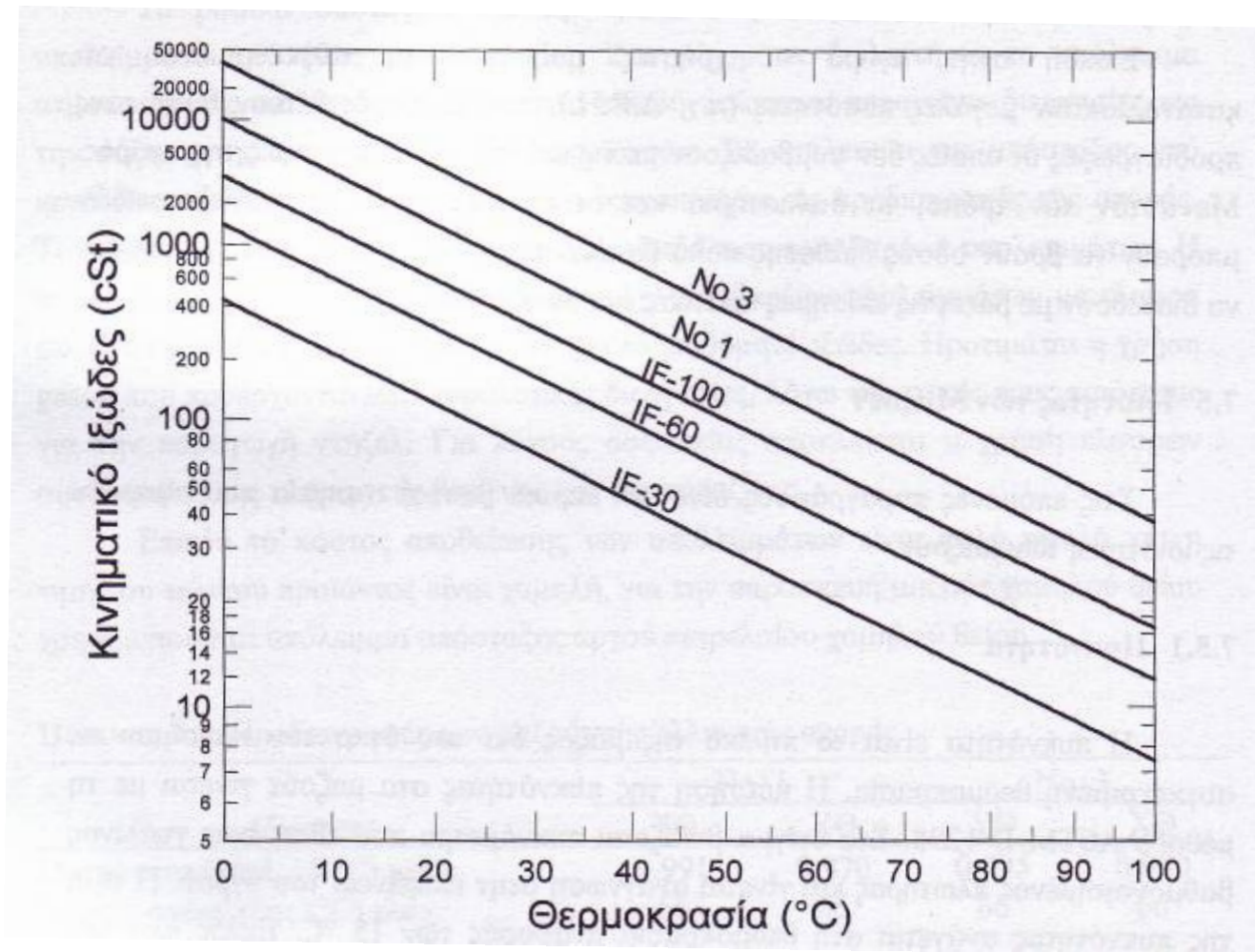
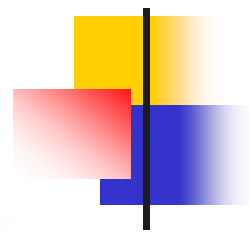
Πηγή: Γενικό Χημείο του Κράτους (<http://www.gcsf.gr>)

Παραγωγή Μαζούτ - Προδιαγραφές



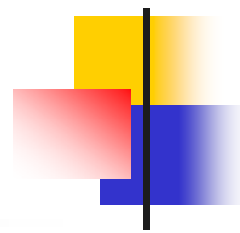
- Υπολείμματα απόσταξης και διεργασιών
 - όχι αποστάγματα
- Χαμηλότερη τιμή πώλησης
- Τύποι μαζούτ
 - No.1 (χαμηλού ιξώδους), No.3 (υψηλού ιξώδους)
 - Για κάθε τύπο υπάρχουν δύο υποκατηγορίες
 - Χαμηλού S και υψηλού S

Ιξώδες και Θερμοκρασία



Πηγή: Στούρνας Σ., Λόης Ε. και Ζανίκος Φ., Σημειώσεις Τεχνολογίας Καυσίμων και Λιπαντικών, 2002

Προσδιορισμός Θερμογόνου Δύναμης



$$ΚΘΔ = (12403 - 2101 \cdot d^2 + 761 \cdot d) \cdot \left(1 - \frac{S + Y + T}{100}\right) + 2251 \cdot \frac{S}{100} - 585 \cdot \frac{Y}{100}$$

ΑΘΔ = ανώτερη θερμογόνος δύναμη (kcal/kg)

ΚΘΔ = κατώτερη θερμογόνος δύναμη (kcal/kg)

d = πυκνότητα (g/ml, 15 °C)

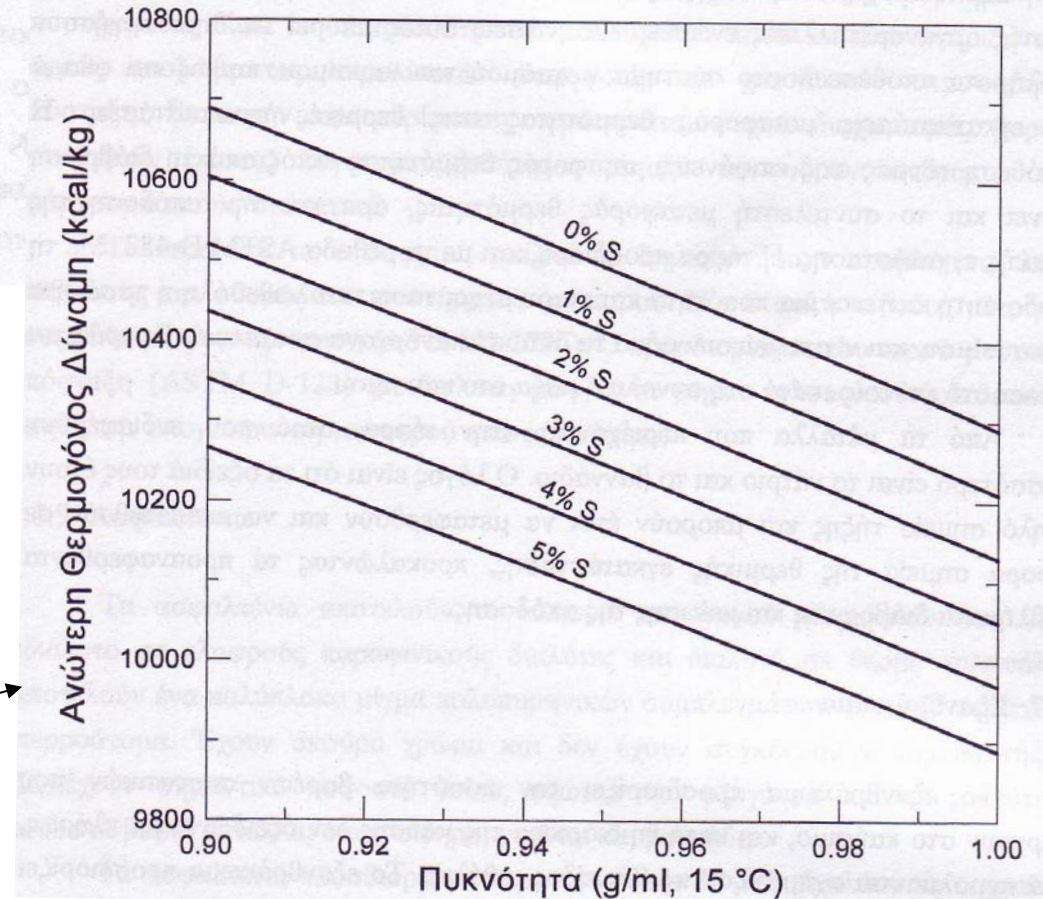
S = θείο (% κ.β.)

Y = νερό (% κ.β.)

T = τέφρα (% κ.β.)

Εμπειρικός τύπος
υπολογισμού

Νομογράφημα εκτίμησης



Πηγή: Στούρνας Σ., Λόης Ε. και Ζαννίκος Φ., Σημειώσεις Τεχνολογίας Καυσίμων και Λιπαντικών, 2002

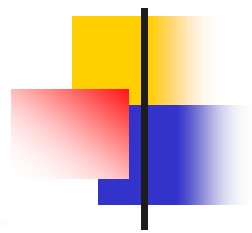
Προδιαγραφές Μαζούτ



	No.1		No.3	
	Υψηλό S	Χαμηλό S	Υψηλό S	Χαμηλό S
Πυκνότητα (g/ml) - max	0.991	0.997	0.995	0.980
Σημείο Ανάφλεξης (°C) - min	66	66	66	66
Σημείο Ροής (°C) - min				
1/10 έως 15/5	10	10	30	
16/5 έως 30/9	15	15	30	
Ιξώδες (cSt, 50°C)	180 (max)	180 (max)	181-380	181-380
Θείο (% κ.β.) - max	3.2	0.7	3.2	0.7
Νερό (% κ.β.) - max	0.5	0.5	0.5	0.5
Τέφρα (% κ.β.) - max	0.10	0.10	0.15	0.10
Εξανθράκωμα (% κ.β.) - max	15	15	17	15

Πηγή: Γενικό Χημείο του Κράτους (<http://www.gcsf.gr>)

Ιδιότητες Μαζούτ



- Πυκνότητα
- Ιξώδες
- Περιεκτικότητα S
- Θερμογόνος Δύναμη
- Σημείο Ανάφλεξης
- Τέφρα
- Εξανθράκωμα
- Νερό και υπόστημα
- Ασφαλτένια
- Σημείο Ροής