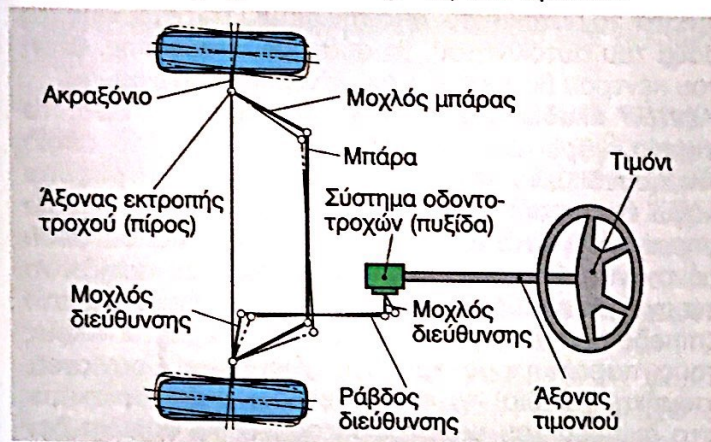


## 4.6 Το σύστημα διεύθυνσης

Τα κύρια τμήματα του συστήματος διεύθυνσης ενός αυτοκινήτου (σχ.1) είναι:

- Το τιμόνι
- Η μπάρα
- Τα ακρόμπαρα
- Οι οδοντοτροχοί
- Ο άξονας του τιμονιού



Σχήμα 1: Κύρια τμήματα του συστήματος διεύθυνσης

### Αποστολή

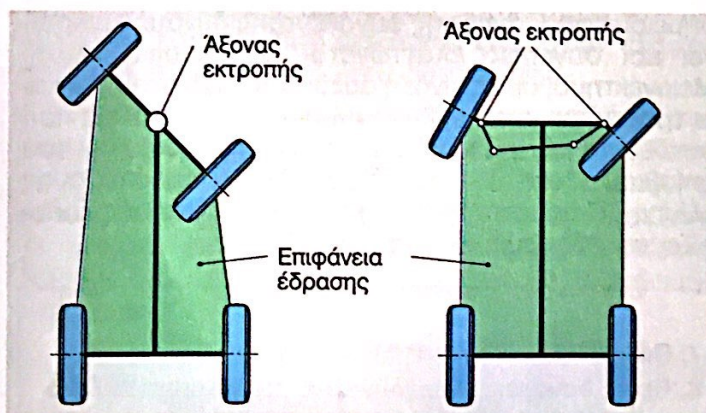
- Στροφή των μπροστινών τροχών προς την επιθυμητή διεύθυνση
- Δυνατότητα διαφορετικής εκτροπής και των δύο μπροστινών τροχών, όταν το αυτοκίνητο εκτελεί στροφή
- Η ροπή στρέψης, που παράγεται από τη δύναμη του χεριού για την εκτροπή των τροχών, να ενισχυθεί κατάλληλα (λόγος μετάδοσης).

### Κατασκευαστικά είδη

- Με διεύθυνση των ακραξονίων
- Διεύθυνση με στροφή του μπροστινού άξονα

#### 4.6.1 Διεύθυνση με στροφή μπροστινού άξονα (σχ.2)

Οι τροχοί του άξονα κίνησης εκτρέπονται γύρω από ένα κοινό σημείο στροφής. Λόγω της σμίκρυνσης της επιφάνειας έδρασης αυξάνεται η τάση για μεγαλύτερη κλίση. Αυτό το είδος διεύθυνσης εφαρμόζεται σε ρυμουλκούμενα δύο αξόνων. Διευκολύνει πολύ τις κινήσεις στους ελιγμούς.



Σχήμα 2: Διεύθυνση με στροφή μπροστινού άξονα, με διεύθυνση ακραξονίων

#### 4.6.2 Διεύθυνση των ακραξονίων (σχ.3)

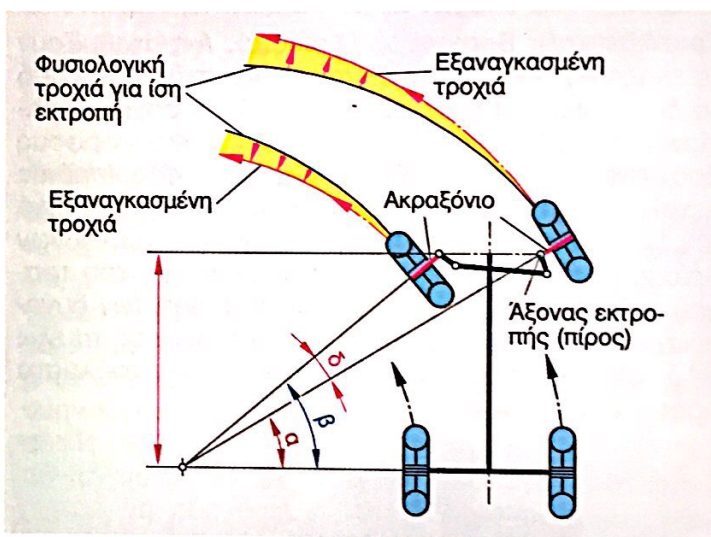
Κάθε ακραξόνιο ενός τροχού διεύθυνσης μπορεί να εκτραπεί με στροφή γύρω από έναν δικό του άξονα, τον "πίρο" (σχ.4, σελ. 236).

Το μετατρόχιο (απόσταση των τροχών ενός άξονα), διατηρείται και μετά την εκτροπή των τροχών σχεδόν σταθερό.

### Κύλιση των τροχών κατά την κίνηση σε στροφή

Κατά την κίνηση σε στροφή, οι τροχοί ενός άξονα διανύουν διαφορετικού μήκους διαδρομές. Αν και οι δύο τροχοί εκτραπούν κατά την ίδια γωνία, τότε κανένας από τους δύο τροχούς δε θα κινηθεί στη φυσιολογική του τροχιά. Κάθε τροχός θα παρασυρθεί από τον άλλο σε μια αφύσικη τροχιά και έτσι, εκτός από την κύλιση θα εκτελέσει επιπλέον και μια ολίσθηση. Οι τροχοί σύρονται έτσι επάνω στο οδόστρωμα.

Αν πρέπει και οι δύο τροχοί να κυλίνουν χωρίς ολίσθηση, τότε θα πρέπει ο εσωτερικός τροχός να εκτραπεί περισσότερο από τον εξωτερικό τροχό, ώστε οι προεκτάσεις των αξόνων των μπροστινών δύο τροχών να τέμνονται στο ίδιο σημείο, επάνω στην προέκταση του πίσω άξονα. Τότε, οι περιφέρειες που διανύονται από τους τροχούς έχουν κοινό κέντρο (σχ. 2).

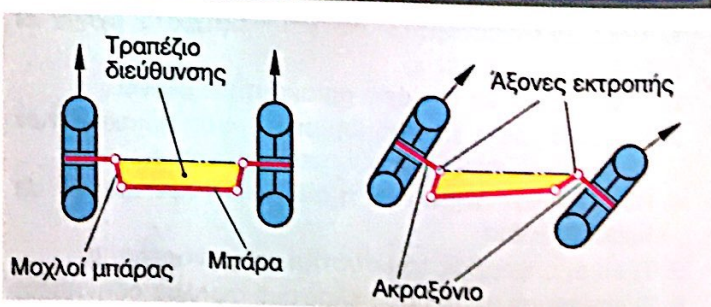


Σχήμα 3: Οδήγηση των ακραξονίων

### Το τραπέζιο διεύθυνσης (τραπέζιο του Ackermann)

Η μπάρα του τιμονιού με τους δύο βραχίονες της μπάρας σχηματίζουν, κατά την ευθύγραμμη κίνηση του αυτοκινήτου, το τραπέζιο διεύθυνσης (σχ. 4). Αυτό το τραπέζιο δημιουργεί τη διαφορετική εκτροπή των τροχών διεύθυνσης.

Το τραπέζιο διεύθυνσης επιτρέπει διαφορετικές γωνίες εκτροπής των μπροστινών τροχών, όπου ο εσωτερικός προς την στροφή τροχός εκτρέπεται περισσότερο από τον εξωτερικό.



Σχήμα 4: Το τραπέζιο διεύθυνσης



### 4.6.3 Οι μοχλοί του συστήματος διεύθυνσης

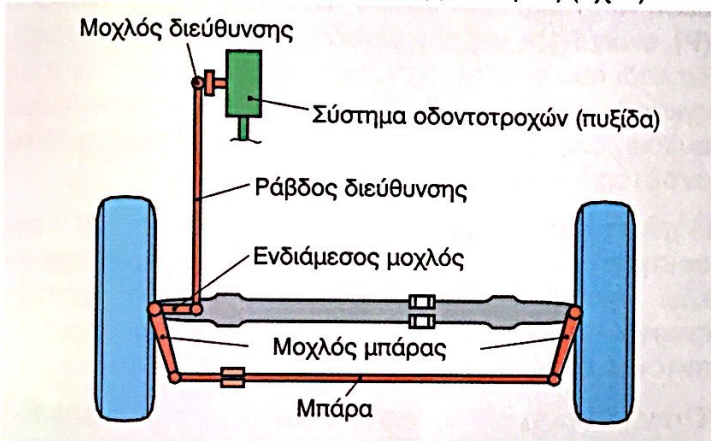
#### Αποστολές

- Μετάδοση της κίνησης, που δημιουργείται στην πυξίδα διεύθυνσης, στους μπροστινούς τροχούς
- Καθοδήγηση των τροχών σε μία καθορισμένη θέση μεταξύ τους

#### Κύρια μέρη

Μπάρα (-ες), αρθρώσεις της μπάρας, μοχλοί διεύθυνσης, και, ενδεχόμενα, ενδιάμεσος μοχλός και ράβδος διεύθυνσης.

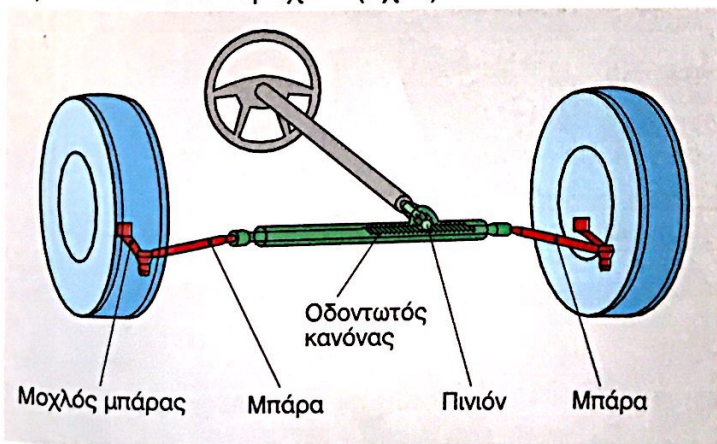
**Άκαμπτος πρόσθιος άξονας.** Στα βαρέα οχήματα (φορτηγά - λεωφορεία), χρησιμοποιούνται πυξίδες διεύθυνσης με ένσφαιρο σπείρωμα. Από το μοχλό διεύθυνσης της πυξίδας μεταφέρεται η κίνηση μέσω της ράβδου διεύθυνσης στον ενδιάμεσο μοχλό και στο μοχλό της μπάρας. Αυτός ο μοχλός συνδέεται μέσω μιας άρθρωσης της μπάρας με την **ενιαία μορφής μπάρα** και το μοχλό της μπάρας αλλά της άλλης πλευράς (σχ. 1).



Σχήμα 1: Άκαμπτος άξονας με ενιαία μπάρα

**Ανεξάρτητη ανάρτηση.** Οι τροχοί οδήγησης μπορούν να ταλαντώνονται ανεξάρτητα ο ένας από τον άλλο. Ταυτόχρονα μεταβάλλεται η απόσταση μεταξύ των μοχλών της μπάρας, πράγμα που θα οδηγούσε σε αλλαγή της σύγκλισης αν χρησιμοποιηθεί μπάρα ενιαίας μορφής. Γι' αυτόν το λόγο οι μοχλοί του συστήματος στην ανεξάρτητη ανάρτηση έχουν **διαιρούμενες μπάρες** (2 ή 3 τεμαχίων).

Η πλέον χρησιμοποιούμενη μπάρα με οδοντωτό άξονα είναι δύο τεμαχίων (σχ. 2).



Σχήμα 2: Σύστημα οδήγησης με οδοντωτό κανόνα και διαιρούμενη μπάρα

### 4.6.4 Η πυξίδα του συστήματος διεύθυνσης

#### Αποστολές

- Μετατροπή της περιστροφικής κίνησης του τιμονιού και του άξονά του σε μία στροφική κίνηση των τροχών.
- Μεταβολή (αύξηση) της ροπής στρέψης που εφαρμόζει με τα χέρια του ο οδηγός για να εκτρέψει τους τροχούς.

Ο λόγος μετάδοσης στην πυξίδα του συστήματος, πρέπει να υπολογιστεί σύμφωνα με εμπειρικές τιμές, ώστε η δύναμη χειρισμού στο τιμόνι να μην υπερβεί τα 250 N. Στα επιβατικά αυτοκίνητα, ανάλογα και με το μέγεθός τους, βρίσκεται στην περιοχή έως 19:1 και στα φορτηγά έως 36:1.

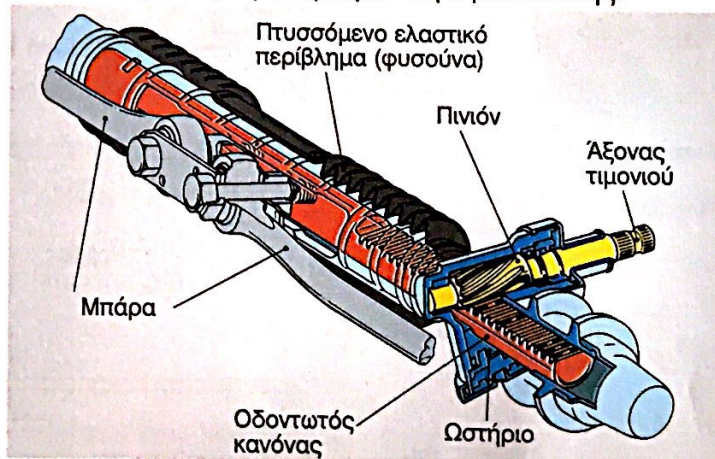
Τόσο τα επιβατικά, όσο και τα φορτηγά μπορούν να εξοπλιστούν με υποβοήθηση της δύναμης διεύθυνσης (υδραυλικό τιμόνι).

#### Κατασκευαστικά είδη

- Σύστημα διεύθυνσης με οδοντωτό κανόνα (κρεμαγιέρα)
- Σύστημα διεύθυνσης με ατέρμονα: οδοντωτός τομέας, οδοντωτός τροχός, με πίστο.
- Σύστημα διεύθυνσης με κοχλία: με ένσφαιρο σπείρωμα και άτρακτο.

#### Σύστημα διεύθυνσης με οδοντωτό κανόνα (σχ.3)

Ένας μικρός οδοντοτροχός (πινιόν) ο οποίος εδράζεται στην πυξίδα και κινείται από τον άξονα του τιμονιού, έρχεται σε εμπλοκή με τον οδοντωτό κανόνα μέσω λοξής οδόντωσης. Ο οδοντωτός κανόνας εδράζεται σε δακτύλιους - οδηγούς και είναι συνεχώς σε επαφή με το πινιόν ωθούμενος από δισκοειδή ελατήρια. Όταν περιστραφεί το τιμόνι, περιστρέφεται και το πινιόν και τότε κινείται ευθύγραμμα ο οδοντωτός κανόνας και εκτρέπει, μέσω της μπάρας και των μοχλών, τους τροχούς. Τα χαρακτηριστικά αυτού του συστήματος είναι: απευθείας μετάδοση, εύκολη επαναφορά και μικρός όγκος. Εκτός των συνηθισμένων συστημάτων πινιόν - κρεμαγιέρας με σταθερό λόγο μετάδοσης, υπάρχουν και συστήματα με μεταβλητό λόγο μετάδοσης.



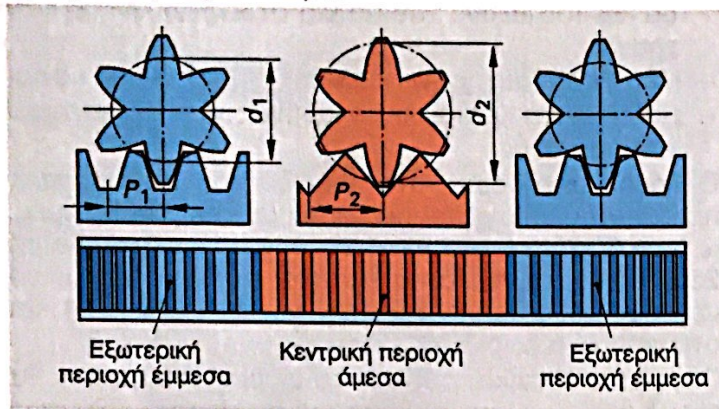
Σχήμα 3: Σύστημα διεύθυνσης με οδοντωτό κανόνα

#### Μεταβλητός λόγος μετάδοσης

Στις καθαρά μηχανικές πυξίδες χωρίς υδραυλική υποβοήθηση, καθορίζεται ο λόγος μετάδοσης έτσι, ώστε η οδήγηση στην περιοχή των μικρών επιτροπών να ενεργεί αμεσότερα απ' ό,τι στις μεγάλες εκτροπές.



Αυτό πραγματοποιείται με διαφοροποίηση του βήματος της οδόντωσης στον οδοντωτό κανόνα. Στη μεσαία περιοχή το βήμα της οδόντωσης (απόσταση δύο γειτονικών δοντιών) είναι μεγαλύτερο απ' ό,τι προς τα εξωτερικά άκρα.



Σχήμα 1: Μεταβλητός λόγος μετάδοσης

#### Πλεονεκτήματα του μεταβλητού λόγου μετάδοσης:

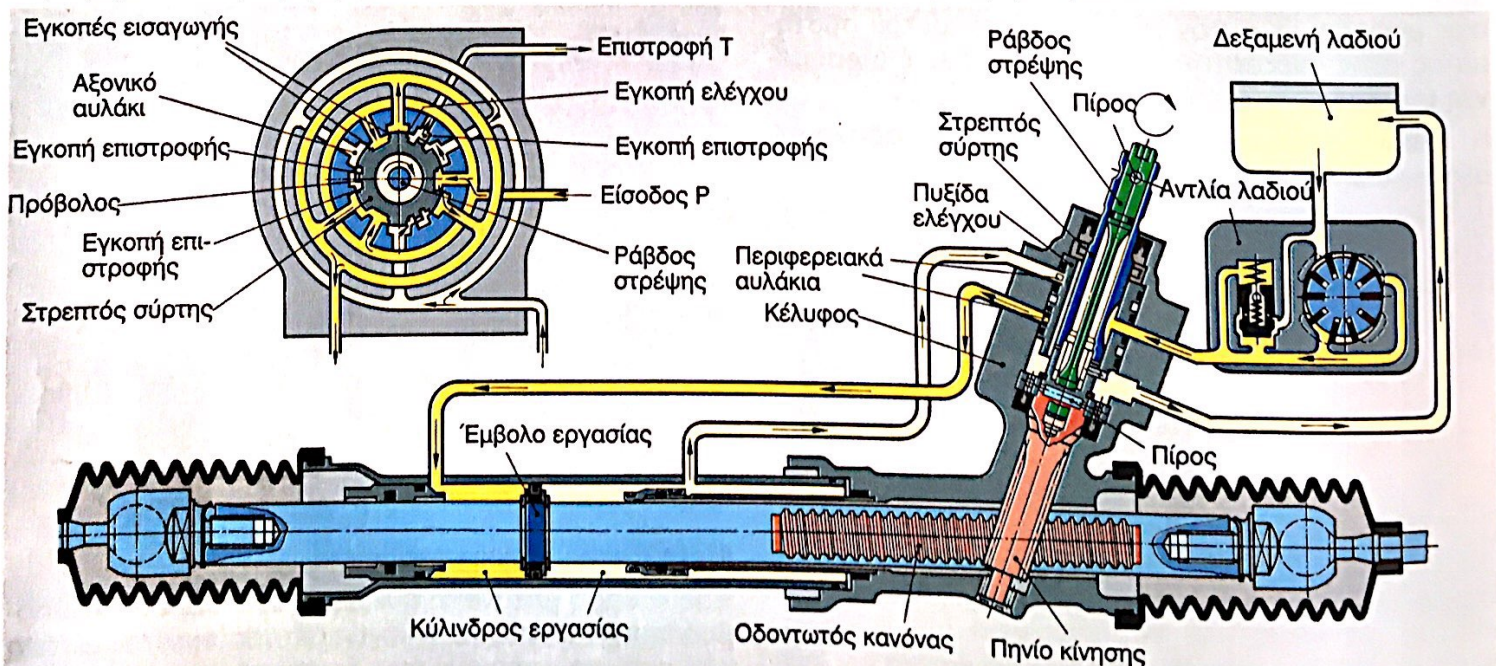
- Άμεση επενέργεια για ταχεία ευθύγραμμη κίνηση
- Μικρότερες δυνάμεις χεριών στους ελιγμούς για στάθμευση

### 4.6.5 Υδραυλική υποβοήθηση στο σύστημα οδοντωτού κανόνα

#### Δομή

Το υδραυλικό τιμόνι με οδοντωτό κανόνα (σχ.2) απαρτίζεται από το **μηχανικό σύστημα οδοντωτού κανόνα - πινιόν**, από τον ενσωματωμένο **υδραυλικό κύλινδρο εργασίας**, τη **βαλβίδα ελέγχου** και την **πτερυγιοφόρα αντλία**. Η κίνηση του οδοντ. Κανόνα γίνεται μέσω του πινιόν, ενώ η έξοδος της κίνησης προς τις μπάρες γίνεται από δύο πλευρές.

Το κέλυφος, μέσα στο οποίο βρίσκεται ο οδοντ. Κανόνας, σχηματίζει τον κύλινδρο εργασίας, ο οποίος υποδιαιρείται σε δύο χώρους από ένα έμβολο. Ως βαλβίδα ελέγχου χρησιμοποιούνται βαλβίδες περιστρεφόμενου σύρτη ή εμβόλου (σχ.2).



Σχήμα 2: Υδραυλική υποβοήθηση στο σύστημα οδοντ. κανόνα - πινιόν για δεξιά εκτροπή

Η ράβδος στρέψης συνδέεται στο ένα της άκρο με τον δακτύλιο ελέγχου και το πινιόν μέσω 2 πέρων, ενώ στο άλλο της άκρο συνδέεται με τον άξονα του τιμονιού και τον περιστρεφόμενο σύρτη.

Αυτός ο σύρτης και ο δακτύλιος ελέγχου σχηματίζουν τη βαλβίδα περιστρεφόμενου σύρτη. Και τα δύο εξαρτήματα έχουν στην παράπλευρη επιφάνεια τους αυλάκια. Τα αυλάκια του δακτυλίου οδηγούν σε δίαυλους του κελύφους, οι οποίοι οδηγούν στους δύο χώρους εργασίας, στην αντλία και στην δεξαμενή λαδιού.

#### Τρόπος λειτουργίας

Όταν στρέφεται το τιμόνι, τότε η δύναμη των χεριών μεταφέρεται, μέσω της ράβδου στρέψης, στο πινιόν. Ταυτόχρονα η ράβδος στρέψης καταπονείται και σε στρέψη, ανάλογα με την αντίσταση, και στρέφεται ελάχιστα. Αυτό προκαλεί μία στροφική κίνηση του σύρτη έναντι του δακτυλίου ελέγχου, ο οποίος περιβάλλει τον σύρτη. Μ' αυτόν τον τρόπο μεταβάλλεται η θέση των αυλακιών μεταξύ τους. Οι εγκοπές εισόδου (P) ανοίγονται για την είσοδο συμπιεσμένου λαδιού. Το λάδι που έρχεται από την αντλία ρέει μέσα από τις εγκοπές εισόδου (P) προς το κάτω περιφερειακό αυλάκι του δακτυλίου ελέγχου και οδηγείται στον αντίστοιχο χώρο εργασίας.

Η πίεση του λαδιού ενεργεί είτε στη δεξιά είτε στην αριστερή πλευρά του εμβόλου εργασίας και παράγει εδώ την υδραυλική υποβοήθηση. Αυτή η δύναμη ενεργεί πρόσθετα επάνω στη δύναμη, την οποία το πινιόν μεταφέρει μηχανικά στον οδοντωτό κανόνα.

Όταν το τιμόνι δεν στρέφεται και άλλο, τότε η ράβδος στρέψης και η βαλβίδα του στρεφόμενου σύρτη επανέρχονται στην ουδέτερη θέση. Κλείνονται οι εγκοπές που οδηγούν στους χώρους εργασίας και ανοίγουνται αυτές για την επιστροφή (T).

Το λάδι ρέει από την αντλία, μέσω της βαλβίδας ελέγχου, προς τη δεξαμενή λαδιού.