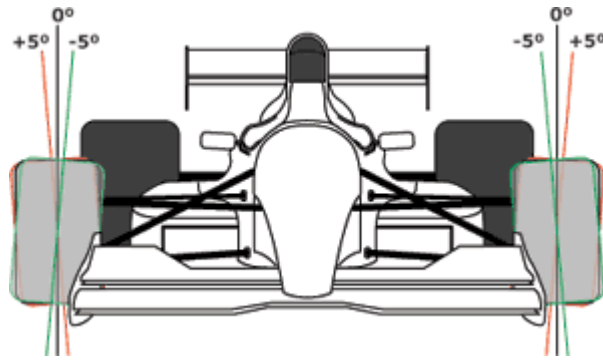


# Η γωνία Camber



Κοιτώντας το αυτοκίνητο από μπροστά, η γωνία του τροχού σε σχέση με τον κατακόρυφο άξονα ονομάζεται γωνία Camber και μετρείται σε μοίρες. Όταν το πάνω μέρος του τροχού κλίνει προς το κέντρο του αυτοκινήτου, έχουμε αρνητικό Camber, ενώ όταν κλίνει προς τα έξω, το Camber χαρακτηρίζεται θετικό.

Στις στροφές, λόγω των πλευρικών δυνάμεων που αναπτύσσονται, τα ελαστικά των εξωτερικών τροχών τείνουν να στηρίζονται περισσότερο στο εξωτερικό τους τμήμα. Προκειμένου, λοιπόν, να αποφευχθεί η ανομοιόμορφη φθορά των ελαστικών και να αξιοποιηθεί όλη η επιφάνεια του πέλματός τους, χρησιμοποιείται συνήθως αρνητικό Camber στους τροχούς.

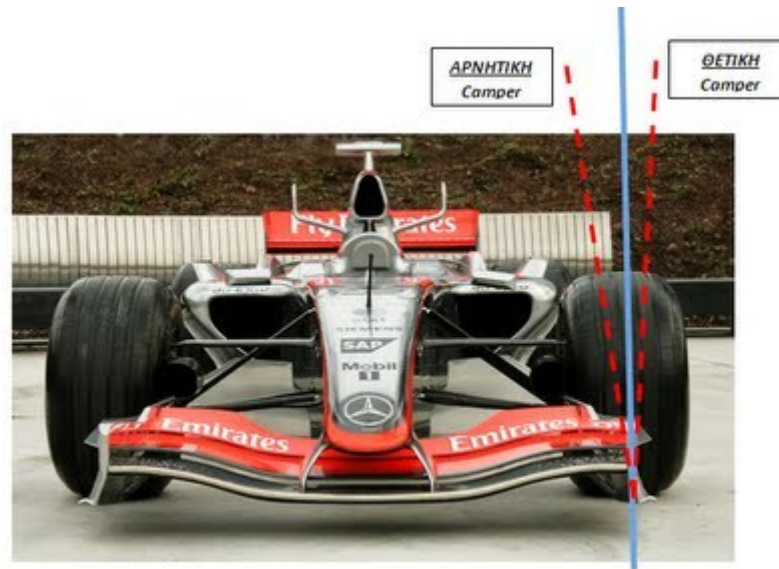
Σε κάθε περίπτωση η προβλεπόμενη για κάθε αυτοκίνητο γωνία Camber καθορίζεται από τον κατασκευαστή. Είναι χαρακτηριστικό ότι, σε παλαιότερα αυτοκίνητα, ο κατασκευαστής πολλές φορές προέβλεπε θετική γωνία Camber, ενώ και σε σύγχρονα αυτοκίνητα σε μερικές περιπτώσεις η βέλτιστη γωνία είναι 0.

Με την κατάλληλη για κάθε εφαρμογή γωνία Camber, το ελαστικό φθείρεται ομοιόμορφα σε όλο το πλάτος του πέλματος, γεγονός που σημαίνει πως αξιοποιείται πλήρως. Αποκλίσεις από την προβλεπόμενη γωνία Camber αλλοιώνουν την αίσθηση του τιμονιού στην είσοδο της στροφής, ενώ μπορούν να προκαλέσουν έντονη φθορά στην εσωτερική ή εξωτερική πλευρά του πέλματος των ελαστικών.

Επίσης, αισθητή απόκλιση των τιμών Camber μεταξύ του δεξιού και του αριστερού τροχού προκαλούν τάση του αυτοκινήτου στην ευθεία να κατευθυνθεί προς την μεριά που έχει περισσότερο θετικό (ή λιγότερο αρνητικό) Camber ("τράβηγμα").

## Η γωνία Camber και ο ρόλος της...

Η γωνία camber είναι η γωνία που σχηματίζεται από τον κάθετο άξονα του τροχού με το έδαφος.



Η γωνία Camber μπορεί να είναι μηδενική, θετική ή αρνητική. Όταν ο τροχός έχει κλίση προς την εσωτερική πλευρά του οχήματος (πάντα σε σχέση με το έδαφος), τότε η γωνία camber είναι αρνητική. Όταν ο τροχός έχει κλίση προς την εξωτερική πλευρά του οχήματος (πάντα σε σχέση με το έδαφος), τότε η γωνία camber είναι θετική.

Στην παρακάτω εικόνα παρατηρούμε την έντονη αρνητική γωνία Camber που έχει επιλέξει η ομάδα της Renault για το μονοθέσιο της.



Όταν στρίβουμε με το όχημα, η κεντρομόλος δύναμη τείνει να φέρει το όχημα στην εξωτερική πλευρά της στροφής. Με την σωστή ρύθμιση της γωνίας Camber, βοηθάμε τον τροχό να στρίψει πιο εύκολα.

**Μηδενική Camber:** Όταν στρίβουμε με μεγάλη ταχύτητα σε μια στροφή, ο τροχός καταλήγει να έχει θετική Camber.

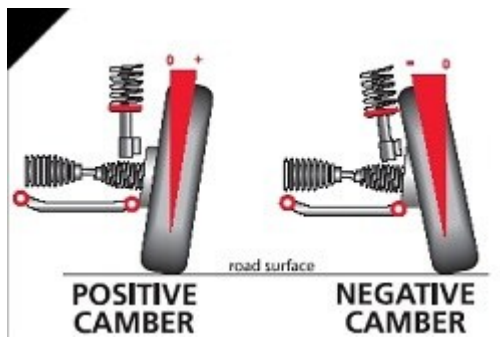
**Αρνητική Camber:** Αν έχουμε ρυθμίσει από την αρχή τον τροχό μας να έχει αρνητική Camber, κατά την διάρκεια της στροφής και με την βοήθεια της φυγόκεντρου δύναμης θα έρθει μηδενική κλίση, με αποτέλεσμα το πέλμα του τροχού να πατάει όλο στο έδαφος.

Σκοπός μας είναι το όχημα να μπορεί να στρίψει άνετα και να εκμεταλλευτούμε όλη την επιφάνεια του ελαστικού ώστε να καταφέρουμε να έχουμε καλύτερη πρόσφυση. Στην Formula 1 η γωνία Camber είναι συνήθως αρνητική γιατί τα μονοθέσια συνεχώς αλλάζουν κατεύθυνση λόγω των στροφών της πίστας. Φυσικά η έντονη γωνία Camber προκαλεί φθορά των ελαστικών.

ολύ συχνά ακούμε τους σχολιαστές σε έναν αγώνα Formula 1 να μιλούνε για την γωνία Camber. Τι είναι όμως αυτή η γωνία και πως επηρεάζει την απόδοση του αυτοκινήτου?

Η γωνία κάμπερ είναι η γωνία που σχηματίζεται ανάμεσα στην κάθετη γραμμή που περνάει από το κέντρο των ελαστικών (εμπρός ή πίσω) και την κάθετη γραμμή που περνάει από το σώμα του αυτοκινήτου. Με πιο απλά λόγια είναι η γωνία που δείχνει το πόσο γέρνουν οι τροχοί προς τα μέσα ή προς τα έξω. Εάν η γωνία είναι μηδέν τότε έχουμε μηδενικό κάμπερ, δηλαδή οι τροχοί είναι τελείως κάθετοι με το έδαφος. Αν η επάνω πλευρά του ελαστικού είναι πιο μέσα από την κάτω, δηλαδή ο τροχός γέρνει προς τα μέσα, τότε έχουμε αρνητικό κάμπερ. Στην αντίθετη περίπτωση έχουμε θετικό κάμπερ.

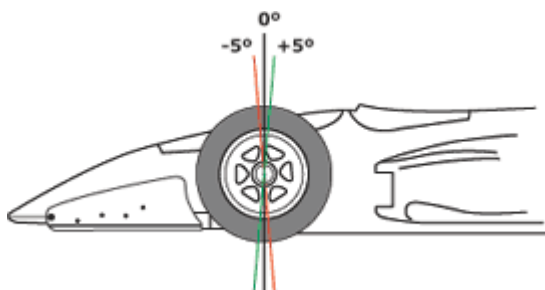
Η επιλογή της γωνίας κάμπερ είναι μια πάρα πολύ σημαντική παράμετρος που λαμβάνουν υπόψη τους οι σχεδιαστές των αναρτήσεων ενός αυτοκινήτου. Η γωνία επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό τον τρόπο που το αυτοκίνητο στρίβει, αλλά και τον τρόπο που χρησιμοποιεί και, κατ'επέκταση, φθείρει τα ελαστικά του.



Όταν ένα αυτοκίνητο έχει αρνητικό κάμπερ τότε αυτό στρίβει καλύτερα μιας και τα ελαστικά μπορούν και διαχειρίζονται την δύναμη με ποιο αποδοτικό τρόπο. Ένας άλλος λόγος που επιλέγεται αρνητικό κάμπερ είναι γιατί κατά τη διάρκεια της στροφής, τα ελαστικά έχουν την τάση να «τραβιούνται» προς το εξωτερικό αυτής. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την φθορά τους σε βάθος χρόνου. Από την άλλη, όταν θέλουμε να επιτύχουμε την καλύτερη επιτάχυνση και τον καλύτερο έλεγχο στην ευθεία, τότε η καλύτερη λύση είναι το μηδενικό κάμπερ αφού σε αυτήν την περίπτωση πατάει στον δρόμο όλη η επιφάνεια του ελαστικού. Η επιλογή της θετικής γωνίας κάμπερ γίνεται κυρίως σε αυτοκίνητα εκτός δρόμου ώστε να μειώνεται η δύναμη που πρέπει να βάζει ο οδηγός στο τιμόνι.

Όπως είναι προφανές, η επιλογή της σωστής γωνίας κάμπερ είναι ένα πολύ δύσκολο αλλά και σημαντικό κομμάτι στην διαδικασία σχεδιασμού και ανάπτυξης ενός αυτοκινήτου. Η κάθε λύση έχει θετικά και αρνητικά κι έτσι η έβρεση της χρυσής τομής κρίνεται απαραίτητη. Φυσικά, πολύ σημαντικό ρόλο παίζει και η κατηγορία του αυτοκινήτου που σχεδιάζουμε μιας και αυτή καθορίζει εν πολλύς τα χαρακτηριστικά του και τις επιλογές μας.

## Η γωνία Caster



Η γωνία Caster είναι η γωνία που σχηματίζει ο νοητός άξονας περιστροφής του τροχού όταν στρίβουμε το τιμόνι, με τον κατακόρυφο άξονα. Η μέτρηση και της γωνίας αυτής γίνεται σε μοίρες. Αν το κάτω μέρος του νοητού αυτού άξονα βρίσκεται μπροστά από τον κατακόρυφο άξονα λέμε ότι έχουμε θετικό

Caster, ενώ αν βρίσκεται πίσω (συνεπώς το επάνω μέρος μπροστά) το Caster έχει αρνητική τιμή.

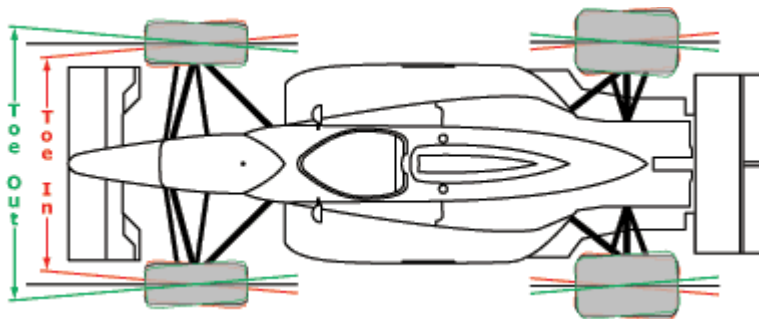
Το θετικό Caster προσφέρει ευστάθεια και καλή κατευθυντικότητα, ενώ τείνει να επαναφέρει τους μπροστινούς τροχούς στην ευθεία θέση μετά από στροφή, γι' αυτό και η συντριπτική πλειοψηφία των αυτοκινήτων λειτουργεί με θετική τιμή στη γωνία αυτή.

Οι προβλεπόμενες πάντως από τον κατασκευαστή τιμές διαφέρουν αισθητά από μοντέλο σε μοντέλο. (Ενδεικτικά, υπάρχουν αυτοκίνητα που έχουν προβλεπόμενη τιμή  $1^\circ$  και άλλα που έχουν  $10^\circ$ !).

Αποκλίσεις από τις ενδεδειγμένες τιμές έχουν σαν συνέπειες προβλήματα στην επαναφορά του τιμονιού στην ευθεία μετά από στροφή, αυξημένη δυσκολία (ή – αντίθετα – πολύ ελαφρύ τιμόνι ) στο στρίψιμο και έντονη αστάθεια.

Επίσης, αισθητή απόκλιση των τιμών Caster μεταξύ του δεξιού και του αριστερού τροχού προκαλούν τάση του αυτοκινήτου στην ευθεία να κατευθυνθεί προς την μεριά που έχει λιγότερο θετικό Caster ("τράβηγμα").

### Η γωνία toe



Βλέποντας το όχημα από ψηλά, επεκτείνουμε τις νοητές ευθείες των τροχών του ίδιου άξονα. Αν αυτές τέμνονται σε κάποιο σημείο σχηματίζουν την γωνία toe. Αν το σημείο αυτό είναι εμπρός από τον άξονα των τροχών, τότε οι τροχοί έχουν toe-in (σύγκλιση), ενώ, στην αντίθετη περίπτωση, toe-out (απόκλιση).

Και τα δύο μεγέθη μετριοούνται σε χιλιοστά, αλλά και σε μοίρες, που εκφράζουν τη διαφορά μεταξύ της απόστασης του εμπρός και πίσω τμήματος των τροχών του ίδιου άξονα. Όταν το αυτοκίνητο προχωράει, οι δύο τροχοί του ίδιου άξονα θα πρέπει να είναι παράλληλοι (σύγκλιση 0). Επειδή όμως, ανάλογα με την κατασκευή και την γεωμετρία του αυτοκινήτου, κατά την κίνηση οι τροχοί έχουν την τάση ελαφρώς να "ανοίγουν" ή να "κλείνουν", η προβλεπόμενη σε ακινησία toe για κάθε αυτοκίνητο είναι άλλοτε θετική (σύγκλιση), άλλοτε αρνητική (απόκλιση) και άλλοτε 0.

Απόκλιση από τις προβλεπόμενες τιμές έχει σαν συνέπειες: Αστάθεια ("ψάρεμα") του αυτοκινήτου κατά την κίνηση, αυξημένη και ανομοιόμορφη φθορά του πέλματος των ελαστικών λόγω τριβής (μεγαλύτερη φθορά στο εξωτερικό μέρος όταν υπάρχει αυξημένη σύγκλιση – στο εσωτερικό μέρος όταν υπάρχει απόκλιση – και λαθεμένη θέση του βολάν του τιμονιού.

Θα πρέπει να γνωρίζετε ότι η toe είναι η μοναδική γωνία ευθυγράμμισης του αυτοκινήτου που ελέγχουν τα μηχανήματα του Κ.Τ.Ε.Ο.