

# Ο 8 Ο ρά θε κε

## Δυναμική των οχημάτων

### 8.1 Καμπύλες κίνηση

(ισχύος - ροπής - ειδικής κατανάλωσης)

### 8.2 Αντιστάσεις κίνησης οχήματος

(διάγραμμα κίνησης - δύναμη επιταχύνσεως)



## **Διδακτικοί στόχοι**

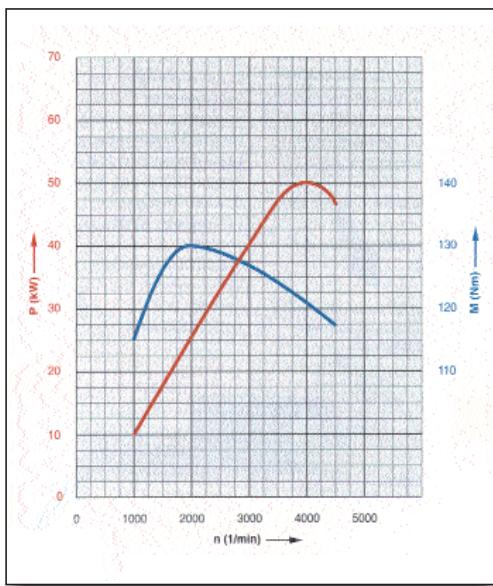
Μετά τη διδασκαλία αυτού του κεφαλαίου πρέπει:

- Να περιγράφετε και να ερμηνεύετε τα διαγράμματα του κινητήρα και να εξηγείτε ποιες πληροφορίες μπορούν να δοθούν με τη σωστή ανάγνωσή τους.
- Να αναφέρετε τις αντιστάσεις κίνησης των οχημάτων.
- Να περιγράφετε και να ερμηνεύετε τα διαγράμματα κίνησης των οχημάτων και να εξηγείτε ποιες πληροφορίες μπορούν να δοθούν με τη σωστή ανάγνωσή τους.

## 8.1 Καμπύλες κινητήρα (ισχύος - ροπής - ειδικής κατανάλωσης).

### 8.1.1 Καμπύλες ισχύος - ροπής κινητήρα

Εικόνα 8.1.1. Διάγραμμα Ισχύος - Ροπής και στροφών κινητήρα (κόκκινη καμπύλη - ισχύς, μπλε καμπύλη - ροπή)



Στους Κινητήρες Εσωτερικής Καύσης, με την καύση του μείγματος παράγονται καυσαέρια με υψηλή πίεση. Η πίεση αυτή εφαρμόζεται στα έμβολα με αποτέλεσμα την κίνησή τους. Η παλινδρομική κίνηση των εμβόλων μετατρέπεται σε περιστροφική από τον κινηματικό μηχανισμό μπιελών - στροφαλοφόρου άξονα, με αποτέλεσμα την περιστροφή του στροφαλοφόρου άξονα.

Στην περίπτωση του αυτοκινήτου, η περιστροφική κίνηση του στροφαλοφόρου άξονα στη συνέχεια μεταδίδεται μέσα από το συμπλέκτη στο κιβώτιο ταχυτήτων, στο διαφορικό, στους άξονες μετάδοσης κίνησης και τέλος εφαρμόζεται υπό τη μορφή ροπής στους τροχούς. Στο σημείο επαφής ελαστικών και οδοστρώματος, εφαρμόζεται δύναμη η οποία προκαλεί την επιτάχυνση του αυτοκινήτου (υπερνίκηση αντιστάσεων) ή τη διατήρηση της κινητικής του κατάστασης (εξουδετέρωση αντιστάσεων).

Κάθε κινητήρας εσωτερικής καύσης μπορεί να λειτουργεί από ένα ελάχιστο όριο στροφών και πάνω (στροφές ρελαντί). Η ισχύς που παράγει ο κινητήρας μέχρι τις στροφές αυτές καταναλώνεται από τις εσωτερικές τριβές του κινητήρα και την κίνηση διαφόρων βοηθητικών εξαρτημάτων ή συγκροτημάτων (αντλία λαδιού, αντλία νερού, αντλία υδραυλικού τιμονιού, εναλλάκτης κ.λπ.). Εάν αυξηθεί η αντίσταση που προκαλείται από τη λειτουργία αυτών των εξαρτημάτων - συστημάτων (π.χ. άναμμα των προβολέων, στρίψιμο υδραυλικού τιμονιού), πρέπει να αυξηθούν οι στροφές του κινητήρα για να συνεχιστεί απρόσκοπτα η λειτουργία του.

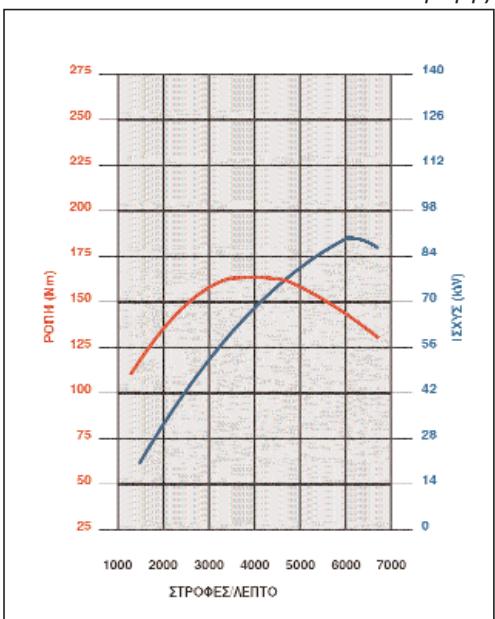
Καθώς αυξάνονται οι στροφές του κινητήρα από τις στροφές ρελαντί, υπάρχει μια περιοχή όπου ο κινητήρας αναπτύσσει τη μέγιστη ροπή και ισχύ.

Όλοι οι κατασκευαστές προσπαθούν να κάνουν την περιοχή αυτή όσο το δυνατό μεγαλύτερη, ώστε να διατη-

ρήσουν τη μέγιστες τιμές ισχύος και ροπής του κινητήρα όσο περισσότερο γίνεται. Αυτός είναι λόγος ανάπτυξης και εφαρμογής συστημάτων όπως είναι το σύστημα μεταβλητών αυλών πολλαπλής εισαγωγής και το σύστημα μεταβλητού χρονισμού βαλβίδων.

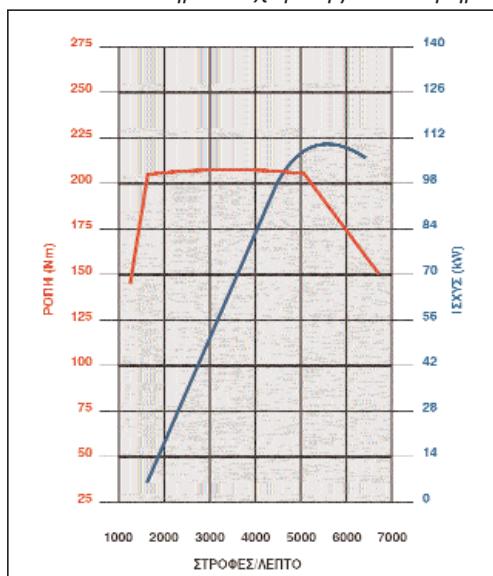
Τα συστήματα αυτά επενεργούν στον κινητήρα εξασφαλίζοντας την καλύτερη δυνατή ροή αέρα προς τους θαλάμους καύσης, ώστε να είναι δυνατή η καύση της μεγαλύτερης δυνατής ποσότητας καυσίμου με αποτέλεσμα τη διατήρηση της ροπής και της ισχύος του κινητήρα στα υψηλότερα δυνατά επίπεδα για μεγάλο εύρος στροφών.

Εικόνα 8.1.2 Διάγραμμα ροπής και ισχύος κινητήρα με σύστημα μεταβλητών αυλών εισαγωγής



Όταν οι στροφές του κινητήρα ξεπεράσουν κάποιο όριο, η αύξηση των εσωτερικών τριβών του κινητήρα προκα-

Εικόνα 8.1.3 Διάγραμμα ροπής και ισχύος κινητήρα με συνολική παρέμβαση στο σύστημα διαχείρισης του κινητήρα



λεί απότομη πτώση της ισχύος και της ροπής που αποδίδει ο κινητήρας. Αυτός ο αριθμός στροφών αποτελεί το όριο στροφών λειτουργίας του κινητήρα.

Η λειτουργία του κινητήρα πέρα από αυτό το όριο στροφών χαρακτηρίζεται από την απόδοση μηδενικής σχεδόν ισχύος και την υπερβολική κατανάλωση καυσίμου. Εκτός από αυτό, η λειτουργία του κινητήρα πέρα από ένα όριο στροφών μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα την εφαρμογή τόσο μεγάλων δυνάμεων στον κινηματικό μηχανισμό, ώστε να είναι δυνατή η πρόκλησης ζημιάς στον κινητήρα (π.χ. θραύση μπιελών).

### 8.1.2 Καμπύλη ειδικής κατανάλωσης καυσίμου

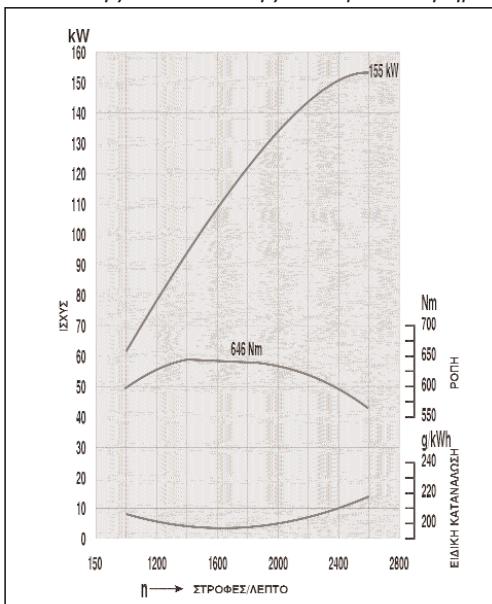
Η κατανάλωση καυσίμου σε σχέση με την ισχύ που αποδίδει ο κινητήρας

είναι ένας σημαντικός συντελεστής λειτουργίας του κινητήρα με βάση τα οικονομικά κριτήρια. Για να είναι δυνατή η σύγκριση κινητήρων με βάση οικονομικά κριτήρια ως προς την κατανάλωση καυσίμου, χρησιμοποιείται η έννοια της ειδικής κατανάλωσης καυσίμου.

Η ειδική κατανάλωση καυσίμου είναι ο λόγος της ποσότητας του καυσίμου που καταναλώνεται από τον κινητήρα σε σχέση με την ενέργεια, που αποδίδεται και μετριέται σε γραμμάρια καυσίμου ανά κιλοβαττώρες ( $gr/kWh$ ), δηλαδή αποτελεί ένα κλάσμα, του οποίου ο αριθμητής είναι τα γραμμάρια καυσίμου που καταναλώνει ο κινητήρας σε ένα χρονικό διάστημα και ο παρανομαστής είναι οι κιλοβαττώρες ενέργειας που αποδίδει ο κινητήρας σε αυτό το χρονικό διάστημα.

Όσο μικρότερη είναι η ειδική κατανάλωση ενός καυσίμου τόσο καλύτερη είναι η απόδοση ισχύος σε σχέση με το καύσιμο που καταναλώνει.

Εικόνα 8.1.4 Διάγραμμα ισχύος - ροπής και ειδικής κατανάλωσης καυσίμου κινητήρα



Η χαμηλότερη ειδική κατανάλωση καυσίμου εμφανίζεται στην περιοχή των μεσαίων στροφών λειτουργίας ενός κινητήρα, δηλαδή στην περιοχή αυτή παρατηρείται η πιο αποδοτική λειτουργία του.

Επιδίωξη του οδηγού ενός αυτοκινήτου είναι η λειτουργία του κινητήρα σε αυτό το εύρος στροφών ώστε ο κινητήρας να λειτουργεί όσο πιο οικονομικά γίνεται. Αυτό γίνεται δυνατό με την επιλογή από τον οδηγό της κατάλληλης σχέσης του κιβωτίου ταχυτήτων στην περίπτωση του μηχανικού κιβωτίου ή με την αυτόματη επιλογή από το σύστημα ελέγχου του αυτόματου κιβωτίου ταχυτήτων στην περίπτωση του αυτόματου κιβωτίου ταχυτήτων.

## 8.2 Αντιστάσεις κίνησης οχήματος (διάγραμμα κίνησης - δύναμη επιταχύσεως).

### 8.2.1 Εισαγωγή

Η κινητική κατάσταση του αυτοκινήτου (κίνηση με σταθερή ταχύτητα, επιτάχυνση ή επιβράδυνση) εξαρτάται από το άθροισμα των δυνάμεων που εφαρμόζονται ανά πάσα στιγμή σε αυτό. Οι δυνάμεις αυτές ταξινομούνται σε δύο κατηγορίες:

- Τις δυνάμεις που τείνουν να επιταχύνουν το αυτοκίνητο, όπως είναι:

- Η δύναμη που εφαρμόζεται μεταξύ των ελαστικών του αυτοκινήτου και του οδοστρώματος, εξαιτίας της ροπής που αποδίδει ο κινητήρας.

- Τη δύναμη που εφαρμόζεται στο κέντρο βάρους του αυτοκινήτου εξαιτίας της κλίσης του οδοστρώματος, εάν το αυτοκίνητο κινείται σε κατηφορικό δρόμο.

**- Τις δυνάμεις που τείνουν να επιβραδύνουν το αυτοκίνητο, και αυτές είναι:**

- Η δύναμη που εφαρμόζεται μεταξύ των ελαστικών και του οδοστρώματος, εξαιτίας της τριβής που αναπτύσσεται μεταξύ τους. (Αντίσταση Κύλισης).
- Η δύναμη που θεωρούμε ότι εφαρμόζεται στο κέντρο βάρους του αυτοκινήτου και οφείλεται στην κίνηση του αυτοκινήτου μέσα στον αέρα (Αεροδυναμική Αντίσταση).
- Η δύναμη που εφαρμόζεται στο κέντρο βάρους του αυτοκινήτου, εξαιτίας της κίνησής του σε δρόμο με ανηφορική κλίση (Αντίσταση λόγω κλίσης οδοστρώματος).

### 8.2.2 Αντίσταση Κύλισης

Η αντίσταση κύλισης ( $F_{kul}$ ) οφείλεται στο έργο που καταναλώνεται για την παραμόρφωση του ελαστικού και του οδοστρώματος. Είναι ανάλογη με το βάρος του αυτοκινήτου ( $G$ ) και εξαρτάται από το συντελεστή τριβής κύλισης ( $f$ ).

$$F_{kul} = f \times G = f \times m \times g \quad (\text{N})$$

Ένας κατά προσέγγιση υπολογισμός της αντίστασης κύλισης μπορεί να γίνει με τη χρήση του συντελεστή κύλισης,

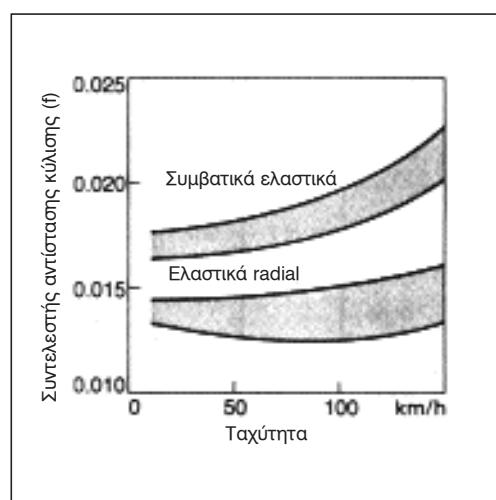
του οποίου ενδεικτικές τιμές δίδονται στον παρακάτω πίνακα.

Τύπος οδοστρώματος	Συντελεστής αντίστασης κύλισης
Σκυρόδεμα με άνθρακα	0,015
Δρόμο με χαλικί	0,02
Χωμάτινος δρόμος	0,05
Χώμα αγρού	0,1 - 0,35

Ο συντελεστής  $f$  της αντίστασης κύλισης γίνεται μεγαλύτερος, όταν μειώνεται η ακτίνα του τροχού και όταν αυξάνεται η παραμόρφωση τροχού και οδοστρώματος.

Η αντίσταση κύλισης αυξάνει ανάλογα με το βάρος του αυτοκινήτου με την ταχύτητα, και αντιστρόφως ανάλογα με την πίεση των ελαστικών.

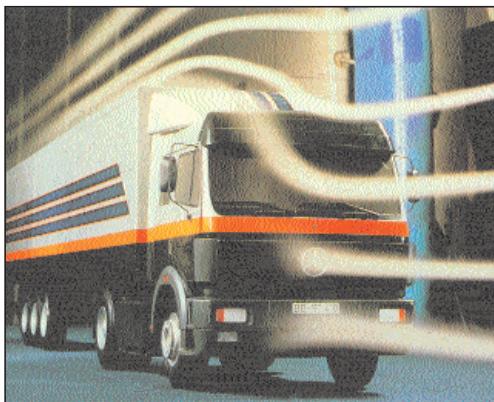
*Εικόνα 8.2.1 Η αντίσταση κύλισης ενός συμβατικού ελαστικού και ενός ελαστικού ράντιαλ σε ένα ομαλό οδόστρωμα με κανονικό φορτίο και πίεση, σε σχέση με την ταχύτητα.*



Επίσης, τα ελαστικά τύπου ράντιαλ παρουσιάζουν μικρότερο συντελεστή αντίστασης κύλισης από ό,τι τα συμβατικά και διατηρούν την τιμή του σε πιο σταθερά επίπεδα καθώς η ταχύτητα του αυτοκινήτου αυξάνεται σε σχέση με τα συμβατικά.

### 8.2.3 Αεροδυναμική αντίσταση

Εικόνα 8.2.2 Έλεγχος αεροδυναμικής συμπεριφοράς φορτηγού αυτοκινήτου σε αεροσύρραγγα



Η κίνηση του αυτοκινήτου μέσα στα στρώματα του αέρα έχει ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη μιας δύναμης που αντιστέκεται στην κίνηση του αυτοκινήτου. Η αντίσταση αυτή ονομάζεται αεροδυναμική αντίσταση και οφείλεται στην ενέργεια που καταναλώνεται από τη διατάραξη του πεδίου που διαμορφώνεται από τα στρώματα του αέρα.

Η διαδικασία της διατάραξης του πεδίου ροής του αέρα είναι ορατή στη διάρκεια των ημερών του χειμώνα, όπου μπορούμε να δούμε την ανάπτυξη στροβίλων πίσω από ένα αυτοκίνητο που κινείται με μεγάλη ταχύτητα σε ένα

δρόμο με βρεγμένο οδόστρωμα. Καθώς επίσης και το καλοκαίρι, όταν το αυτοκίνητο κινείται σε δρόμο με σκόνη από τους στροβίλους σκόνης.

Με την προϋπόθεση ότι επικρατεί άπνοια, η αεροδυναμική αντίσταση είναι ανάλογη με τη μετωπική επιφάνεια του αυτοκινήτου A ( $m^2$ ) (ύψος X πλάτος της μετωπικής του επιφάνειας), με το τετράγωνο της ταχύτητας του αυτοκινήτου (u) ( $Km/h$ ), και εξαρτάται από την πυκνότητα του αέρα ( $\rho$ ) ( $\rho = 1,202 \text{ kg/m}^3$ ) και το συντελεστή αεροδυναμικής αντίστασης (cw).

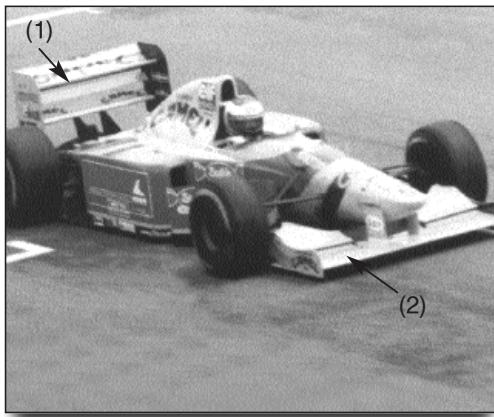
$$F_{air} = 0,5 \times \rho \times cw \times A \times (u)^2 \text{ (N)}$$

Εικόνα. 8.2.3 Μεταβολή του συντελεστή αεροδυναμικής αντίστασης, ανάλογα με τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του αυτοκινήτου

Σχήμα αυτοκινήτου	CW	
	0.5 ... 0.7	
	0.5 ... 0.8	
	0.4 ... 0.55	
	0.3 ... 0.4	
	0.2 ... 0.25	
	0.23	
	0.15 ... 0.20	

Ο συντελεστής αεροδυναμικής αντίστασης  $c_w$  μετριέται σε ειδικές εγκαταστάσεις που λέγονται αεροσήραγγες και εξαρτάται από τα γεωμετρικά και κατασκευαστικά χαρακτηριστικά του αυτοκινήτου.

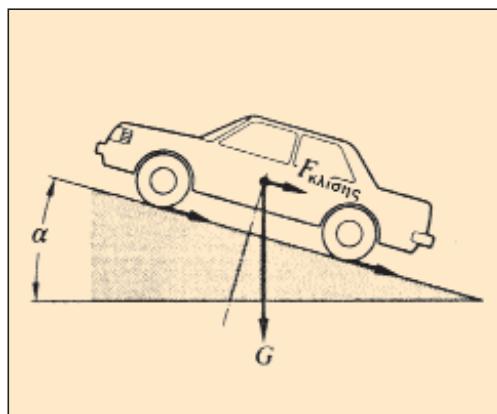
Εικόνα 8.2.4 Αεροδυναμικά βοηθήματα (1 & 2) σε αυτοκίνητο formula 1 για τη μείωση της αεροδυναμικής άνωσης



Η κίνηση του αυτοκινήτου μέσα στον αέρα έχει ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη και μιας άλλης δύναμης που τείνει να μετακινήσει το αυτοκίνητο σε κάθετη διεύθυνση σε σχέση με το οδόστρωμα. Η δύναμη αυτή όταν τείνει να ανυψώσει το αυτοκίνητο ονομάζεται αεροδυναμική άνωση, και εάν εμφανιστεί σε μεγάλο βαθμό έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της πρόσφυσης του αυτοκινήτου στο οδόστρωμα. Για την απάλειψη του φαινομένου αυτού χρησιμοποιούνται ειδικές αεροτομές.

#### 8.2.4 Αντίσταση λόγω ανηφορικής κλίσης του οδοστρώματος

Εικόνα 8.2.5. Ανάλυση δύναμης βαρύτητας λόγω κλίσης του οδοστρώματος



Όταν το αυτοκίνητο κινείται σε δρόμο με ανηφορική κλίση, η ανάλυση του βάρους του σε δύο συνιστώσες δίδει δύο κάθετες μεταξύ τους δυνάμεις εκ των οποίων η μία είναι κάθετη με το οδόστρωμα και ή δεύτερη παράλληλη με αυτό. Η δεύτερη τείνει να επιβραδύνει το αυτοκίνητο και ονομάζεται αντίσταση λόγω κλίσης του οδοστρώματος.

$$\text{Fklisisis} = \eta \mu \times G \text{ (N)}$$

Η  $F_{\text{kli}}\text{s}$  είναι ανάλογη με το βάρος του αυτοκινήτου και εξαρτάται από την γωνία α της κλίσης του δρόμου.

Η κλίση ενός οδοστρώματος ( $\rho$ ) συνήθως μετριέται σε (%) και ισούται με την υψημετρική διαφορά σε απόσταση 100 μέτρων.

Με σφάλμα μικρότερο του 2% για τον υπολογισμό της αντίστασης λόγω κλίσης του οδοστρώματος μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο τύπος:

$$\text{Φκλίσης} = 0,01 \times m \times g \times p \text{ (N)}$$

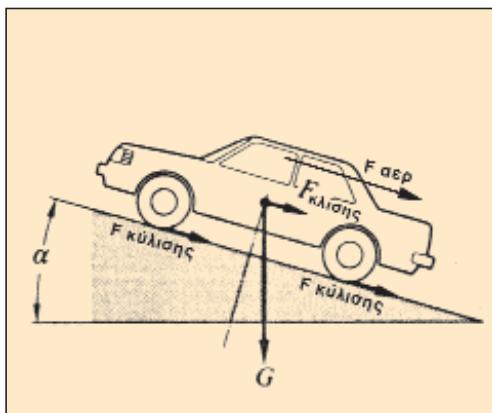
$m$ =μάζα αυτοκινήτου

$g=9,81 \text{ m/sec}^2$

$p$ =κλίση οδοστρώματος(%)

### 8.2.5 Συνολική αντίσταση κίνησης και κινητήρια ισχύς

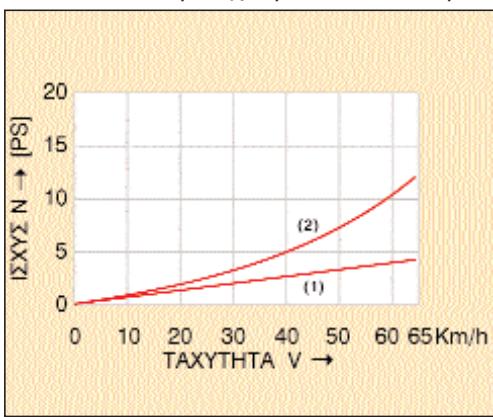
Εικόνα 8.2.6. Οι αντιστάσεις κίνησης ενός αυτοκινήτου



Η συνολική Αντίσταση κίνησης του αυτοκινήτου ισούται με το άθροισμα των επιμέρους αντιστάσεων που ασκούνται σε αυτό κατά την κίνησή του. Εάν το αυτοκίνητο κινείται σε δρόμο με μηδενική κλίση, τότε η συνολική αντίσταση ισούται με το άθροισμα της αεροδυναμικής αντίστασης και της αντίστασης λόγω τριβής των ελαστικών.

Εικόνα 8.2.7  
(1) Καμπύλη ισχύος που απαιτείται για την υπερνίκηση της αντίστασης λόγω τριβής ελαστικών σε σχέση με την ταχύτητα του αυτοκινήτου

(2) Καμπύλη ισχύος που απαιτείται για την υπερνίκηση της αντίστασης, λόγω τριβής ελαστικών και αεροδυναμικής αντίστασης, ως προς την ταχύτητα του αυτοκινήτου



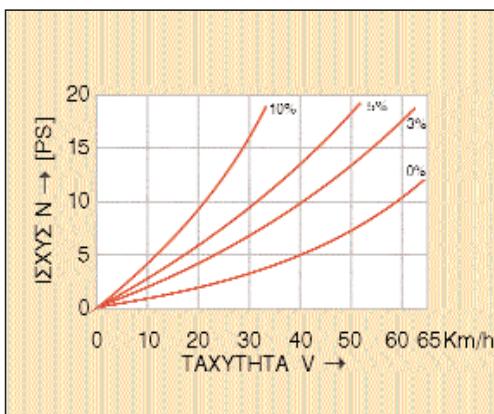
Η Αντίσταση κίνησης του αυτοκινήτου δίνεται από τον τύπο:

$$F_ολ = F_{κυλ.} + F_{aερ.}$$

Στο διάγραμμα της εικόνας 8.2.7 παρατηρούμε την απότομη αύξηση της συνολικής αντίστασης κίνησης ενός αυτοκινήτου στις υψηλές ταχύτητες λόγω της αεροδυναμικής αντίστασης.

Εάν το αυτοκίνητο κινείται σε οδό-στρωμα με ανηφορική κλίση, τότε η καμπύλη συνολικής αντίστασης μεταβάλλεται ως εξής.

**Εικόνα 8.2.8 Καμπύλη ισχύος που απαιτείται για την υπερνίκηση της συνολικής αντίστασης κίνησης ενός αυτοκινήτου που κινείται σε ανηφορικό οδόστρωμα σε σχέση με την ταχύτητα του αυτοκινήτου.**



Η αντίστασης κίνησης του αυτοκινήτου δίνεται από τον τύπο:

$$F_{0\lambda} = F_{ku\lambda} + F_{aer.} + F_{klis.}$$

Η ισχύς  $P$  (kw) που πρέπει να εφαρμόζεται στο αυτοκίνητο για την υπερνίκηση των αντιστάσεων ισούται με το γινόμενο της συνολικής αντίστασης κίνησης του αυτοκινήτου  $F_{0\lambda}$  (N) επί την ταχύτητά του  $u$  (km/h).

$$P = F_{0\lambda} \times u / 3600$$

Για να συνεχίσει το αυτοκίνητο να κινείται χωρίς να μειωθεί η ταχύτητά του, πρέπει να ασκείται σε αυτό μια κινητήρια δύναμη ίση και αντίθετη με τη συνολική δύναμη αντίστασης.

### 8.2.6 Η κίνηση του αυτοκινήτου με βάση την ισχύ του κινητήρα και τις αντιστάσεις

Στην περίπτωση κίνησης του αυτοκινήτου σε οδόστρωμα χωρίς κλίση, η κινητήρια ισχύς δίδεται από τον κινητήρα μόνο. Εάν το αυτοκίνητο κινείται σε δρόμο με κατηφορική κλίση, η συνιστώσα του βάρους του που είναι παράλληλη με το επίπεδο του οδοστρώματος είναι μια δύναμη που τείνει να επιταχύνει το αυτοκίνητο.

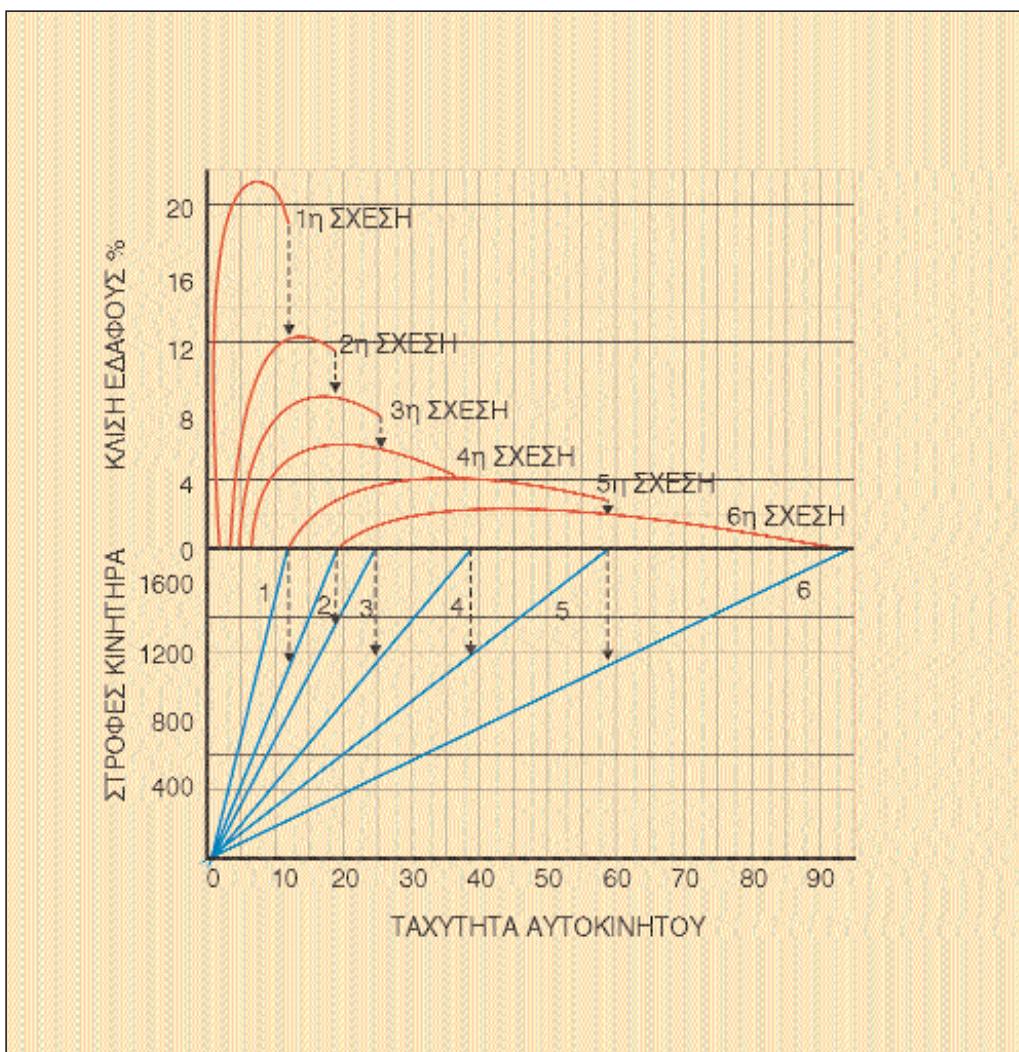
Η ισχύς του κινητήρα μεταβιβάζεται μέσω του συστήματος μετάδοσης κίνησης από το σφρόνδυλο του κινητήρα στους τροχούς. Ένα απλό σύστημα μετάδοσης κίνησης αποτελείται από το συγκρότημα του συμπλέκτη ή του μετατροπέα ροπής, το συγκρότημα του μηχανικού ή του αυτόματου κιβωτίου ταχυτήτων, το συγκρότημα του διαφορικού και τους άξονες μετάδοσης κίνησης και τους τροχούς. Κάθε σύστημα μετάδοσης κίνησης χαρακτηρίζεται από το συντελεστή απόδοσης ( $\eta$ ) και τον συντελεστή σχέσης μετάδοσης ( $u$ ).

Ο συντελεστής σχέσης μετάδοσης ( $u$ ) ισούται με το λόγο του αριθμού των στροφών με τον οποίο περιστρέφεται ο κινητήρας προς τον αριθμό των στροφών με τον οποίο περιστρέφονται οι τροχοί. Εάν δεν παρατηρείται καμία ολίσθηση στο σύστημα, τότε ο συντελεστής σχέσης μετάδοσης ισούται με το γινόμενο των επιμέρους σχέσεων μετάδοσης των στοιχείων του συστήματος. Εάν π.χ. παρατηρείται ολίσθηση στο συμπλέκτη (πατινάρισμα), τότε ο συντελεστής σχέσης μετάδοσης μειώνεται ανάλογα με την ολίσθηση.

Ο συντελεστής απόδοσης του συστήματος μετάδοσης κίνησης ισούται με το λόγο της ισχύος που προσφέρει ο κινητήρας, προς την ισχύ που μεταφέρεται από το σύστημα στους τροχούς. Στην περίπτωση ενός αυτοκινήτου που ο κινητήρας είναι τοποθετημένος κατά το διαμήκη άξονα, ο συντελεστής απόδοσης του συστήματος κυμαίνεται από

0,88 έως 0,92, ενώ εάν ο κινητήρας είναι τοποθετημένος κατά τον εγκάρσιο άξονα ο συντελεστής απόδοσης κυμαίνεται από 0,91 έως 0,95. Η μείωση της ισχύος οφείλεται στις τριβές του συστήματος μετάδοσης και καταλήγει σε αύξηση της θερμοκρασίας των επιμέρους στοιχείων.

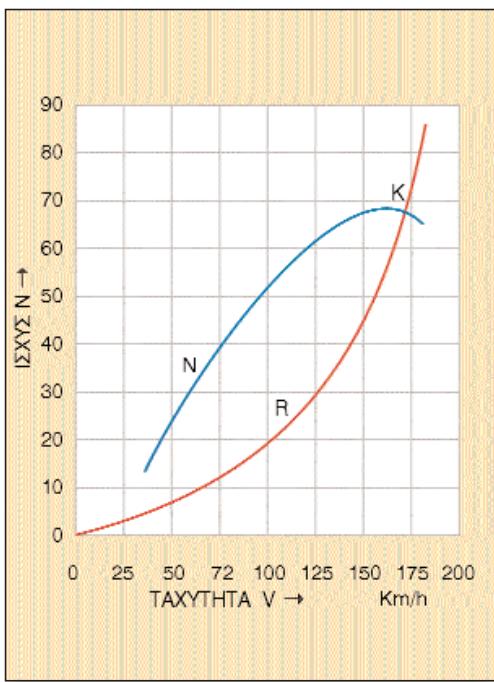
**Εικόνα 8.2.9 Σύνθετο διάγραμμα κλιμάκωσης συστήματος μετάδοσης σε σχέση με τις στροφές του κινητήρα και μέγιστης ταχύτητας αυτοκινήτου σε σχέση με την επιλεχθείσα σχέση μετάδοσης και την κλίση του εδάφους**



Η κινητήρια ισχύς που εφαρμόζεται στους τροχούς είναι ανάλογη με τη ροπή του κινητήρα ( $M$ ) (Nm), με το συντελεστή της σχέσης μετάδοσης ( $\mu$ ) του συστήματος, με το συντελεστή απόδοσης του συστήματος ( $\eta$ ) και αντιστρόφως ανάλογη με την ακτίνα των τροχών ( $r$ ) (m).

$$F_{KIV} = M \times \mu \times \eta / r \text{ (N)}$$

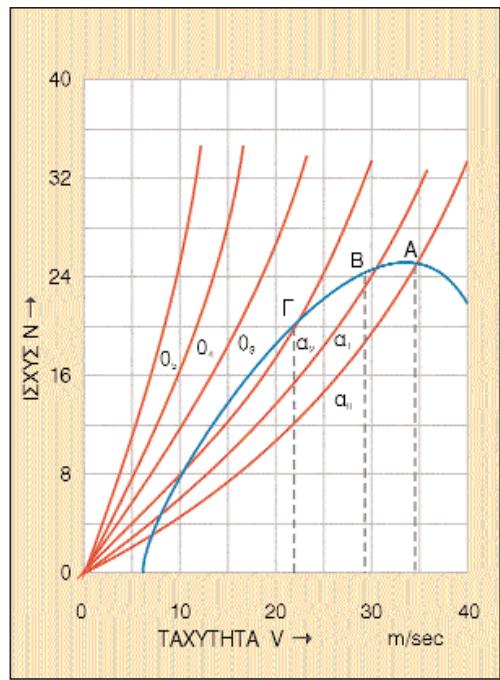
Εικόνα 8.2.10 Εύρεση μέγιστης ταχύτητας αυτοκινήτου με βάση την καμπύλη ισχύος του κινητήρα και την καμπύλη ισχύος κίνησης του αυτοκινήτου



Στο παραπάνω διάγραμμα η καμπύλη ( $N$ ) αντιστοιχεί στην καμπύλη ισχύος με πλήρες φορτίο του κινητήρα ενός αυτοκινήτου. Η καμπύλη ( $R$ ) αντιστοιχεί

στην ισχύ που απαιτείται για την υπερνίκηση των αντιστάσεων κίνησης του αυτοκινήτου. Καθώς η ταχύτητα του αυτοκινήτου αυξάνει, παρατηρείται ότι υπάρχει πλεόνασμα κινητήριας ισχύος από τον κινητήρα. Η διαφορά μεταξύ της ισχύος του κινητήρα και της ισχύος που καταναλώνεται για την υπερνίκηση των αντιστάσεων προκαλεί την επιτάχυνση του αυτοκινήτου. Στο σημείο  $K$ , όπου οι δύο καμπύλες τέμνονται, η διαθέσιμη ισχύς του κινητήρα και η ισχύς που απαιτείται για την υπερνίκηση των αντιστάσεων είναι ίσες. Η ταχύτητα, που αντιστοιχεί στο σημείο αυτό, είναι η μέγιστη ταχύτητα που μπορεί να αναπτύξει το αυτοκίνητο με τη δεδομένη σχέση μετάδοσης.

Εικόνα 8.2.11 Διάγραμμα ισχύος αντιστάσεων αυτοκινήτου κατά την κίνησή του με οδόστρωμα με διαφορετική κλίση και ισχύος του κινητήρα.



Όταν το αυτοκίνητο κινείται σε οδό-στρωμα με διαφορετικές κλίσεις, η ισχύς που απαιτείται για την υπερνίκηση των αντιστάσεων αυξάνεται ανάλογα με την κλίση του οδοστρώματος. Στο διάγραμμα της εικόνας 8.2.11, το σημείο Α είναι η τομή των καμπυλών ισχύος για οδόστρωμα με κλίση α0. Η ταχύτητα που αντιστοιχεί σε αυτό το σημείο είναι η μέγιστη ταχύτητα που μπορεί να αναπτύξει το αυτοκίνητο σε οδόστρωμα με αυτή την κλίση με τη δεδομένη σχέση μετάδοσης. Οι ταχύτητες που αναλογούν στα σημεία Β και Γ είναι οι μέγιστες ταχύτητες που μπορεί να αναπτύξει το αυτοκίνητο στα οδοστρώματα με ανάλογες κλίσεις. Η κίνηση του αυτοκινήτου στις κλίσεις α3, α4 και α5 με τη δεδομένη σχέση μετάδοσης είναι αδύνατη, γιατί η διαθέσιμη ισχύς του κινητήρα είναι μικρότερη της απαιτούμενης για την υπερνίκηση των αντιστάσεων.

## Ανακεφαλαίωσην

Κάθε κινητήρας εσωτερικής καύσης χαρακτηρίζεται από τις καμπύλες ισχύους, ροπής και ειδικής κατανάλωσης. Τα διαγράμματα αυτά χαράσσονται με βάση τις στροφές λειτουργίας του κινητήρα. Τα βασικά σημεία των καμπυλών ισχύους και ροπής είναι οι ελάχιστες και μέγιστες στροφές λειτουργίας, καθώς και οι στροφές λειτουργίας του κινητήρα παρατηρείται η μέγιστη ισχύς και η μέγιστη ροπή στις οποίες αντίθετα για την καμπύλη ειδικής κατανάλωσης του κινητήρα, είναι οι στροφές στις οποίες παρατηρείται η ελάχιστη κατανάλωση.

Η αντίσταση λόγω τριβής των ελαστικών, η αεροδυναμική αντίσταση και η αντίσταση λόγω ανηφορικής κλίσης του οδοστρώματος αποτελούν τις δυνάμεις που αντιστέκονται στην κίνηση του αυτοκινήτου.

Η δύναμη που εφαρμόζεται λόγω της ροπής του κινητήρα και η βαρυτική δύναμη που προκύπτει από την ανάλυση του βάρους του αυτοκινήτου, όταν αυτό κινείται σε δρόμο με κατηφορική κλίση, αποτελούν τις δυνάμεις που τείνουν να επιταχύνουν το αυτοκίνητο.

Η κινηματική κατάσταση ενός αυτοκινήτου καθορίζεται από το άθροισμα των αντιστάσεων και των κινητήριων δυνάμεων που εφαρμόζονται σε αυτό.

Για να είναι δυνατή η ομαλή και οικονομική κίνηση του αυτοκινήτου μεταξύ του κινητήρα και των τροχών, παρεμβάλλεται το σύστημα μετάδοσης κίνησης, το οποίο χαρακτηρίζεται από ένα

βαθμό σχέσης μετάδοσης και από ένα βαθμό απόδοσης.

Με βάση τις δυνάμεις αυτές καθορίζεται μεταξύ άλλων η μέγιστη ταχύτητα του αυτοκινήτου για κάθε σχέση μετάδοσης και η ικανότητα αναφρίχησης σε οδόστρωμα με ανηφορική κλίση.

## Ερωτήσεις

1. Η ροπή ενός κινητήρα αυξάνεται ή μειώνεται καθώς η ισχύς μεταδίδεται μέσα από ένα σύστημα μετάδοσης που έχει συνολική σχέση μετάδοσης 1,5;
2. Οι σχέσεις μετάδοσης ενός κιβωτίου ταχυτήτων είναι 0,50 για την 1η ταχύτητα, 0,60 για τη 2η ταχύτητα, 0,80 για την 3η ταχύτητα, 1,0 για την 4η ταχύτητα και 1,1 για την 5η ταχύτητα. Πως μεταβάλλεται η ροπή, οι στροφές και η ισχύς για κάθε σχέση;
3. Η αντίσταση λόγω τριβής των ελαστικών αποτελεί τη βασικότερη αντίσταση στις υψηλές ταχύτητες;
4. Η αεροδυναμική αντίσταση ενός αυτοκινήτου είναι υψηλότερη ή μικρότερη, όταν το αυτοκίνητο κινείται σε υψόμετρο 2000 m σε σχέση με αυτήν που αναπτύσσεται όταν το αυτοκίνητο κινείται σε υψόμετρο επιφάνειας θαλάσσης και γιατί;
5. Η αντίσταση λόγω κλίσης, που αναπτύσσεται σε έναν όχημα που κινείται στη Σελήνη, είναι μεγαλύτερη από την ανάλογη αντίσταση που αναπτύσσεται στο ίδιο όχημα όταν αυτό κινείται σε οδόστρωμα με ανάλογη κλίση και γιατί;
6. Σε μία δεδομένη στιγμή οι αντιστάσεις κίνησης του αυτοκινήτου αναλογούν σε 10000 N και οι κινητήριες δυνάμεις σε 10500 N. Το αυτοκίνητο θα επιταχυνθεί, θα επιβραδυνθεί ή θα συνεχίσει να κινείται με την ίδια ταχύτητα;