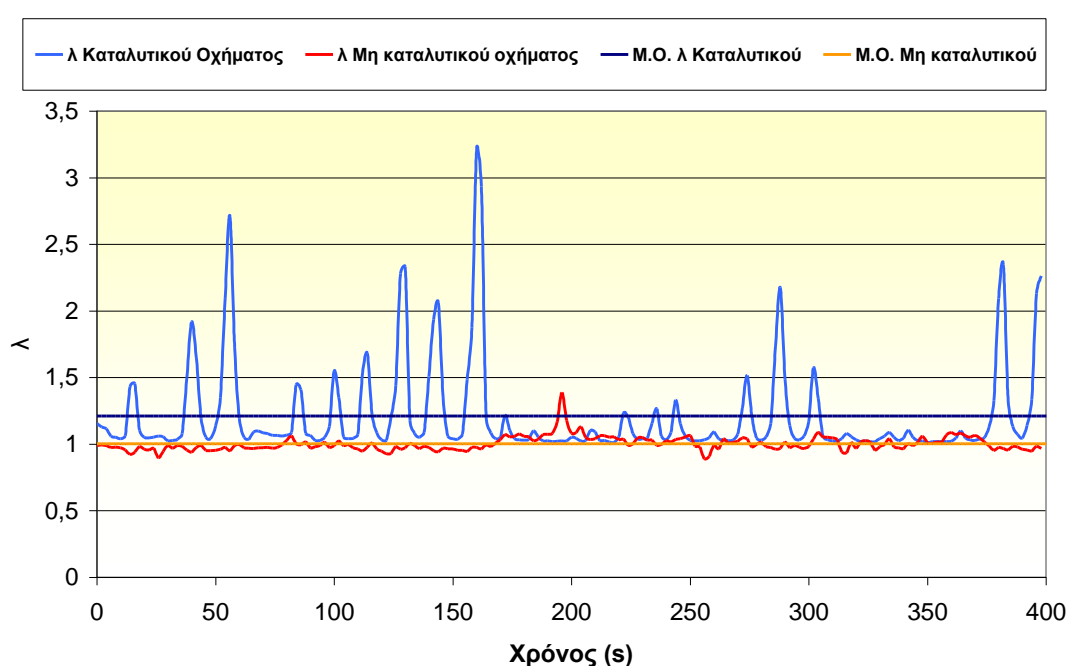


### 9.3.1.4 Υπολογισμός εκπομπών

Το όργανο καταγραφής των εν κινήσει εκπομπών, όπως έχει αναφερθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο (7.3.1) δίνει τη σύσταση των καυσαερίων σε περιεκτικότητες ppm, και % κατ' όγκο. Η σύγκριση μεταξύ των εκπομπών δύο διαφορετικών καυσίμων μπορεί να γίνει με τη συγκεκριμένη μορφή των τιμών των εκπομπών. Παρ' όλα αυτά έγινε μια προσπάθεια μετατροπής των εκπομπών αυτών σε γραμμάρια ανά χιλιόμετρο χρησιμοποιώντας και πλήθος άλλων δεδομένων. Αυτά περιλαμβάνουν: Την κατανάλωση καυσίμου για τη συγκεκριμένη διαδρομή, το μέσο λόγο αέρα καυσίμου, το μέσο ποσοστό οξυγόνου στα καυσαέρια, την πυκνότητα καυσίμου, την περιεκτικότητα σε οξυγόνο του καυσίμου και την αναλογία H/C του καυσίμου.



**Διάγραμμα 9.12** Υπολογισμός μέσου όρου των ενδείξεων του αναλυτή ανά διαδρομή για τη μετατροπή των εκπομπών σε g/km.

#### Υπολογισμοί

Αρχικά, θεωρούμε ότι η βενζίνη αποτελείται από δύο συστατικά, έναν υδρογονάνθρακα  $C_{\alpha}H_{\beta}$  του οποίου η κατά βάρος σύσταση είναι C: 85,5%w/w, H:14,5%w/w και το οξυγονούχο πρόσθετο MTBE ( $C_5H_{12}O_5$ ) του οποίου η κατά βάρος σύσταση υπολογίζεται από τον Μοριακό Τύπο (Μ.Τ.) και είναι C: 68,2%w/w, H:13,6%w/w, O:18,2%w/w. Η περιεκτικότητα της βενζίνης σε  $O_2$  οφείλεται στο MTBE και είναι 0,50%κ.β. Προκειμένου να υπολογίσουμε την ποσότητα του προσθέτου στην βενζίνη κάνουμε την εξής υπόθεση. Θεωρούμε 100gr βενζίνης, εκ των οποίων x gr MTBE, άρα (100-x) gr είναι ο υδρογονάνθρακας. Κατόπιν εφαρμόζουμε ισοζύγιο μάζας για κάθε στοιχείο ξεχωριστά.

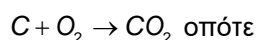
$$C: \frac{68,2 \cdot x + 84,5 \cdot (100 - x)}{100}$$

$$H: \frac{13,6 \cdot x + 14,5 \cdot (100 - x)}{100} \quad 6.2$$

$$O: \frac{18,2 \cdot x}{100} \quad 6.3$$

Γνωρίζουμε την κατά βάρος σύσταση της βενζίνης σε  $O_2$  οπότε υπολογίζουμε  $x = 2,75$  gr. Άρα η σύσταση της βενζίνης κατά βάρος είναι C: 85,02%w/w, H:14,47 %w/w, O:0,50 %w/w.

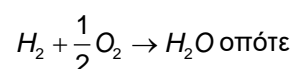
Η βενζίνη ως οργανική ένωση με την πλήρη καύση της βαίνει προς σχηματισμό  $CO_2$  και  $H_2O$ . Έτσι κατά τον σχηματισμό αυτών έχουμε



12 gr C απαιτούν  $2 \cdot 16 = 32$  gr  $O_2$  τότε

$$\text{για } 85,02 \text{ gr C απαιτούνται } \frac{85,02 \cdot 32}{12} = 226,72 \text{ gr } O_2$$

και



$2 \cdot 1$  gr  $H_2$  απαιτούν  $\frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 16 = 16$  gr  $O_2$  τότε

$$\text{για } 14,47 \text{ gr } H_2 \text{ απαιτούνται } \frac{14,47 \cdot 16}{2} = 115,76 \text{ gr } O_2$$

τότε για 100 gr βενζίνης απαιτούνται  $226,72 + 115,76 - 0,5 = 342,03$  gr  $O_2$

Επίσης λαμβάνοντας υπόψη την σύσταση του ατμοσφαιρικού αέρα 20,89%  $O_2$  και 79,11%  $N_2$

$$\text{κατά βάρος αντίστοιχα έχουμε } \begin{cases} 20,89 \cdot 32 = 668,48 \text{ gr} \\ 79,11 \cdot 28 = 2215,08 \text{ gr} \end{cases} \text{ οπότε για } 100 \text{ gr βενζίνης}$$

απαιτούνται

$$\text{Ατμοσφαιρικός αέρας} = \text{gr } O_2 + \text{gr } N_2 = 342,03 + \frac{2215,08}{668,48} \times 342,03 = 342,03 + 1132,14 = 1474,17 \text{ gr}$$

$$AF_{st} = \frac{\text{gr αέρα}}{\text{gr καυσίμου}} = \frac{1474,17 \text{ gr}}{100 \text{ gr}} = 14,74 \quad 6.4$$

Ο άνωθεν υπολογισμός του  $AF_{st}$  συμφωνεί πλήρως και με τον βιβλιογραφικά αναφερόμενο στοιχειομετρικό λόγο αέρος-καυσίμου ο οποίος είναι 14,7.

Το μέσο μοριακό βάρος των καυσαερίων υπολογίζετε κάθε φορά βάση των ενδείξεων του αναλυτή όπου CO: a,  $CO_2$ : b,  $O_2$ : c,  $N_2$ : d.

$$\overline{MB} = (a \cdot 28 + b \cdot 44 + c \cdot 32 + d \cdot 28) \cdot 10^{-2} \quad 6.5$$

Ισχύουν οι εξής υπολογισμοί:

$$\frac{\text{gr ρύπου}}{\text{gr καυσαερίου}} = \frac{\text{moles}_{\text{ρύπου}} \cdot M.B._{\text{ρύπου}}}{\text{moles}_{\text{καυσαερίων}} \cdot M.B._{\text{καυσαερίων}}} = (\text{ένδειξη αναλυτή}) \cdot \frac{M.B._{\text{ρύπου}}}{M.B._{\text{καυσαερίου}}} \quad 6.6$$

Έστω  $m_f$  η καταναλισκόμενη ποσότητα καυσίμου σε gr. Τότε η μάζα των παραγόμενων καυσαερίων  $m_e$  (που μετράει ο αναλυτής, χωρίς νερό) σε gr είναι:

$$\begin{aligned}
& \text{gr καυσαερίου} = \text{gr καυσίμου} + \text{gr αέρα} - \text{gr ύδατος} = m_f + m_f \cdot \lambda \cdot AFst - \text{gr ύδατος} \Rightarrow \\
& \Rightarrow \text{gr καυσαερίου} = m_f \cdot (1 + \lambda \cdot AFst) - \text{gr ύδατος} \Rightarrow \\
& \Rightarrow \frac{\text{gr καυσαερίου}}{\text{gr καυσίμου}} = (1 + \lambda \cdot AFst) - \frac{\text{gr ύδατος}}{\text{gr καυσίμου}} \Rightarrow \frac{\text{gr καυσαερίου}}{\text{gr καυσίμου}} = (1 + \lambda \cdot AFst) - 1,30
\end{aligned}
\tag{6.7}$$

Άρα η τελική μετατροπή των εκπομπών σε (gr ρύπων/gr καυσίμου) γίνεται με πολλαπλασιασμό των εξισώσεων 6.6 και 6.7, ώστε:

$$\frac{\text{gr ρύπου}}{\text{gr καυσίμου}} = (\text{ένδειξη αναλυτή}) \cdot \frac{\text{M.B. ρύπου}}{\text{M.B. καυσαερίου}} \cdot [(1 + \lambda \cdot AFst) - 1,30]
\tag{6.8}$$

Κατόπιν μπορεί να γίνει μετατροπή της παρουσίασης των αποτελεσμάτων σε gr/km με πολλαπλασιασμό των άνωθεν τιμών με την μάζα του καυσίμου που καταναλώθηκε από το όχημα σε κάθε διαδρομή. Έτσι θεωρώντας την διαδρομή ΚΑΑ ως υπεραστική, ενώ την διαδρομή ΑΜΚ ως μικτό κύκλο οδήγησης χρησιμοποιούμε την κατανάλωση του κατασκευαστή, για τις αντίστοιχες διαδρομές.

$$\frac{\text{gr ρύπου}}{\text{km}} = \frac{\text{gr ρύπου}}{\text{gr καυσίμου}} \cdot m_f = \frac{\text{gr ρύπου}}{\text{gr καυσίμου}} \cdot \rho \cdot L
\tag{6.9}$$

$\rho$  = πυκνότητα βενζίνης<sup>(25)</sup>,

$L$  = η ειδική κατανάλωση του αυτοκινήτου σε lt/km.