



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ



ΜΑΤΘΑΙΟΣ ΜΑΘΙΟΥΔΑΚΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Κατασκευή και λειτουργία ερπυστριοφόρου εκσκαφέα



Επιβλέπων: Αν. καθ. Γεώργιος Παραδεισιάδης

Θεσσαλονίκη 2014

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου για την ηθική και οικονομική της συμπαράσταση και τον καθηγητή μου Παραδεισιάδη Γεώργιο για την καθοδήγηση και την υποστήριξή του καθ' όλη την διάρκεια της εκπόνησης της εργασίας.

Περιεχόμενα

Πρόλογος	4
1. ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ	5
1.1 Ιστορική αναδρομή	5
1.2 Εργοτάξιο και μηχανισμός παραγωγής	6
1.3 Είδη μηχανημάτων κατασκευής τεχνικών έργων	6
2. ΕΚΣΚΑΦΕΙΣ	8
2.1 Γενικά	8
2.2 Εκσκαφέας γενικής χρήσης	8
2.3 Είδη εκσκαφέα	8
3. ΠΛΑΙΣΙΟ ΚΑΙ ΦΟΡΕΙΟ	13
3.1 Κατασκευαστική διαμόρφωση του εκσκαφέα	13
3.2 Σύστημα ερπυστριών	19
4. ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΡΩΣΗΣ ΟΧΗΜΑΤΟΣ	27
4.1 Γενική διάταξη, υδραυλικό σύστημα και τρόπος λειτουργίας	27
4.2 Υδραυλικές αντλίες και υδραυλικοί κινητήρες	29
4.3 Μηχανισμός ρύθμισης ειδικής παροχής	33
4.4 Τελική σχέση μετάδοσης	36
4.5 Διανομέας (Swivel)	40
5. ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗΣ	42
6. ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΕΔΗΣΗΣ	43
7. ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΗΣ ΦΟΡΕΙΟΥ	46
7.1 Γενική διάταξη, υδραυλικό σύστημα και τρόπος λειτουργίας	46
7.2 Υδραυλικός κινητήρας	52
8. ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΚΣΚΑΦΗΣ	55
8.1 Κατασκευαστική διαμόρφωση και τρόπος λειτουργίας	55
8.2 Υδραυλικό σύστημα κίνησης	58
8.3 Αντλίες	61
8.4 Βαλβίδες ελέγχου	68
8.5 Χειριστήρια	71
8.6 Υδραυλικοί κύλινδροι	75
9. Μελλοντική εξέλιξη	78
9.1 Εξέλιξη του εκσκαφέα	78
9.2 Συμπεράσματα	80
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	81

Πρόλογος

Η παρούσα πτυχιακή εργασία αναφέρεται στον σύγχρονο ερπυστριοφόρο εκσκαφέα, ο οποίος κατατάσσεται στα μηχανήματα δομικών έργων και πιο συγκεκριμένα στα γενικής χρήσεως. Στην εργασία αυτή αναλύεται η λειτουργία του υδραυλικού κυκλώματος καθώς και η κατασκευαστική διαμόρφωση των μερών από τα οποία αποτελείται ένας εκσκαφέας μεσαίου-μεγάλου μεγέθους. Επίσης δίνονται τεχνικά χαρακτηριστικά τυπικών τέτοιων μηχανημάτων.

Τέλος γίνεται αναφορά σε άλλους τύπους εκσκαφέα αλλά και στις τάσεις μελλοντικής εξέλιξης του μηχανήματος αυτού.

1. ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ

1.1 Ιστορική αναδρομή

Η χρήση μηχανών στα δομικά έργα χρονολογείται από την εποχή που άρχισαν να κατασκευάζονται τα πρώτα κτίρια της αρχαιότητας. Στην κατασκευή αυτών των έργων συμμετείχε όχι μόνο ένα τεράστιο ανθρώπινο δυναμικό, αλλά και αρκετές πρωτόγονες μηχανές ανάλογες των τεχνολογικών δυνατοτήτων της εποχής, όπως τροχήλατα μεταφορικά οχήματα, βαρούλκα κ.ά.

Η χρησιμοποίηση των πρώτων δομικών μηχανών είχε σαν κύριο στόχο τεχνική υποστήριξη της ανθρώπινης εργασίας και όχι την αντικατάστασή της, λόγω της αδυναμίας εκμετάλλευσης οποιασδήποτε μορφής ενέργειας εκτός αυτών που παρέχονται από τον άνθρωπο.

Η ανακάλυψη της ατμομηχανής αποτέλεσε βασικό στοιχείο στην εξέλιξη των δομικών μηχανών. Συγκεκριμένα το 1840 έκανε την εμφάνισή του στην Αμερική ο πρώτος ατμοκίνητος μηχανικός εκσκαφέας, που χρησιμοποιήθηκε σε έργα κατασκευής των σιδηροδρόμων. Ο ηλεκτρισμός και οι Μ.Ε.Κ. συνέβαλαν στη συνέχεια στην περαιτέρω εξέλιξη των δομικών μηχανών, ώστε να μπορέσουν να ανταποκριθούν στις εργοταξιακές συνθήκες. Στην Αμερική επίσης κατασκευάστηκαν οι πρώτοι αυτοκινούμενοι εκσκαφείς με ερπύστριες, οι πρώτοι προωθητήρες γαιών (της CATERPILLAR) και πλήθος άλλων χωματουργικών μηχανημάτων.



Σχ.1.1 Ο πρώτος ερπυστριοφόρος εκσκαφέας.

Σταδιακά οι δομικές μηχανές ανέλαβαν την εκτέλεση περισσότερων εργασιών επιτυγχάνοντας:

- α) την αύξηση της ταχύτητας εκτέλεσης των εργασιών,
- β) τη βελτίωση της οικονομίας της κατασκευής,
- γ) την αντιμετώπιση μεγάλων κατασκευαστικών προγραμμάτων,
- δ) την απελευθέρωση του ανθρώπου από τις βαριές χειρωνακτικές εργασίες.

Ιδιαίτερα μετά τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο γιγαντώθηκε η βιομηχανία των δομικών μηχανών, παράγοντας πληθώρα ειδών και τύπων μηχανημάτων υψηλού τεχνολογικού επιπέδου.

1.2 Εργοτάξιο και μηχανισμός παραγωγής

Ο κύριος χώρος λειτουργίας ενός εκσκαφέα μεσαίου μεγέθους και άνω είναι κυρίως το εργοτάξιο. Ως εργοτάξιο ορίζεται ο χώρος παραγωγής μιας ιδιαίτερης κατηγορίας αγαθών, μιας εργοληπτικής επιχείρησης, στο σύνολο των θέσεων, όπου πρόκειται να κατασκευαστεί ένα έργο. Συνήθως τα εργοτάξια λειτουργούν σε περιοχές απομακρυσμένες από την έδρα της εργοληπτικής επιχείρησης.

Τη δομή του εργοταξίου διαμορφώνουν ο μηχανισμός διοίκησης (το σύνολο των εργαζομένων της επιχείρησης), ο μηχανισμός παραγωγής (το σύνολο του μηχανολογικού εξοπλισμού) και οι εγκαταστάσεις εργοταξίου (προσωρινά κτίρια και άλλες κατασκευές).

Όσον αφορά το μηχανισμό παραγωγής, αυτός διακρίνεται σε σταθερό και κινητό. Ο σταθερός μηχανισμός είναι θεμελιωμένος στο έδαφος και περιλαμβάνει τα συγκροτήματα παραγωγής (όπως έτοιμου σκυροδέματος ή αδρανών υλικών). Οι εγκαταστάσεις αυτές δημιουργούνται στην αρχή και αποσυναρμολογούνται κατά την αποπεράτωση του έργου. Ο κινητός μηχανισμός είναι μετακινούμενος στο έργο και περιλαμβάνει αεροσυμπιεστές, προωθητές γαιών, φορτωτές, ισοπεδωτές γαιών και άλλα κινούμενα μηχανήματα.

1.3 Είδη μηχανημάτων κατασκευής τεχνικών έργων

Η βασικές κατηγορίες των μηχανημάτων τεχνικών έργων είναι τα μηχανήματα γενικής χρήσης (με χρήση σε όλα ή πολλά τεχνικά έργα) και τα μηχανήματα ειδικής χρήσης (για εκτέλεση ειδικών εργασιών). Οι συνηθέστερες είναι:

- 1) προωθητές εδάφους
- 2) εκσκαφείς
- 3) φορτωτές

- 4) μηχανήματα διακίνησης υλικών
- 5) διαμορφωτές εδάφους
- 6) οδοστρωτήρες
- 7) γερανοί
- 8) σπαστήρες υλικών
- 9) ταινίες μεταφοράς υλικών
- 10) αποξέστες εδάφους
- 11) ελκυστήρες
- 12) γεννήτριες
- 13) αεροσυμπιεστές αντλίες
- 14) μηχανήματα διάνοιξης σηράγγων
- 15) μηχανές παρασκευής σκυροδέματος

Ένα εκ των σημαντικότερων τεχνικών χαρακτηριστικών κάθε μηχανήματος είναι το μέγεθος του. Τα μεγάλα μεγέθους μηχανήματα έχουν δύσκολη μεταφορά και υψηλή οικονομική επιβάρυνση στο εργοτάξιο. Τυχόν βλάβες που θα παρουσιάσουν μπορεί να δημιουργήσουν σημαντικές καθυστερήσεις στην πορεία του έργου.

Η συντήρηση, η επιθεώρηση και η επισκευή είναι παράγοντες που παίζουν καθοριστικό ρόλο στη λειτουργία κάθε μηχανήματος. Η τακτική επιθεώρηση και προγραμματισμένη συντήρηση μπορεί να εξοικονομήσει σημαντικό κόστος βλαβών. Οι συντηρήσεις των μηχανημάτων μπορούν να είναι είτε ημερήσιες, είτε τριμηνιαίες προληπτικές. Η επισκευή των βλαβών μπορεί να πραγματοποιείται είτε σε ειδικό συνεργείο επισκευών εντός του εργοταξίου, είτε σε κεντρικό συνεργείο εκτός του εργοταξίου.

2. ΕΚΣΚΑΦΕΙΣ

2.1 Γενικά

Εκσκαπτικές μηχανές είναι οι δομικές μηχανές που έχουν κύριο σκοπό την εκσκαφή του εδάφους και την μετακίνηση - απόθεση του υλικού σε ορισμένο μέρος.

Τα εκσκαπτικά μηχανήματα διακρίνονται σε χερσαία και πλωτά βάσει της θέσης λειτουργίας τους. Παράδειγμα πλωτών είναι οι εκσκαφείς που είναι τοποθετημένοι σε πλωτά μέσα για εργασίες λιμενικών έργων και χαρακτηρίζονται πλωτοί εκσκαφείς, ενώ οι εκσκαφείς γενικής χρήσης και οι εκσκαπτικές φρέζες ανήκουν στα χερσαία εκσκαπτικά μηχανήματα.

2.2 Εκσκαφέας γενικής χρήσης

Ο εκσκαφέας γενικής χρήσης είναι εκσκαπτικό μηχάνημα χερσαίου τύπου, που εκτελεί εργασίες εκσκαφής και μετατόπισης του εδάφους χωρίς να μετακινείται. Χαρακτηρίζεται ως εκσκαφέας γενικής χρήσης επειδή με αλλαγή του εκσκαπτικού εργαλείου και προσθήκη ειδικών εξαρτημάτων μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ποικίλες εργασίες πλην της εκσκαφής. Οι εκσκαφείς γενικής χρήσης διακρίνονται σε μηχανικούς και υδραυλικούς. Στους μηχανικούς η μετάδοση της κίνησης γίνεται με μηχανικά μέσα όπως οδοντωτούς τροχούς, αλυσίδες, συρματόσχοινα και τύμπανα, ενώ στους υδραυλικούς η μετάδοση γίνεται με υδραυλική ενέργεια και χρήση συστημάτων υδραυλικών κυλίνδρων. Το μέγεθος του εκσκαφέα καθορίζεται από την χωρητικότητα του κάδου σε m^3 , αλλά και από το βάρος του.

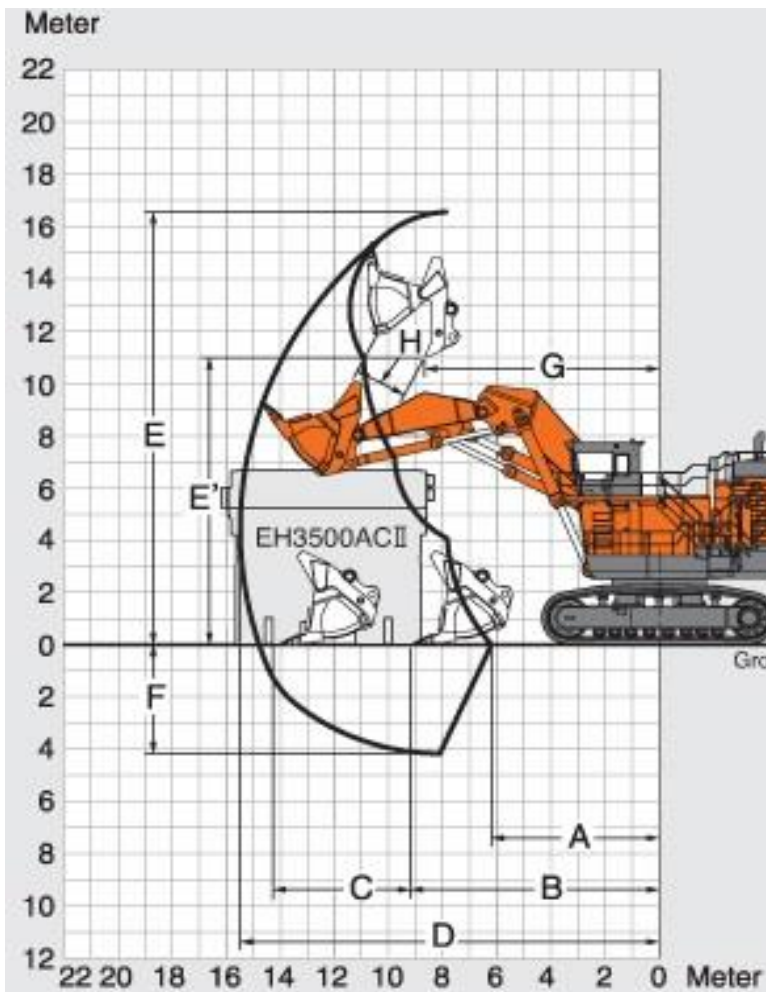
2.3 Είδη εκσκαφέα

Ο συνηθέστερος τύπος εκσκαφέα είναι αυτός με ανεστραμμένο κάδο (Backhoe). Εκτός από αυτόν τον τύπο υπάρχουν και άλλοι, που κύριος σκοπός τους είναι η εκσκαφή ή μεταφορά του εδάφους, όπως με μετωπικό κάδο, με συρόμενο κάδο και με αρπάγη.

Ένας εκσκαφέας με μετωπικό κάδο (shovel, Σχ.2.1) έχει την ίδια μορφή με τον εκσκαφέα γενικής χρήσης, με την μόνη διαφορά ότι ο κάδος είναι με φορά προς τα εμπρός και κλίνεται προς τα έξω. Παρατηρώντας την περιοχή εκσκαφής του (Σχ.2.2) φαίνεται ότι εργάζεται πάνω από το επίπεδο της έδρασής του, ενώ μπορεί να εργαστεί και χαμηλότερα με μειωμένη απόδοση. Το βασικό του πλεονέκτημα έναντι του ανεστραμμένου κάδου είναι ότι μπορεί να διαμορφώνει μόνος του τη διαδρομή του μέσα από το εκσκαπτόμενο έδαφος.



Σχ.2.1 Εκσκαφέας με μετωπικό κάδο της Komatsu.



Σχ.2.2 Περιοχή εκσκαφής εκσκαφέα με μετωπικό κάδο της Hitachi.

Ο εκσκαφέας με συρόμενο κάδο (dragline, Σχ.2.3) χαρακτηρίζεται και ως γερανός, μιας και ο κάδος κρέμεται από ένα ζεύγος από συρματόσχοινα. Στο ένα κρέμεται ο κάδος και έτσι ρυθμίζεται το ύψος του, ενώ το άλλο συρματόσχοινο τον έλκει προς το εσωτερικό του μηχανήματος, ώστε να έχουμε εκσκαφή. Έχει σαν μειονέκτημα την χαμηλή εκσκαπτική δύναμη αλλά και την χαμηλή ευστάθεια, εφόσον ο κάδος κρέμεται, αλλά έχει σαν πλεονέκτημα την μεγάλη ακτίνα λειτουργίας λόγω του μεγέθους του προβόλου του. Ο πρόβολος συνήθως κυμαίνεται από 50m έως και 130m.



Σχ.2.3 Εκσκαφέας με συρόμενο κάδο της Liebherr.

Ο εκσκαφέας με αρπάγη (clamshell, Σχ.2.4) είναι και αυτός σαν έναν τυπικό εκσκαφέα, με την διαφορά ότι έχει αρπάγη αντί για κάδο. Η αρπάγη κλείνει και ανοίγει μέσω υδραυλικών κυλίνδρων, κάτι το οποίο την κάνει ιδιαίτερα χρήσιμη σε σκληρά εδάφη. Εκτός αυτού, μπορεί να εργαστεί αποτελεσματικότερα από τους κάδους στη μεταφορά αντικειμένων όπως βράχια, μπάζα κλπ (Σχ.2.5). Το κύριο μειονέκτημα είναι ότι δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μαλακό έδαφος, επειδή δεν επιτυγχάνεται σωστή πλήρωση της αρπάγης.

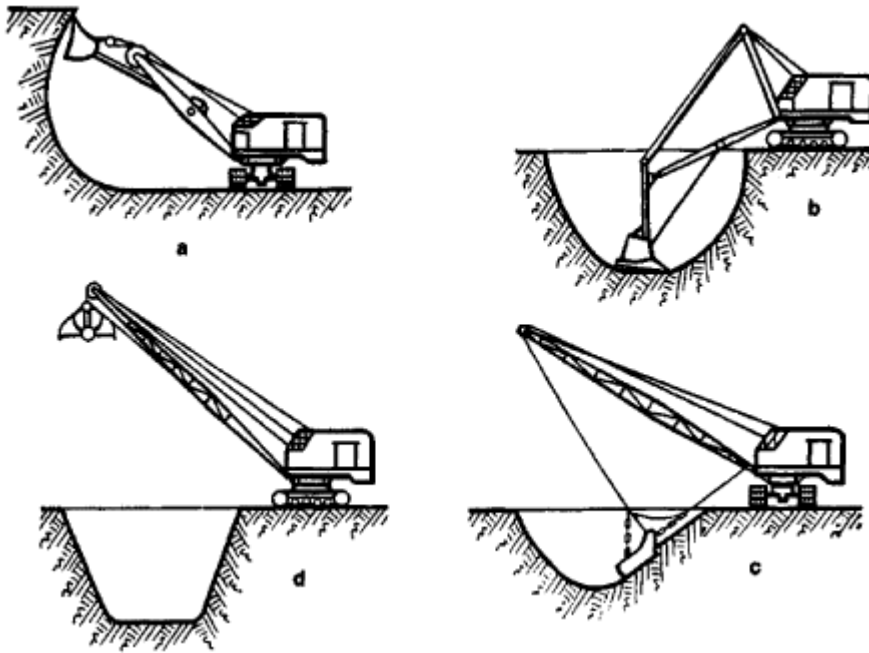


Σχ.2.4 Εκσκαφέας με αρπάγη της Jewel.



Σχ.2.5 Εναλλακτική χρήση της αρπάγης.

Στο Σχ.2.6 απεικονίζεται ο τρόπος εκσκαφής του κάθε είδους από τους εκσκαφείς που προαναφέρθηκε.



Σχ.2.6 Εκσκαπτική μορφή ανάλογα τον τύπο εκσκαφέα.

- a) Μετωπικός κάδος
- b) Ανεστραμμένος κάδος
- c) Συρόμενος κάδος
- d) Αρπάγη.

3. ΠΛΑΙΣΙΟ ΚΑΙ ΦΟΡΕΙΟ

3.1 Κατασκευαστική διαμόρφωση του εκσκαφέα

Σε παλαιότερες κατασκευές η κύλιση του εκσκαφέα γινόταν πάνω σε σιδηροτροχιές. Σήμερα χρησιμοποιούνται ερπύστριες ή λαστιχοφόροι τροχοί ανάλογα με το βάρος του μηχανήματος.

Ένας τροχοφόρος εκσκαφέας (Σχ.3.1) έχει σαν πλεονέκτημα την δυνατότητα να μετακινείται οδικώς μέσα στο οδικό δίκτυο με ικανοποιητική ταχύτητα (15-18 km/h), αλλά μειονεκτεί στην ευστάθεια, καθώς χρησιμοποιεί υδραυλικούς βραχίονες, συνήθως μαζί με μετωπική λεπίδα για ενίσχυση, αλλά και την επιφανειακή πίεση που ασκούν οι τροχοί στο έδαφος, με συνέπεια να μην μπορεί να κινηθεί σε μαλακό έδαφος.

Ένας ερπυστριοφόρος εκσκαφέας (Σχ.3.2) πλεονεκτεί στην ευστάθειά του αλλά και στην μικρή επιφανειακή πίεση (κάτω από 1 k_p/cm²) που ασκεί στο έδαφος, επειδή οι ερπύστριες έχουν μεγαλύτερη επιφάνεια, καθιστώντας έτσι το μηχάνημα ικανό να κινηθεί με μεγαλύτερη δύναμη πρόωσης ακόμα και σε μαλακά εδάφη. Το μειονέκτημά του εκτός από την χαμηλή του ταχύτητα (1 - 4 km/h) είναι ότι δεν ενδείκνυται για μετακίνηση στους δρόμους επειδή προκαλούνται φθορές και στις ερπύστριες και στον δρόμο.

Οι εκσκαφείς χωρίζονται στα εξής μεγέθη ανάλογα με το βάρος τους:

- Mini: μέχρι 6 τόνους
- Μικροί: μέχρι 20 τόνους
- Μεσαίοι: από 20 μέχρι 60 τόνους
- Μεγάλοι: από 60 τόνους και πάνω

Οι mini εκσκαφείς (Σχ.3.3) στοχεύουν τις εργασίες μέσα στην πόλη και στο οδικό δίκτυο, έτσι εξοπλίζονται με ερπύστριες από καουτσούκ.

Οι μικροί είναι κατά κόρον τροχοφόροι, μιας και το μέγεθός τους επιτρέπει την κίνηση στο οδικό δίκτυο και πρέπει να είναι ευκίνητοι.

Οι μεσαίου μεγέθους εκσκαφείς είναι στην πλειοψηφία τους ερπυστριοφόροι, εφόσον είναι αρκετά μεγάλοι σε όγκο και σε βάρος, και στοχεύουν τις εργασίες σε ανοιχτούς χώρους.

Οι μεγάλοι εκσκαφείς αντιπροσωπεύουν αυστηρά βαρέος τύπου εκσκαφείς, που δουλεύουν σε λατομεία και εργοτάξια. Είναι ενισχυμένες κατασκευές και χρησιμοποιούν κατά κανόνα ερπύστριες ώστε να έχουν καλή πρόσφυση και χαμηλή επιφανειακή πίεση.



Σχ.3.1 Τροχοφόρος εκσκαφέας CAT.

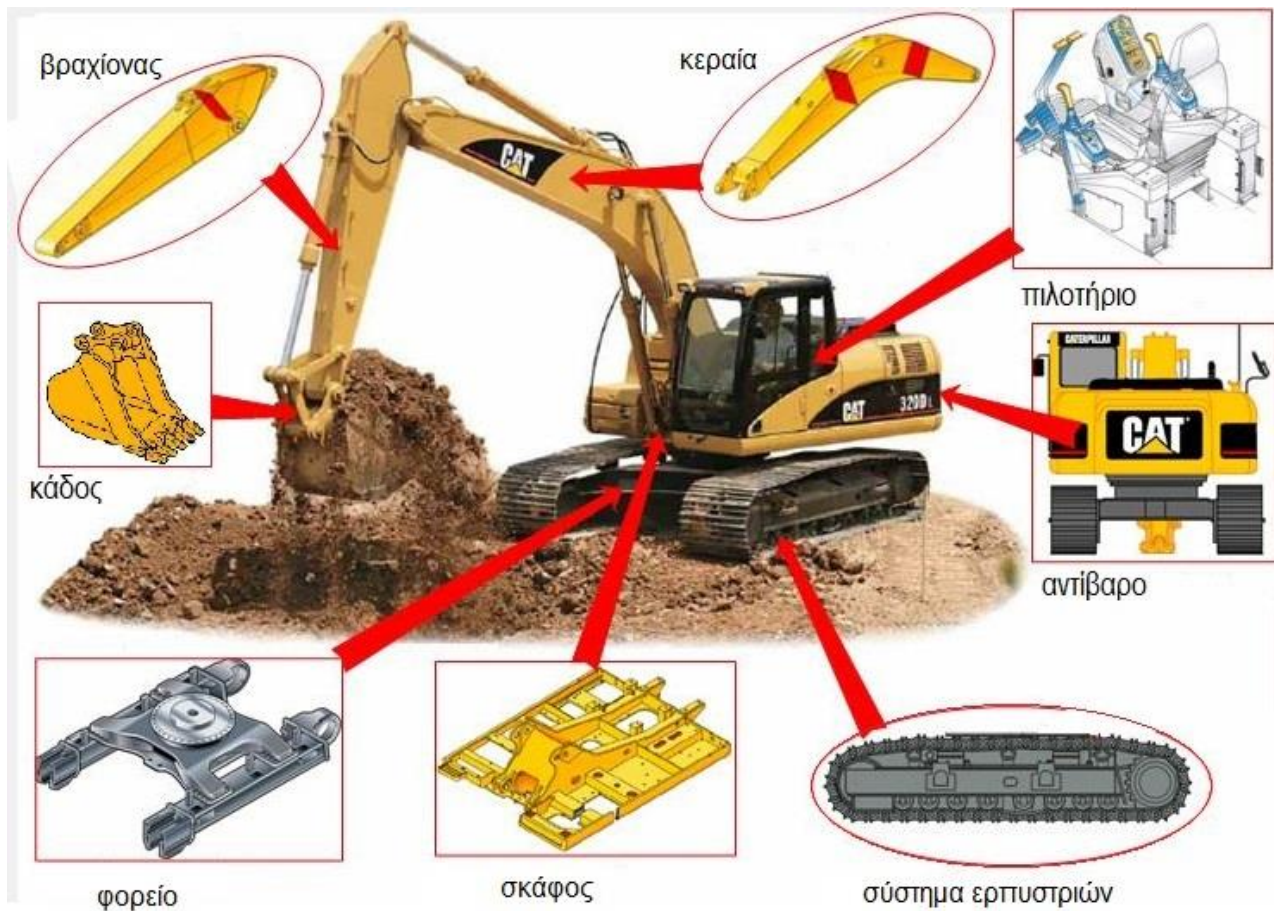


Σχ.3.2 Ερπυστριοφόρος εκσκαφέας Volvo.



Σχ.3.3 Μίνι ερπυστριοφόρος εκσκαφέας Bobcat.

Στο Σχ.3.4 φαίνονται τα μέρη από τα οποία αποτελείται ένας ερπυστριοφόρος εκσκαφέας.



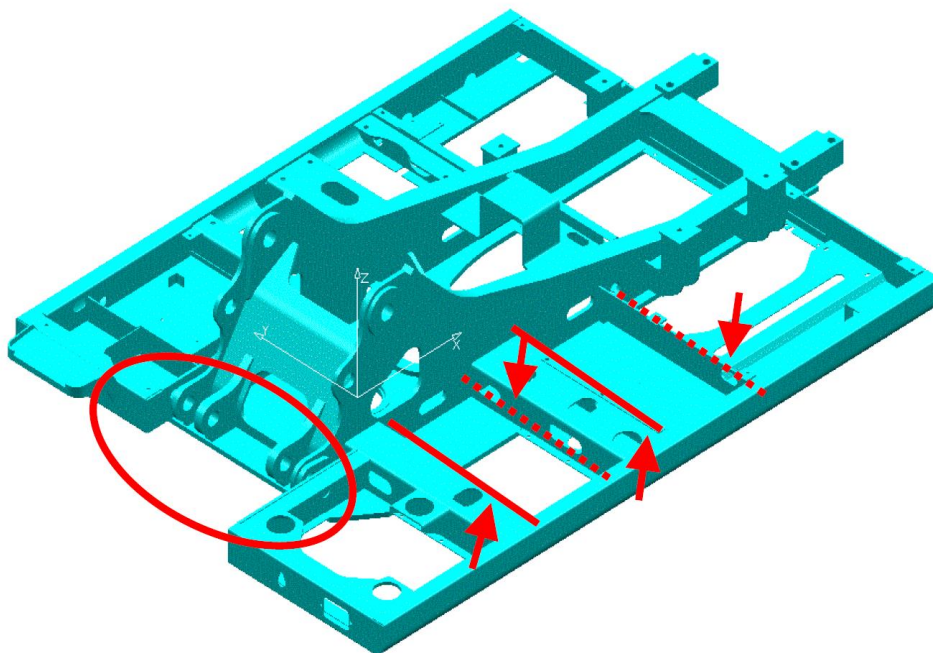
Σχ.3.4 Τμήματα ερπυστριοφόρου εκσκαφέα CAT.

- Σκάφος
- Φορείο
- Σύστημα ερπυστριών
- Αντίβαρο
- Πλοτήριο
- Κεραία
- Βραχίονας
- Κάδος

Ξεκινώντας από κάτω, το φορείο είναι σχεδιασμένο σε σχήμα X για μεγάλη αντοχή στην στρεπτική καταπόνηση. Οι κολλήσεις του όπως και σχεδόν σε όλο το μηχάνημα γίνονται με ρομπότ για καλύτερη ποιότητα και αντοχή, που συνεπάγεται σε αυξημένη διάρκεια ζωής της κατασκευής. Τα κομμάτια του φορείου είναι πρεσσαριστά για μεγαλύτερη αντοχή. Η γεωμετρία του είναι σημαντική για την σταθερότητα του μηχανήματος. Όσο φαρδύτερο και μακρύτερο είναι, τόσο περισσότερο προσφέρει μια σταθερή βάση εργασίας. Βέβαια κάθε μοντέλο δεν εξοπλίζεται μόνο με ένα μέγεθος φορείου. Υπάρχει και η επιλογή λίγο μεγαλύτερου και ενισχυμένου, ώστε να επιλέξει ο χειριστής ανάλογα με την χρήση του μηχανήματος και το βάρος που θα σηκώνει. Ένας εκσκαφέας της CAT που ζυγίζει 33,4 tn εξοπλίζεται με φορείο μήκους 3,61m και πλάτους 2.59m, με την δυνατότητα επιλογής

μακρύτερου φορείου που έχει μήκος 4,04m και αυξάνει το βάρος του μηχανήματος στους 34,8 tn . Πάνω στο φορείο στηρίζεται το σύστημα ερπυστριών.

Ακριβώς από πάνω βρίσκεται το σκάφος του μηχανήματος. Πάνω σε αυτό στηρίζονται όλα τα πάνω μέρη του μηχανήματος όπως η καμπίνα, η κεραία, το αντίβαρο, ο κινητήρας κλπ. Φέρει ενισχυμένες κολλήσεις στα σημεία με την μεγαλύτερη καταπόνηση (Σχ.3.5) όπως οι δοκοί που καταλήγουν από τα πλάγια στο κέντρο αλλά και τα σημεία στήριξης της κεραίας.



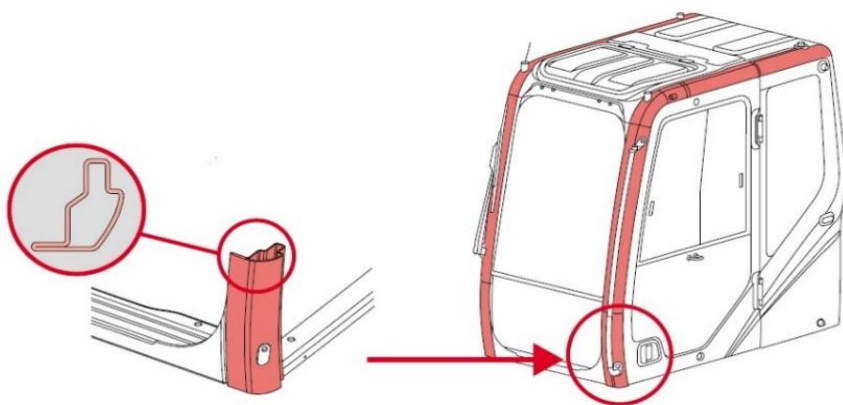
Σχ.3.5 Σημεία ενίσχυσης σκάφους VOLVO.

Στο πίσω μέρος του σκάφους τοποθετείται το αντίβαρο, ανάλογα με το βάρος του μηχανήματος και τις διαστάσεις του. Το αντίβαρο για έναν εκσκαφέα της τάξης των 49tn φτάνει τους 7tn (VOLVO). Ανάλογα με την εταιρία τοποθετείται σε κομμάτια ή μονοκόμματο (Σχ.3.6).



Σχ.3.6 Αντίβαρα σε κομμάτια.

Στο σκάφος τοποθετείται και η καμπίνα. Στην καμπίνα όλα τα χειριστήρια είναι σε πρακτική θέση και υπάρχει κατάλληλος εξαερισμός ώστε να εξασφαλίζεται η κατάλληλη άνεση. Επίσης ο σκελετός της καμπίνας είναι από δοκούς με νευρώσεις (Σχ.3.7), ώστε να παρέχει την κατάλληλη ακαμψία για να προστατεύει τον χειριστή από τυχόν μάζα, χώματα, πέτρες που μπορεί να πέσουν κατά την μεταφορά ή σε περίπτωση κατολίθησης, ή σε πιο ακραίες συνθήκες να προστατευτεί από την ανατροπή του μηχανήματος. Για την πιστοποίηση της προστασίας που προσδίδει η καμπίνα υπάρχουν οι προδιαγραφές FOPS και ROPS. Οι προδιαγραφές FOPS (Falling Objects Protective Structure) αναφέρονται στην προστασία του χειριστή από την πτώση αντικειμένων και οι προδιαγραφές ROPS (Roll Over Protective Structure) στην προστασία του χειριστή από την ανατροπή του οχήματος.



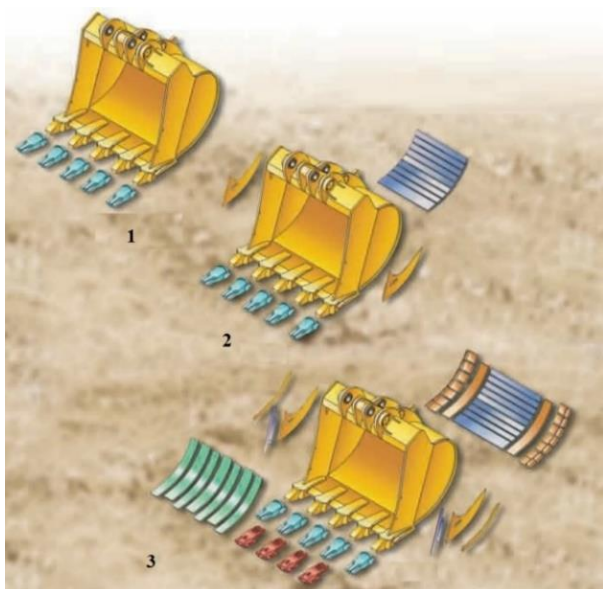
Σχ.3.7 Διαμόρφωση δοκών πιλοτηρίου KOMATSU.

Η κεραία και ο βραχίονας είναι φτιαγμένα και αυτά με σκοπό την υψηλή αντοχή και την μεγάλη διάρκεια ζωής. Η κατασκευαστική τους δομή είναι σαν κουτί το οποίο ενισχύεται με παχιές πλάκες στο εσωτερικό του στα σημεία υψηλής καταπόνησης.

Επίσης και αυτά τα μέρη του μηχανήματος δεν είναι μονοσήμαντα καθορισμένα. Το κάθε μοντέλο διαθέτει εναλλακτικά μεγέθη για την κεραία αλλά πολύ περισσότερο για τον βραχίονα. Το μοντέλο 330C της CAT βγαίνει με δυο επιλογές κεραίας με μήκος 6,5m και 6.18m και τέσσερις επιλογές βραχίονα με μήκος 3,9m, 3,2m, 2,8m και 2,55m.

Ο κάδος ενός εκσκαφέα είναι μια πιο ελεύθερη επιλογή. Για κάθε μικρότερο βραχίονα μπορεί να επιλεγεί και μεγαλύτερος κάδος εφόσον ο βραχίονας μπορεί να αντέξει μεγαλύτερη ροπή. Ένας βραχίονας με μήκος 3,9m μπορεί να συνεργαστεί με έναν κάδο $1,3m^3$, αλλά αν μπει μικρότερος βραχίονας 3,2m, τότε μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένας κάδος με χωρητικότητά $1,4m^3$. Ο κάδος ανάλογα με την χωρητικότητά του μπορεί να φέρει και επιπλέον ενισχύσεις επαρκείς για το έδαφος που θα δουλέψει. Οι ενισχύσεις όπως φαίνονται και στο Σχ.3.8 είναι:

1. Στην βασική εκδοχή είναι η ενίσχυση των δοντιών, ώστε ο κάδος να είναι κατάλληλος για σχετικά μαλακά – ώριμα εδάφη.
2. Στο επόμενο στάδιο ενίσχυσης μαζί με τα δόντια μπαίνουν επιπλέον κομμάτια στα πλάγια και στο πίσω μέρος του κάδου, που τον κάνουν κατάλληλο για πιο σκληρά χώματα, πηλό, αμμώδη εδάφη και μικρά πετρώματα.



Σχ.3.8 Ενισχύσεις κάδου Liebherr.

- 1) Βασική ενίσχυση
- 2) Επιπλέον ενίσχυση
- 3) Βαρέος τύπου ενίσχυση

3. Στην ενίσχυση βαρέος τύπου μπαίνουν προσθήκες επιπλέον στα δόντια, στις πλαϊνές και πίσω ενισχύσεις αλλά και στο εσωτερικό του κάδου. Ο στόχος του κάδου σε αυτό το στάδιο είναι η σκληρή χρήση σε λατομεία και σκληρά πετρώματα όπως βράχοι, χαλαζία, λάβα κλπ.

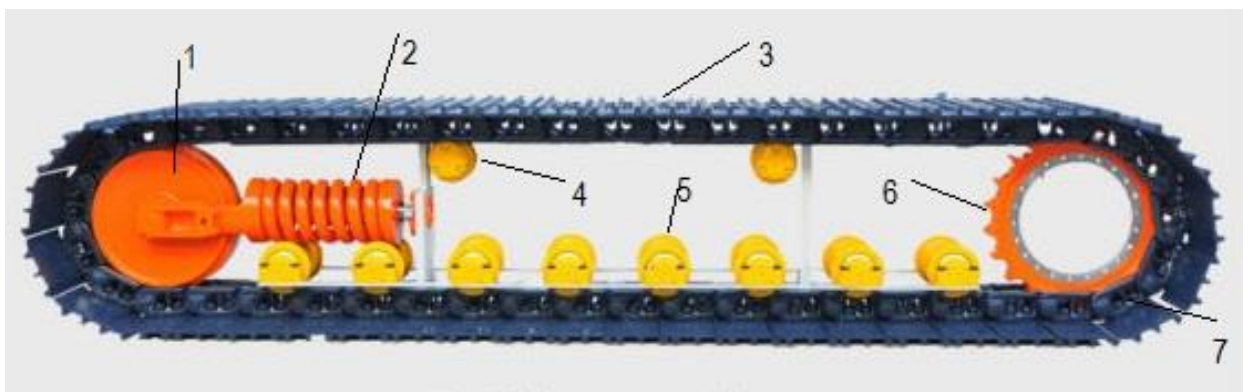
3.2 Σύστημα ερπυστριών

Στο φορείο του μηχανήματος εδράζεται το σύνολο των εξαρτημάτων που αποτελούν το σύστημα των ερπυστριών (Σχ.3.9).



Σχ.3.9 Φορείο μαζί με ερπύστριες.

Στο Σχ.3.10 απεικονίζονται τα μέρη τα οποία αποτελούν το σύστημα των ερπυστριών.

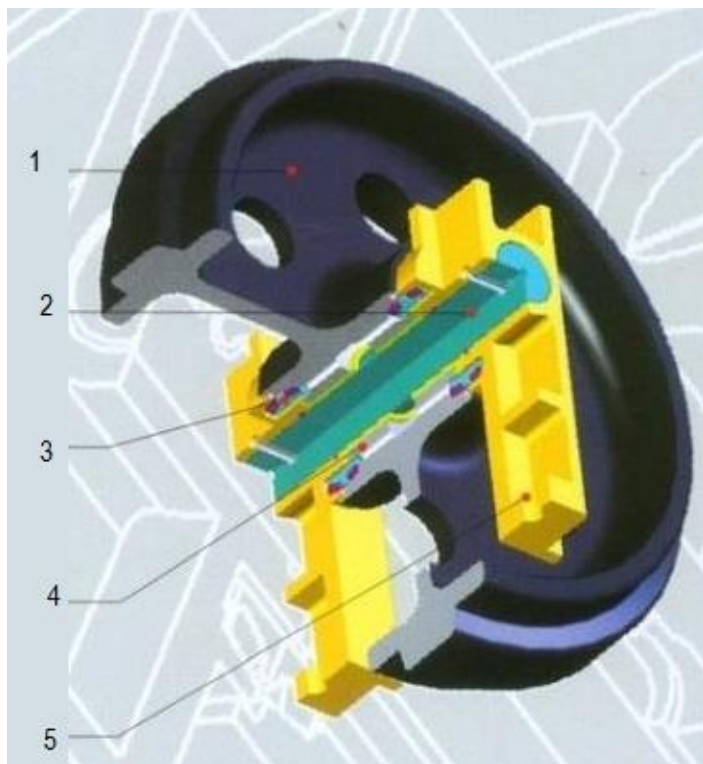


Σχ.3.10 Μέρη ερπύστριας.

- 1) Τροχός τάνυσης
- 2) Μηχανισμός τάνυσης της ερπύστριας
- 3) Πέδιλα
- 4) Τροχοί στήριξης

- 5) Τροχοί κύλισης
- 6) Κινητήριος οδοντωτός τροχός
- 7) Ερπύστρια (αποτελούμενη από τα πέδιλα)

Ο τροχός τάνυσης είναι συμπαγής και μετατοπίζεται ως προς το φορείο κατά την κίνηση της ερπύστριας. Στην περιφέρειά του φέρει κατάλληλη διαμόρφωση ώστε να φωλιάζει η ερπύστρια. Εδράζεται πάνω στον μηχανισμό τάνυσης της ερπύστριας και συγκεκριμένα στο μεταλλικό δίχαλο του μηχανισμού, μέσω ενός άξονα (Σχ.3.11).

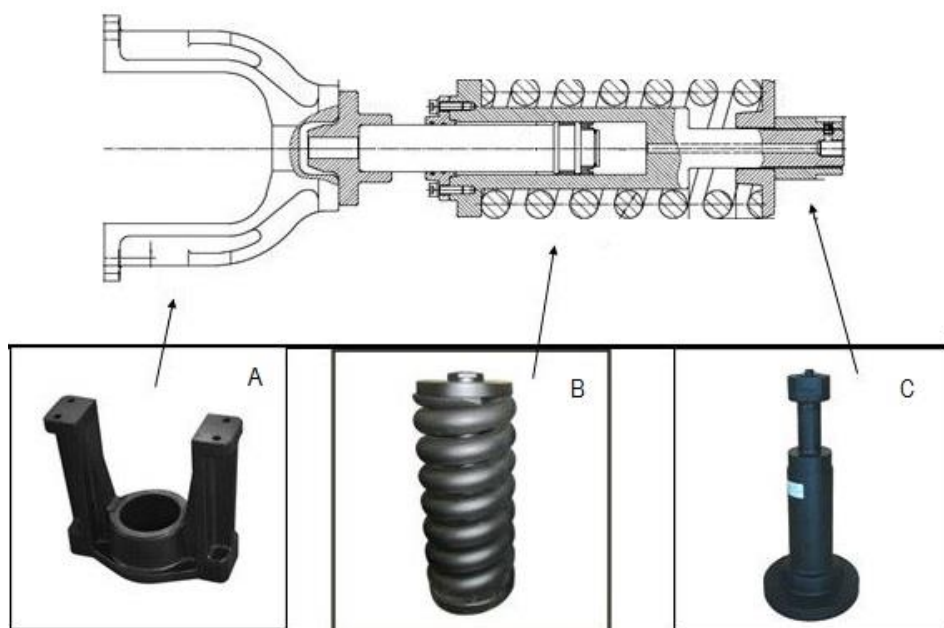


Σχ.3.11 Τροχός τάνυσης.

- 1) Τροχός
- 2) Άξονας
- 3) Πλήμνη
- 4) Διμεταλλικό έδρανο
- 5) Μεταλλικό δίχαλο

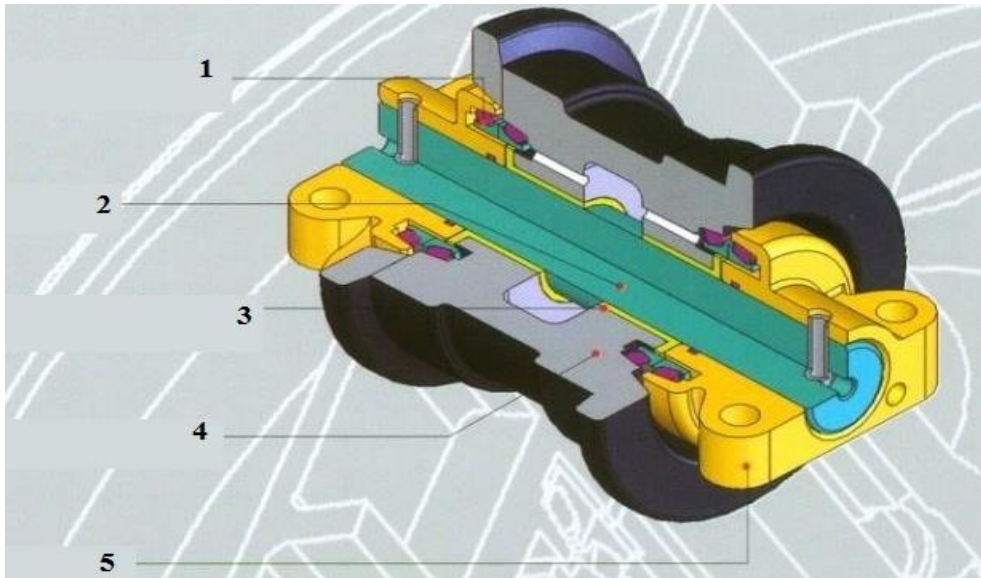
Ο μηχανισμός τάνυσης χρησιμεύει στο να κρατά σταθερή την τάση της ερπύστριας, αφήνοντας παράλληλα και έναν βαθμό ελευθερίας ώστε να μπορεί να ακολουθεί τις ανωμαλίες του εδάφους. Σε ανομοιόμορφο έδαφος οι πέτρες και οι ανωμαλίες πιέζουν την ερπύστρια μέσα στα κενά από τους τροχούς κύλισης. Αν ήταν πλήρως τεντωμένη, θα υπήρχε αυξημένη τάση στα σημεία αυτά προκαλώντας αυξημένη καταπόνηση. Σε αυτή την κατάσταση ο μηχανισμός τάνυσης εισχωρεί στο φορείο χαλαρώνοντας μέχρι ένα σημείο την ερπύστρια, ώστε να ακολουθήσει την ανωμαλία του εδάφους προστατεύοντας την ερπύστρια αλλά και διατηρώντας επαρκή πρόσφυση. Η ανοχή της ερπύστριας είναι 10mm-20mm. Το μέγεθος αυτό αντιπροσωπεύει την βύθιση της ερπύστριας προς το εσωτερικό της, δηλαδή την διείσδυση του εδάφους ως προς την αρχική της θέση.

Στο Σχ.3.12 φαίνονται τα μέρη από τα οποία αποτελείται ο μηχανισμός τάνυσης. Στο δίχαλο είναι τοποθετημένος ο τροχός τάνυσης. Το δίχαλο είναι τοποθετημένο στην άκρη του εμβόλου το οποίο είναι πακτωμένο στο φορείο του μηχανήματος. Το έμβολο παρέχει την κατάλληλη τάνυση στην ερπύστρια, χρησιμοποιώντας γράσο στο εσωτερικό του. Η τάση της ερπύστριας είναι ανάλογη της ποσότητας του γράσου. Ομόκεντρα με το έμβολο τοποθετείται και το ελατήριο, το οποίο λειτουργεί σαν αποσβεστήρας ταλαντώσεων.



Σχ.3.12 Μηχανισμός τάνυσης ερπυστριών.
A) Δίχαλο, B) ελατήριο, C) κύλινδρος.

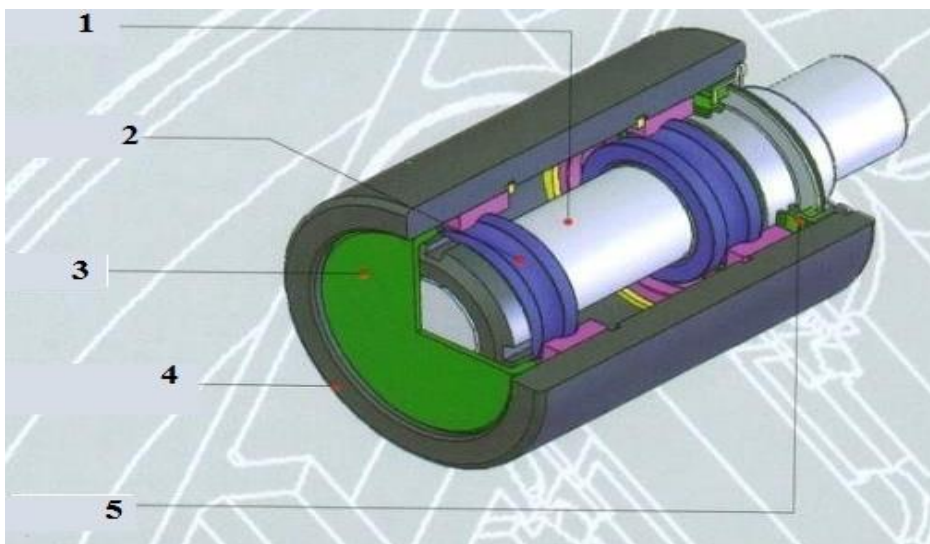
Οι τροχοί κύλισης (Σχ.3.13) εδράζονται επί αξόνων στερεωμένων με κοχλίες πάνω στο φορείο και βοηθάνε τα πέδιλα να έχουν καλύτερη επαφή με το έδαφος, μοιράζοντας το βάρος του μηχανήματος σε περισσότερα σημεία πάνω στην ερπύστρια. Είναι μικρότεροι σε μέγεθος από τον τροχό τάνυσης και έχουν περιφερειακή διαμόρφωση ώστε να μην εκτοπίζεται η ερπύστρια. Ο κύλινδρος του τροχού στηρίζεται πάνω στις βάσεις μέσω ενός άξονα.



Σχ.3.13 Τροχός κύλισης.

1: Δακτύλιος στεγανοποίησης, 2: άξονας, 3: διμεταλλικό έδρανο, 4: κύλινδρος τροχού, 5: βάση.

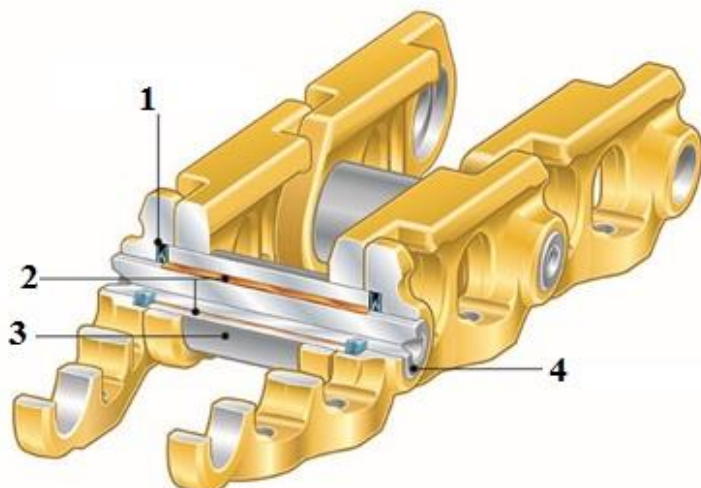
Οι τροχοί στήριξης (Σχ.3.14) είναι παρόμοιοι με τους κύλισης αλλά λιγότερο στιβαροί, μιας και δεν δέχονται όλο το φορτίο του μηχανήματος. Είναι κύλινδροι οι οποίοι εδράζονται μέσω εδράνων σε έναν σταθερό άξονα. Είναι τοποθετημένοι στο πάνω μέρος του φορείου και συνήθως πιο ψηλά από τον τροχό τάνυσης και τον κινητήριο τροχό ώστε να υπάρχει χώρος για να αποβάλλονται περιττά υπολείμματα που προσκολλώνται από το έδαφος κατά την κίνηση του μηχανήματος. Βοηθάνε και αυτοί στην ευθυγράμμιση της αλυσίδας με την διαμόρφωση που έχουν στην περιφέρειά τους.



Σχ.3.14 Τροχός στήριξης.

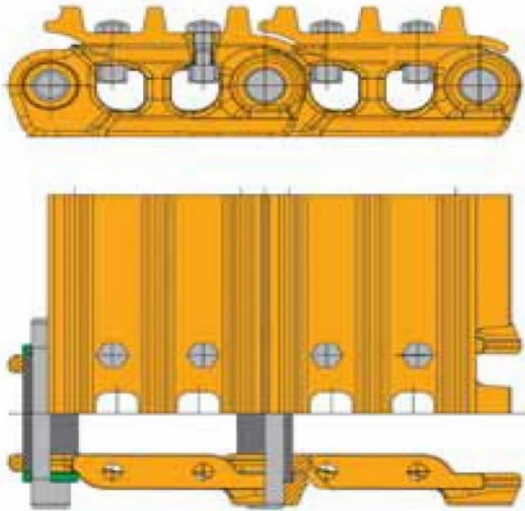
1: άξονας, 2: ρουλεμάν, 3: καπάκι, 4: κέλυφος τροχού, 5: δακτύλιος στεγανοποίησης.

Ο κινητήριος τροχός είναι τοποθετημένος στο κέλυφος του υδραυλικού κινητήρα πορείας μέσω κοχλιών. Έτσι με την περιστροφή του τα δόντια του εισχωρούν ανάμεσα στους πίρους της ερπύστριας περιστρέφοντάς την. Όπως φαίνεται στο Σχ.3.15, η ερπύστρια αποτελείται από πέδιλα που έχουν σφηνωτά έδρανα μέσα από τα οποία περνάνε πίροι. Ανάμεσα στο έδρανο και τον πίρο υπάρχει γράσο που είναι εγκλωβισμένο με δακτυλίους ώστε να μην εισέρχονται υγρασίες, χώματα κλπ. Έτσι αυξάνεται η διάρκεια ζωής και μειώνεται ο θόρυβος της ερπύστριας. Τα πέδιλα έχουν στην μια όψη τους οπές ώστε να βιδώνονται πάνω τους με κοχλίες τα αφαιρούμενα πέλματα.



Σχ.3.15 Σύνδεση πεδίων ερπύστριας.
1:Στεγανωτικός δακτύλιος, 2:γράσο, 3:έδρανο, 4:πίρος.

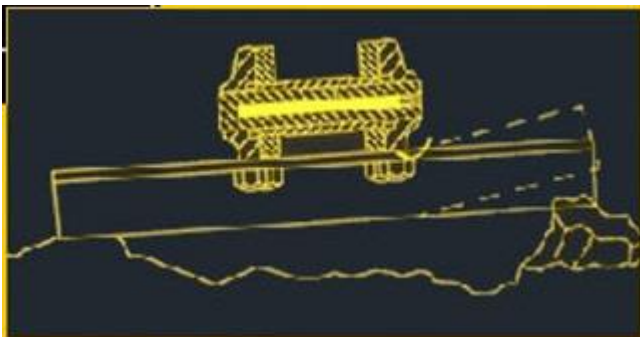
Τα πέλματα της ερπύστριας στερεώνονται με κοχλίες στα πέδιλα (Σχ.3.16) και επιλέγονται ανάλογα το έδαφος που θα εργαστεί ο εκσκαφέας. Αρχικά επιλέγεται το μέγεθος και πιο συγκεκριμένα το φάρδος (Σχ.3.17) που θα έχουν τα πέδιλα. Θα πρέπει να είναι αρκετά φαρδιά ώστε να έχουν την κατάλληλη επιφανειακή πίεση, αλλά αν είναι υπερβολικό το πλάτος τους τότε θα υπάρχει μεγαλύτερη αντίσταση στην κίνηση του εκσκαφέα με αυξημένες φθορές στα μέρη της αλυσίδας αλλά και σε όλους τους μηχανισμούς της ερπύστριας. Επίσης με το ακατάλληλο πλάτος αυξάνεται η πιθανότητα να μην εισχωρούν ανάμεσα στις ανωμαλίες του εδάφους (Σχ.3.18) χάνοντας έτσι την επαφή με αυτό αλλά αυξάνοντας και την καταπόνηση των πεδίων.



Σχ.3.16 Στερέωση των πελμάτων επί των πεδύλων με κοχλίες.

		EC480DL*			
Κεραία	m	7			
Βραχίονας	m	3.35			
Κάδος	kg	2 028			
Αντίβαρο	kg	8 450			
		Πλάτος πεδύλων	Βάρος οχήματος	Πίεση εδάφους	Συνολικό πλάτος
		mm	kg	kPa	mm
Πέλμα τριών ονύχων		600	47 300	82.4	3 340
		700	47 800	71.7	3 440
		800	48 300	62.9	3 540
		900	48 900	57.2	3 640

Σχ.3.17 Χαρακτηριστικά εκσκαφέα VOLVO EC480DL.

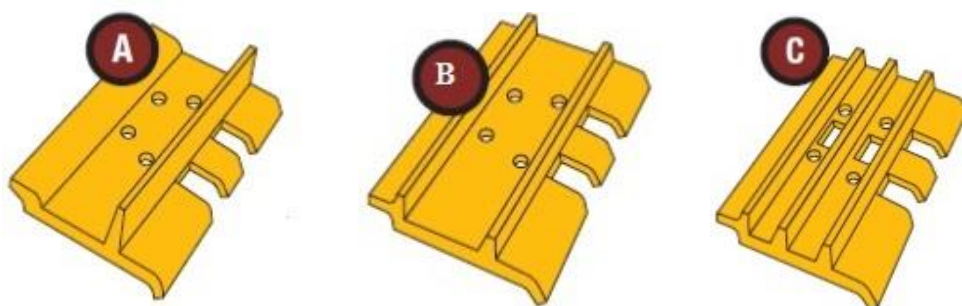


Σχ.3.18 Παραμόρφωση πεδύλου από ακατάλληλο πλάτος.

Εκτός από το μέγεθος, θα πρέπει να επιλεγθεί και ο κατάλληλος τύπος πέλματος, δηλαδή πόσους όνυχες θα έχει. Το κριτήριο της επιλογής κι εδώ είναι η ποιότητα του εδάφους. Όσο πιο σκληρό είναι τόσο περισσότερους και μικρούς όνυχες φέρει το πέλμα. Ένα ακατάλληλο πέλμα εκτός ότι θα υποστεί παραμόρφωση, εφόσον δεν θα εισχωρήσει επαρκώς στο έδαφος, θα προκαλεί και αυξημένη αντίσταση στην κύλιση της ερπύστριας.

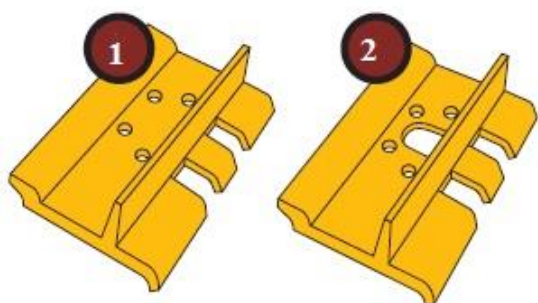
Τα πέδιλα χωρίζονται σε τρεις βασικές κατηγορίες (Σχ.3.19):

- A. Μονού όνυχα
- B. Διπλού όνυχα
- C. Τριπλού όνυχα



Σχ.3.19 Πέδιλα μονού (A), διπλού (B) και τριπλού (C) όνυχα.

Τα πέδιλα, εκτός από τον αριθμό των ονύχων που διαθέτουν, μπορεί να έχουν και κάποια ειδικά χαρακτηριστικά, όπως να έχουν οπή στο κέντρο τους (Σχ. 3.20), ώστε να διώχνουν διάφορα μπάζα, χώματα, λάσπες και οτιδήποτε άλλο συγκεντρώνεται στο εσωτερικό της ερπύστριας και του πέλματος.



Σχ.3.20 Πέδιλα χωρίς οπή (1), και με οπή (2).

Επίσης υπάρχει η δυνατότητα προσθηκών από καουτσούκ (Σχ.3.21) σε πέδιλα με όνυχες, ώστε να μπορούν να κινηθούν σε οδόστρωμα, είτε στεγνό είτε βρεγμένο, χωρίς να προκαλούν φθορές.

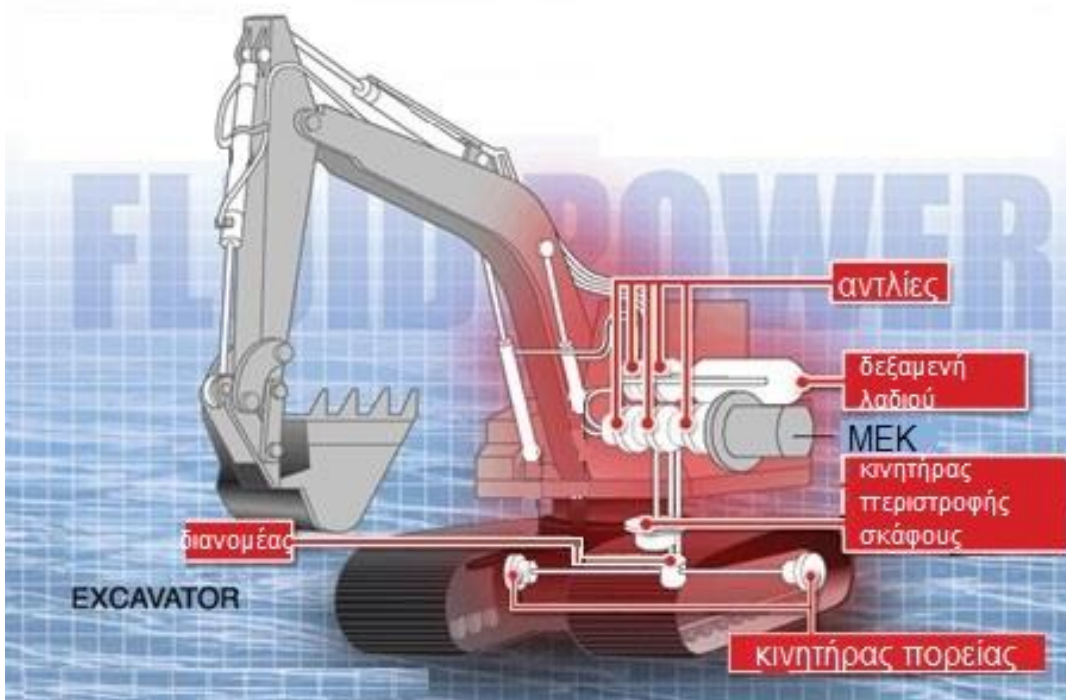


Σχ.3.21 Προσθήκες πέδινων.

4. ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΡΩΣΗΣ ΟΧΗΜΑΤΟΣ

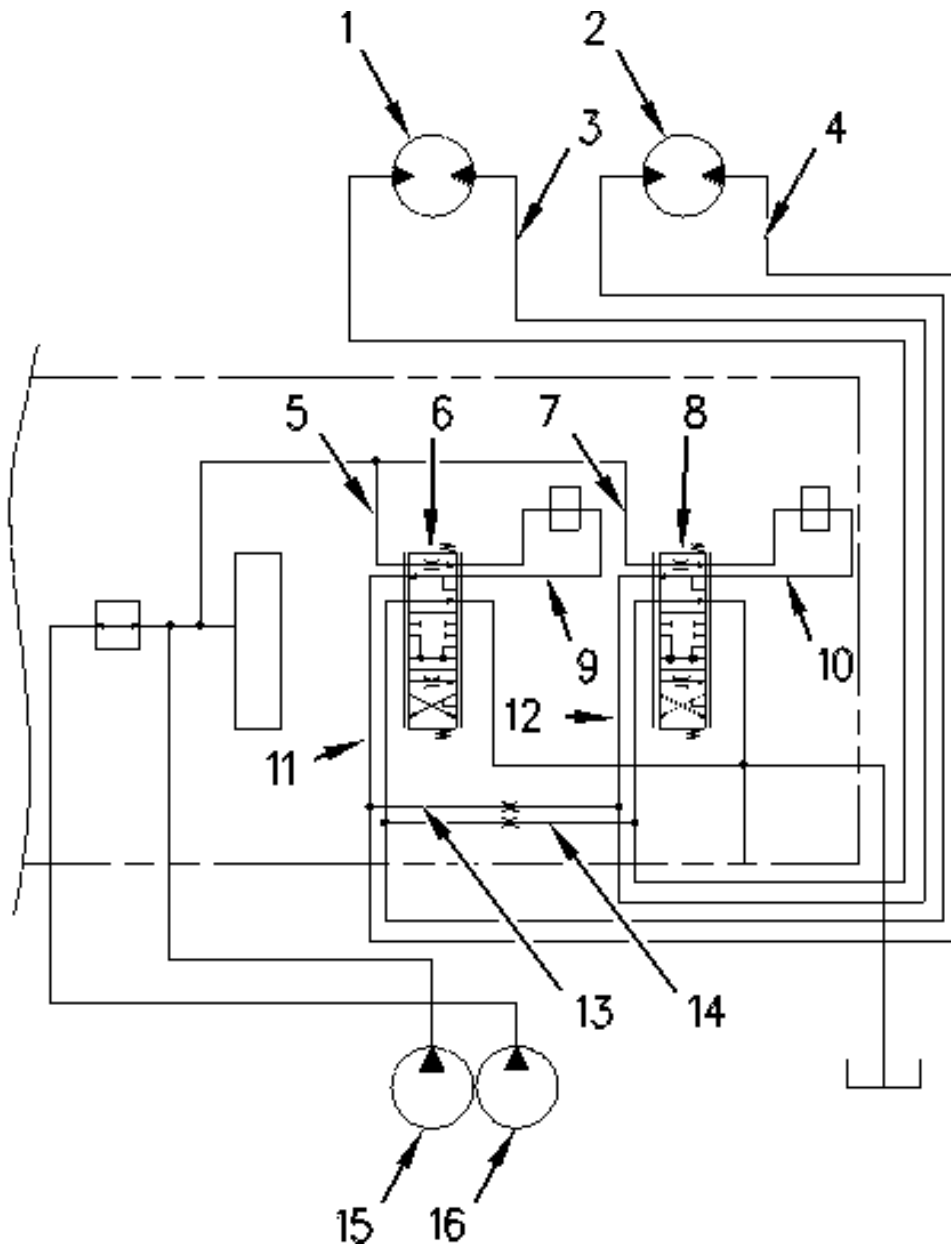
4.1 Γενική διάταξη, υδραυλικό σύστημα και τρόπος λειτουργίας

Οι ερπύστριες παίρνουν κίνηση από τους κινητήριους οδοντωτούς τροχούς, οι οποίοι είναι στερεωμένοι με κοχλίες στο κέλυφος των υδραυλικών κινητήρων πορείας. Καθώς ο χειριστής μετακινεί τα χειριστήρια για την πορεία, η κύρια βαλβίδα ελέγχου αφήνει το λάδι που έρχεται από τις αντλίες να περάσει μέσω του υδραυλικού κυκλώματος στο φορείο όπου βρίσκονται οι κινητήρες. Στην πορεία αυτή μεσολαβεί και ένας διανομέας (Swivel), που βρίσκεται στο κέντρο περιστροφής του μηχανήματος, ανάμεσα στο σκάφος και το φορείο. Ο διανομέας είναι ένας κυλινδρικός ρότορας που μπορεί να διοχετεύει λάδι στους αγωγούς λαδιού στο φορείο ανεξάρτητα από την περιστροφή του σκάφους. Στο Σχ.4.1 φαίνεται η δομή του υδραυλικού κυκλώματος του συστήματος πρόωσης.



Σχ.4.1 Υδραυλικό σύστημα πρόωσης.

Στο Σχ.4.2 έχουμε το σχέδιο του υδραυλικού κυκλώματος πρόωσης, το οποίο βρίσκεται σε λειτουργία ευθείας πορείας, δηλαδή οι υδραυλικοί κινητήρες πορείας έχουν την ίδια ταχύτητα περιστροφής. Συνήθως ο εκσκαφέας διαθέτει δυο αντλίες, οι οποίες τροφοδοτούν η καθεμιά τον αντίστοιχο υδραυλικό κινητήρα αλλά στο παρακάτω κύκλωμα η παροχή των αντλιών συνδυάζεται πρώτα και μετά διανέμεται στους υδραυλικούς κινητήρες πορείας.



Σχ.4.2 Κύκλωμα ευθείας πορείας CAT.

- | | |
|--|--|
| 1) Δεξιός κινητήρας πορείας | 9) Αγωγός παροχής από τις αντλίες |
| 2) Αριστερός κινητήρας πορείας | 10) Αγωγός παροχής από τις αντλίες |
| 3) Γραμμή ροής στον δεξιό κινητήρα | 11) Αγωγός ροής στον αριστερό κινητήρα |
| 4) Γραμμή ροής στον αριστερό κινητήρα | 12) Αγωγός ροής στον δεξιό κινητήρα |
| 5) Αγωγός παροχής από τις αντλίες | 13) Αγωγός εξισορρόπησης πίεσης |
| 6) Βαλβίδα ελέγχου αριστερού κινητήρα | 14) Αγωγός εξισορρόπησης πίεσης |
| 7) Αγωγός παροχής από τις αντλίες | 15) Πρώτη αντλία |
| 8) Βαλβίδα ελέγχου του δεξιού κινητήρα | 16) Δεύτερη αντλία |

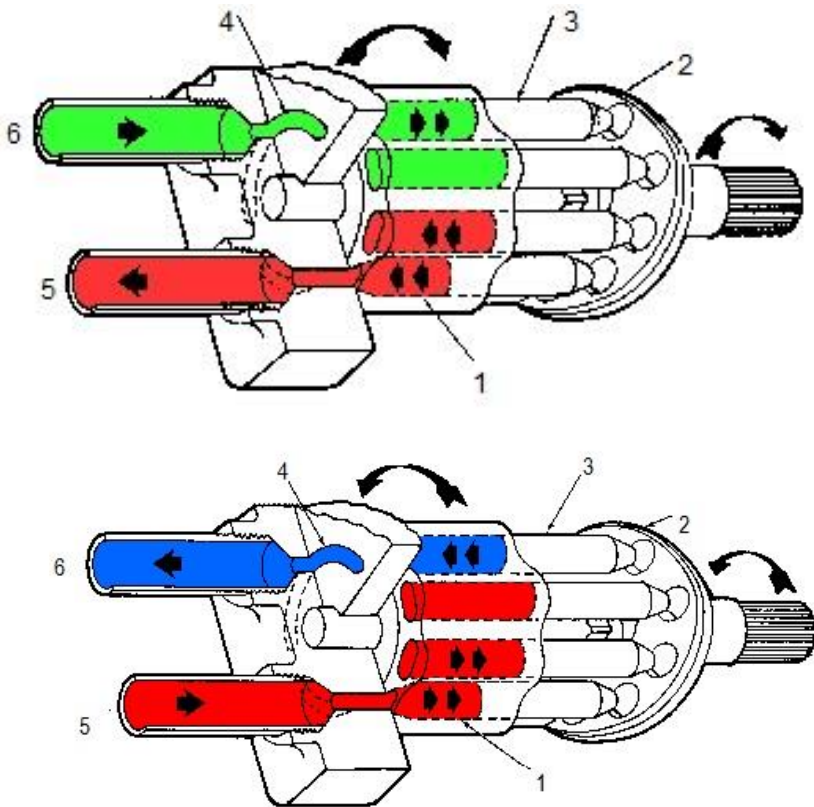
Ένα ζευγάρι αντλιών τροφοδοτεί με λάδι το σύστημα. Έτσι στην ευθεία πορεία του μηχανήματος το λάδι που στέλνουν οι αντλίες 15 και 16 χωρίζεται σε δυο διαδρομές. Στην μια ρέει από τον αγωγό 5 στη βαλβίδα ελέγχου του αριστερού κινητήρα 6, και από εκεί στον αριστερό κινητήρα πορείας 2 μέσω των αγωγών 9 και 11 και της γραμμής 4. Στην άλλη διαδρομή μέσω του αγωγού 7

φτάνει στην βαλβίδα ελέγχου του δεξιού κινητήρα 8, και από εκεί καταλήγει στον δεξιό κινητήρα 1 μέσω των αγωγών 10, 12 και της γραμμής 3. Συνεχίζοντας οι αγωγοί 11 και 12 έχουν ίση πίεση λαδιού εξαιτίας του αγωγού 13 που τους ενώνει, ώστε οι κινητήρες να μην έχουν διαφορά ταχύτητας και να παρεκκλίνει το μηχάνημα από την ευθεία πορεία του.

Στην πορεία όπισθεν οι πιέσεις των δυο κινητήρων εξισορροπούνται από των αγωγό 14, ο οποίος ενώνει τις γραμμές της πορείας όπισθεν. Οι αγωγοί 13 και 14 στο εσωτερικό τους φέρουν μία στένωση. Έτσι η ροή του λαδιού από τον αγωγό 11 στον αγωγό 12 είναι πολύ μικρή, αλλά είναι αρκετή ώστε να εξισορροπεί τις πιέσεις και να μην παρεκκλίνει το όχημα από την ευθεία πορεία. Αν συνεχίζει να μεγαλώνει η διαφορά πιέσεων των αγωγών 11 και 12, επειδή η στένωση του αγωγών 13 και 14 είναι μεγάλη, δεν μπορούν να εξισορροπηθούν, με αποτέλεσμα οι υδραυλικοί κινητήρες να κινούνται με διαφορετική ταχύτητα και το όχημα να στρίβει.

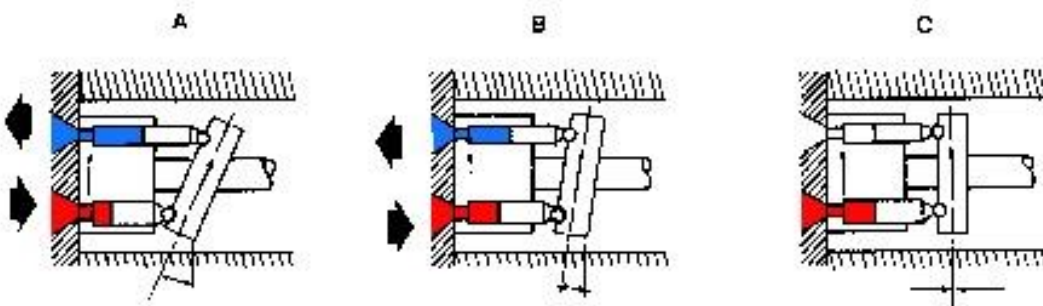
4.2 Υδραυλικές αντλίες και υδραυλικοί κινητήρες

Οι υδραυλικοί κινητήρες του εκσκαφέα είναι με αξονικά έμβολα και έχουν την ίδια αρχή λειτουργίας με τις αντλίες με αξονικά έμβολα αλλά με αντίστροφη λειτουργία, όπως φαίνεται και στο Σχ.4.3. Έτσι ένας υδραυλικός κινητήρας, αντί να διοχετεύει το λάδι με πίεση, παίρνει κίνηση από την πίεσή του. Ένας υδραυλικός κινητήρας μπορεί να είναι σταθερής ή μεταβλητής παροχής, ανάλογα με το μοντέλο. Αυτό γίνεται αλλάζοντας την γωνία της πλάκας των εμβόλων με αποτέλεσμα να αλλάζει και ο όγκος που εκτοπίζει το έμβολο ανά περιστροφή. Η πίεση του λαδιού που ασκείται στην εισαγωγή επάνω στα έμβολα τα αναγκάζει να κινηθούν προς τα έξω. Έτσι ανάλογα την κλίση της πλάκας δημιουργείται μια ροπή η οποία την περιστρέφει. Στους περισσότερους κινητήρες μπορεί να αντιστραφεί η κίνησή τους με την αντιστροφή της ροής του λαδιού, δηλαδή η εξαγωγή να γίνει εισαγωγή και η εισαγωγή εξαγωγή.



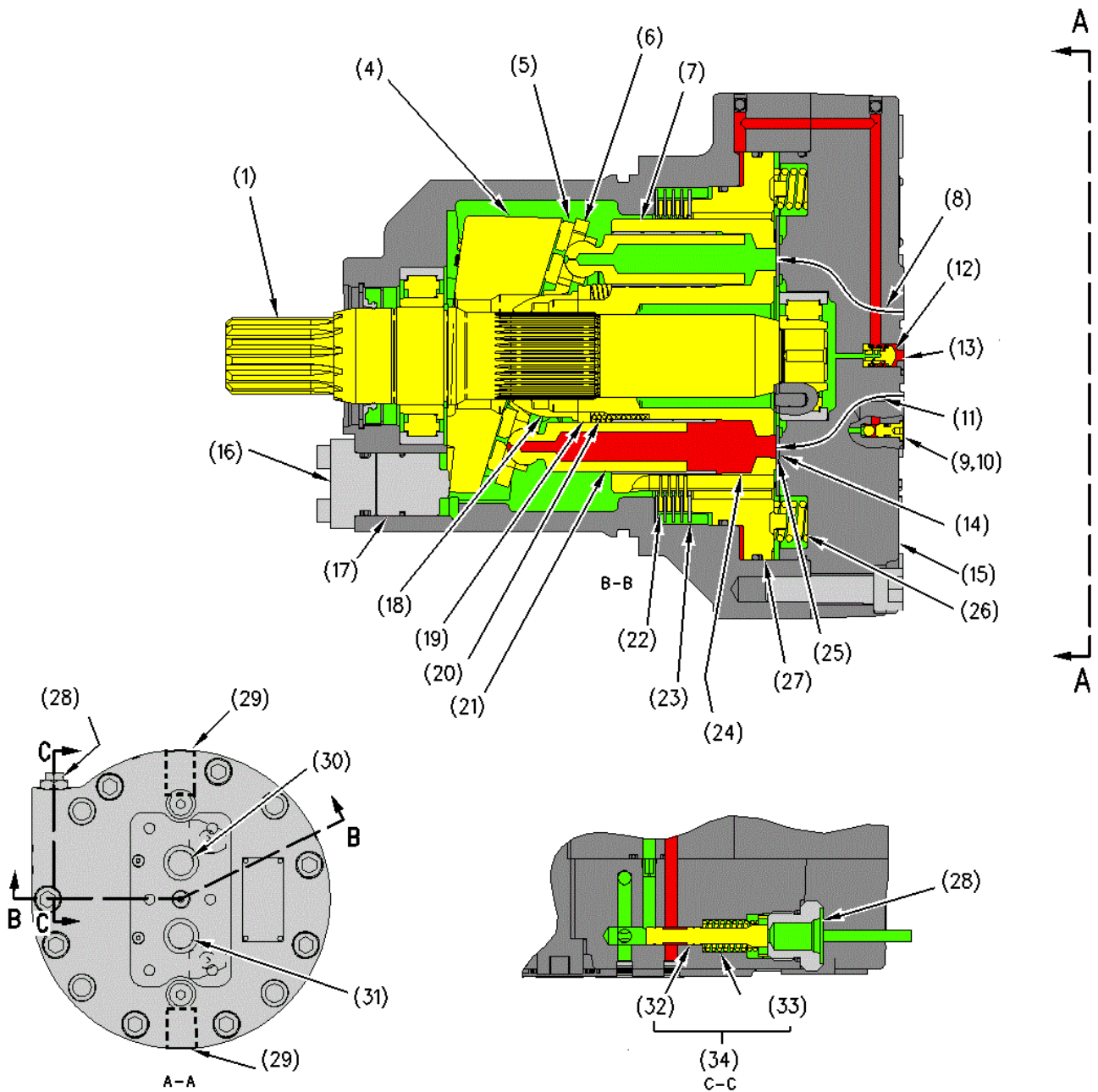
Σχ.4.3 Αντλία (πάνω), υδραυλικός κινητήρας (κάτω).
 1: Μπλοκ, 2: πλάκα, 3: έμβολο, 4: πλάκα παροχής, 5: εισαγωγή, 6: εξαγωγή.

Στο Σχ.4.4 απεικονίζονται οι κινήσεις της πλάκας. Όταν η πλάκα του κινητήρα έχει μέγιστη κλίση, δηλαδή ο εκτοπιζόμενος ανά περιστροφή του κινητήρα όγκος είναι μέγιστος, τα έμβολα έχουν το μεγαλύτερο μήκος κίνησης με αποτέλεσμα να έχουμε την υψηλότερη ροπή του κινητήρα με την μικρότερη ταχύτητα περιστροφής. Όσο μικραίνει ο όγκος μειώνεται και το μήκος κίνησης των εμβόλων, αυξάνοντας έτσι την ταχύτητα περιστροφής του κινητήρα για σταθερή παροχή της αντλίας. Για σταθερή υδραυλική ισχύ, αυτό έχει σαν συνέπεια τη μείωση της ροπής του υδραυλικού κινητήρα.



Σχ.4.4 Κινήσεις πλάκας.
 Α: Μέγιστη κλίση (μέγιστος όγκος), Β: μειωμένη κλίση (μερικός όγκος), C: μηδενική κλίση (μηδενικός όγκος).

Στο Σχ.4.5 φαίνεται ένας υδραυλικός κινητήρας CAT σε τομή, ενώ στο Σχ.4.6 φαίνονται οι υποδοχές του.



Σχ.4.5 Υδραυλικός κινητήρας CAT σε τομές.

- | | | |
|----------------------|---------------------------|---------------------------|
| 1) Κινητήριος άξονας | 14) Πλάκα παροχής | 25) Αγωγός |
| 4) Πλάκα | 15) Κέλυφος κινητήρα | 26) Ελατήριο φρένου |
| 5) Πέδιλο | 16) Τάπα | 27) Έμβολο φρένου |
| 6) Ασφάλεια | 17) Κύλινδρος | 28) Υποδοχή χειριστηρίου |
| 7) Κέλυφος εμβόλων | 18) Οδηγός | 29) Υποδοχή επιστροφής |
| 8) Αγωγός | 19) Αποστάτης | 30) Υποδοχή |
| 9) Βαλβίδα ελέγχου | 20) Ελατήριο | 31) Υποδοχή |
| 10) Βαλβίδα ελέγχου | 21) Έμβολο | 32) Πηνίο |
| 11) Αγωγός | 22) Δίσκοι τριβής | 33) Ελατήριο |
| 12) Βαλβίδα φρένου | 23) Δίσκοι στεγανοποίησης | 34) Βαλβίδα αλλαγής όγκου |
| 13) Υποδοχή | 24) Αγωγός | |

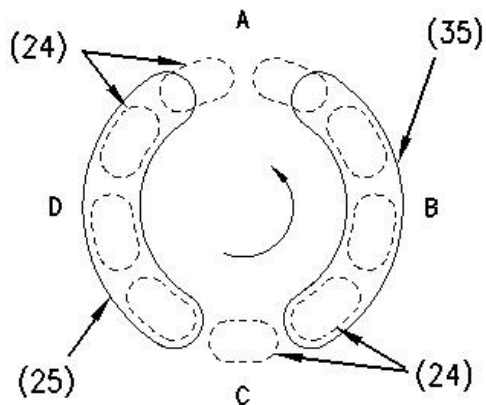
Ο υδραυλικός κινητήρας μπορεί να χωριστεί σε τρία σύνολα:

- Το περιστρεφόμενο τμήμα, που αποτελείται από τα ακόλουθα εξαρτήματα: κινητήριο άξονα 1, πέδιλα 5, ασφάλειες 6, κέλυφος 7, οδηγό 18, αποστάτες 19, ελατήρια 20, και έμβολα 21.
- Το σύστημα του φρένου, που αποτελείται από τα ακόλουθα εξαρτήματα: βαλβίδα φρένου 12, δίσκους τριβής 22, δίσκους στεγανοποίησης 23, ελατήριο φρένου 26, και έμβολο φρένου 27.
- Τη βαλβίδα αλλαγής όγκου, που αποτελείται από: βαλβίδα ελέγχου 9, βαλβίδα ελέγχου 10, έμβολο 17, βαλβίδα αλλαγής όγκου 34.

Το λάδι που έρχεται από την αντλία του εκσκαφέα εισέρχεται στην υποδοχή 30 και εξέρχεται από την υποδοχή 31. Η κατεύθυνση της ροής του λαδιού μπορεί να αντιστραφεί ώστε να έχουμε αντίθετη περιστροφή του κινητήρα. Αυτό αντιστρέφει τους ρόλους των υποδοχών 30 και 31. Το περιττό λάδι επιστρέφει στη δεξαμενή από την υποδοχή 29 που υπάρχει στο κέλυφος 15. Για να κινηθεί προς τα εμπρός ο αριστερός κινητήρας του μηχανήματος θα πρέπει να εισέλθει το λάδι από την υποδοχή 30.

Από την υποδοχή 30 το λάδι ρέει μέσω του αγωγού 11 εντός του κελύφους 15, και μέσω του αγωγού 25 φτάνει στην πλάκα παροχής 14. Ύστερα από τον αγωγό 24 εισέρχεται στο μπλοκ 7 και μέσα στο έμβολο 21 για να το ωθήσει προς τα έξω. Το έμβολο φωλιάζει στο πέδιλο 5 το οποίο ολισθαίνει στην επιφάνεια της πλάκας 4 από το υψηλό στο χαμηλό σημείο της. Έτσι περιστρέφεται το πέδιλο 5 και το έμβολο 21 μαζί με το μπλοκ 7. Επιπλέον λάδι συνεχίζει να εισέρχεται μέσω του αγωγού 25 από την πλάκα παροχής 14 στα έμβολα μέχρι την έξοδό του από τον αγωγό 35. Τότε το λάδι εξέρχεται από το έμβολο 21 μέσω του αγωγού 8 στην υποδοχή 31. Με αυτή την ροή του λαδιού έχουμε την αριστερόστροφη κίνηση του μπλοκ 7.

Ο κινητήριος άξονας 1 εδράζεται στο μπλοκ 7 και όταν η φορά περιστροφής είναι αριστερόστροφη τότε έχουμε κίνηση προς τα εμπρός για τον αριστερό υδραυλικό κινητήρα. Στην οπίσθια κίνηση θα πρέπει η φορά του λαδιού να γίνει αντίθετα και ο αριστερός κινητήρας του μηχανήματος να κινηθεί δεξιόστροφα. Οι δυο κινητήρες μεταξύ τους είναι αντικριστά με αποτέλεσμα για να κινηθεί ο εκσκαφέας προς μια κατεύθυνση θα πρέπει να έχουν αντίθετη φορά μεταξύ τους. Άρα για να κινηθεί προς τα εμπρός θα πρέπει ο αριστερός κινητήρας να κινηθεί αριστερόστροφα και ο δεξιός δεξιόστροφα.

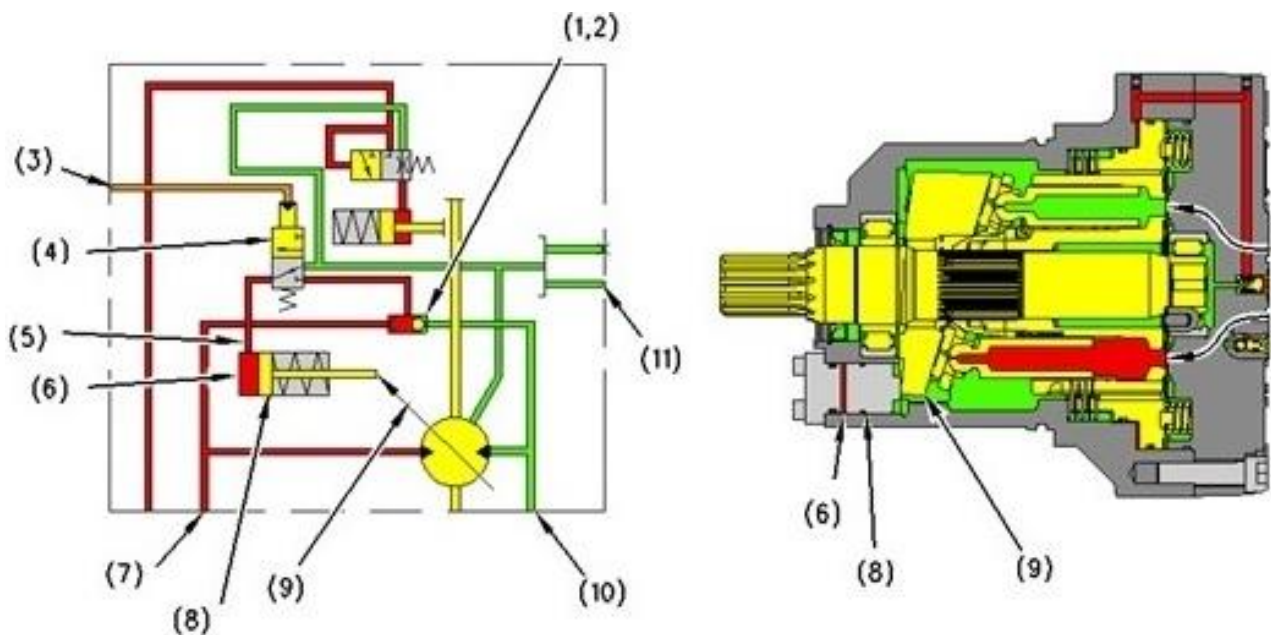


Σχ.4.6 Υποδοχές κινητήρα.

A: πάνω κέντρο, B: πλαϊνή έξοδος (χαμηλή πίεση), C: κάτω κέντρο, D: πλαϊνή εισαγωγή (υψηλή πίεση), 24: αγωγός (μπλοκ), 25: αγωγός (πλάκας παροχής), 35: αγωγός (πλάκας παροχής).

4.3 Μηχανισμός ρύθμισης ειδικής παροχής

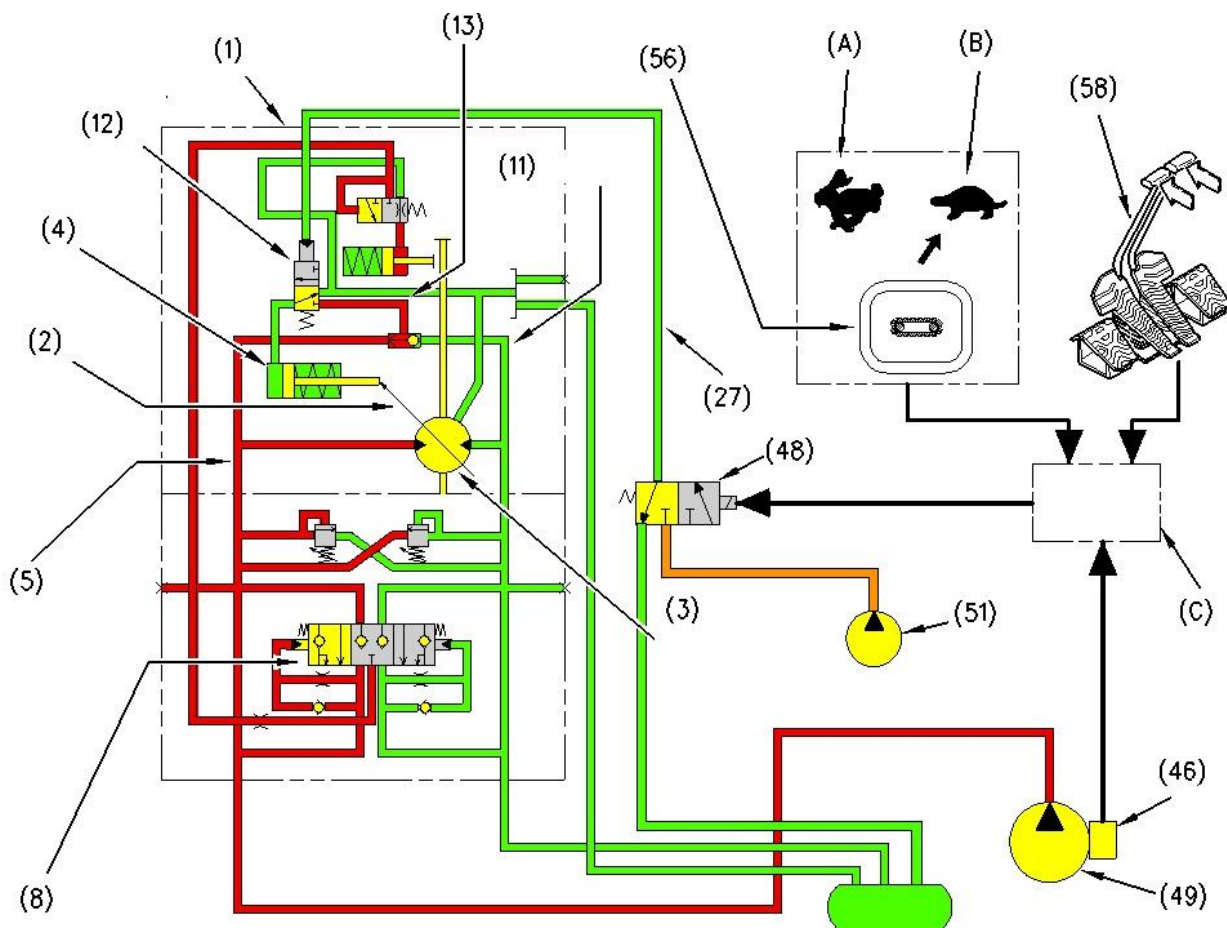
Στο Σχ.4.7 έχουμε μια απεικόνιση ενός μέρους του κυκλώματος ρύθμισης της ειδικής παροχής του κινητήρα μαζί με την τομή του.



Σχ.4.7 Μηχανισμός ρύθμισης ειδικής παροχής υδραυλικού κινητήρα CAT.

- | | |
|--------------------------|--|
| 1) Βαλβίδα ελέγχου | 7) Υποδοχή (πλήρωσης ή επιστροφής λαδιού) |
| 2) Βαλβίδα ελέγχου | 8) Έμβολο |
| 3) Υποδοχή χειριστηρίου | 9) Πλάκα |
| 4) Βαλβίδα αλλαγής όγκου | 10) Υποδοχή (πλήρωσης ή επιστροφής λαδιού) |
| 5) Αγωγός | 11) Υποδοχή υπερχειλίσης |
| 6) Θάλαμος εμβόλου | |

Η λειτουργία των υδραυλικών κινητήρων πορείας μπορεί να ρυθμίζεται και από το πιλοτήριο. Στο Σχ.4.8 φαίνεται το υδραυλικό κύκλωμα ρύθμισης όγκου, μαζί με την ηλεκτρονική διαχείριση. Όταν δεν υπάρχει ανάγκη βαριάς εργασίας για τον εκσκαφέα, μπορεί να επιλεγεί η γρήγορη ταχύτητα ώστε με την ίδια παροχή των αντλιών να αυξηθεί η ταχύτητα πορείας. Σε περίπτωση που ο εκσκαφέας βρει αντίσταση στην πορεία του λόγω απότομης ανηφόρας ή μεταφοράς φορτίου, τότε αυτόματα επανέρχεται η λειτουργία χαμηλής ταχύτητας. Παρακάτω περιγράφεται η λειτουργία του συστήματος.



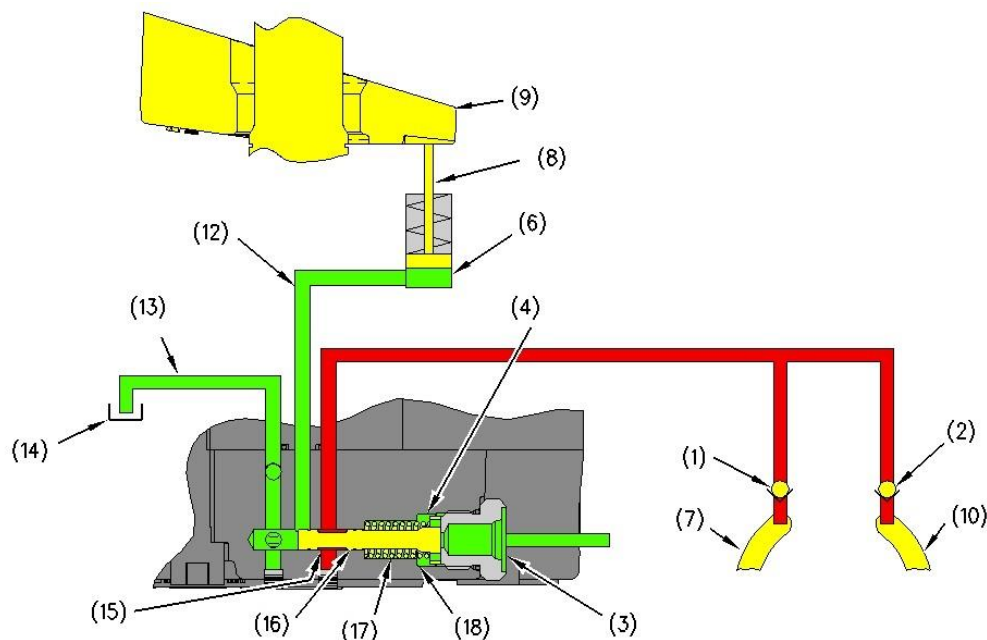
Σχ.4.8 Υδραυλικό κύκλωμα ρύθμισης ειδικής παροχής CAT (επιλογή χαμηλής ταχύτητας).

- | | |
|--------------------------------|---|
| 1) Αριστερός κινητήρας πορείας | 46) Αισθητήρας πίεσης (αντλίας) |
| 2) Πλάκα | 48) Σωληνοειδής βαλβίδα ταχύτητας πορείας |
| 3) Περιτροφικό σύνολο κινητήρα | 49) Αντλία |
| 4) Έμβολο ελέγχου πλάκας | 51) Αντλία πιλοτηρίου |
| 5) Αγωγός (πλήρωση λαδιού) | 56) Διακόπτης ρύθμισης ταχύτητας |
| 8) Βαλβίδα εξισορρόπησης | 58) Πεντάλ αριστερού κινητήρα πορείας |
| 11) Αγωγός (επιστροφής λαδιού) | A) Ένδειξη υψηλής ταχύτητας |
| 12) Βαλβίδα αλλαγής όγκου | B) Ένδειξη χαμηλής ταχύτητας |
| 13) Αγωγός | C) Ρυθμιστής κινητήρα και αντλίας |
| 27) Γραμμή πιλοτηρίου | |

Όταν ο χειριστής επιλέξει την ρύθμιση για χαμηλή ταχύτητα πορείας, στέλνει ένα ηλεκτρικό σήμα στον ρυθμιστή κινητήρα και αντλίας C. Έτσι αυτός δεν ενεργοποιεί την σωληνοειδή βαλβίδα ταχύτητας 48 και η πίεση του λαδιού δεν περνάει μέσω της γραμμής του πιλοτηρίου 27 στην βαλβίδα αλλαγής όγκου 12, άρα το πηνίο της δεν μετατοπίζεται. Σαν αποτέλεσμα η πλάκα 2 είναι στην θέση του μεγαλύτερου όγκου.

Στην λειτουργία χαμηλής ταχύτητας (Σχ.4.9) το πηνίο 16 πιέζεται προς τα δεξιά με την δύναμη του ελατηρίου 17 μέχρι να τερματίσει. Το λάδι από την υποδοχή 10 του κινητήρα πορείας είναι μπλοκαρισμένο από τον αγωγό 12. Το λάδι πιέζεται από τον θάλαμο του εμβόλου 6 μέσω του αγωγού 12 και επιστρέφει στην δεξαμενή του λαδιού 14 μέσω του αγωγού 13.

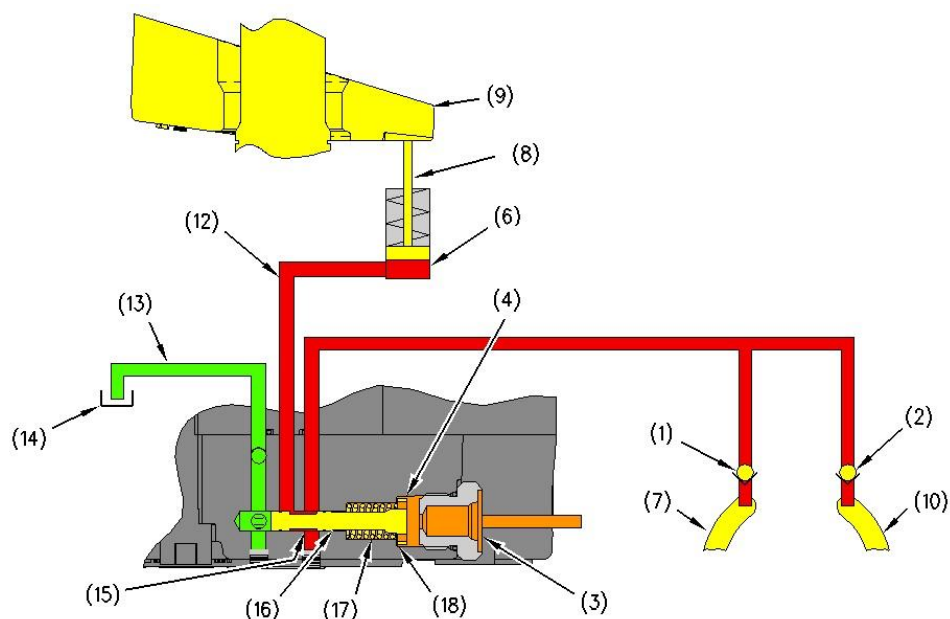
Όταν επιλεγθεί η ρύθμιση για υψηλή ταχύτητα πορείας τότε ο ρυθμιστής κινητήρα και αντλίας C (Σχ.4.8) δέχεται ξανά ένα ηλεκτρικό σήμα. Επιπλέον, παρακολουθώντας τον αισθητήρα πίεσης της αντλίας 46, όταν πέσει η πίεση της παροχής κάτω από το καθορισμένο επίπεδο και το φορτίο της πορείας είναι μικρό, δίνει εντολή και ενεργοποιείται η σωληνοειδής βαλβίδα ταχύτητας 48. Έτσι το λάδι ρέει μέσω της γραμμής του πιλοτηρίου 27 στην βαλβίδα αλλαγής όγκου 12.



Σχ.4.9 Βαλβίδα αλλαγής ειδικής παροχής CAT (θέση μέγιστου όγκου).

- | | |
|---|--|
| 1) Βαλβίδα ελέγχου | 10) Υποδοχή (πλήρωση ή επιστροφή λαδιού) |
| 2) Βαλβίδα ελέγχου | 12) Αγωγός |
| 3) Υποδοχή πιλοτηρίου | 13) Αγωγός (επιστροφής) |
| 4) Βαλβίδα αλλαγής όγκου | 14) Δεξαμενή λαδιού |
| 6) Θάλαμος εμβόλου | 15) Θάλαμος πηνίου |
| 7) Υποδοχή (πλήρωση ή επιστροφή λαδιού) | 16) Πηνίο (κίτρινο στέλεχος) |
| 8) Έμβολο | 17) Ελατήριο |
| 9) Πλάκα | 18) κέλυφος |

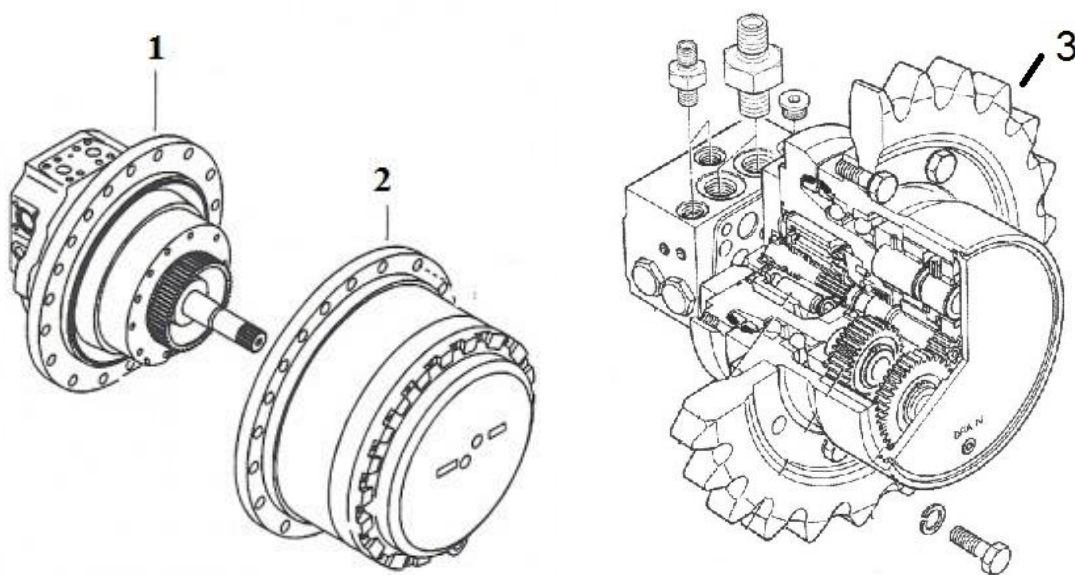
Στην λειτουργία της υψηλής ταχύτητας (Σχ.4.10) το πηνίο 16 πιέζεται προς τα αριστερά αντίθετα προς το ελατήριο 17 μέχρι να έρθει σε επαφή με το κέλυφος 18. Στη θέση αυτή το λάδι της αντλίας ρέει από την υποδοχή 10 του κινητήρα πορείας μέσω της βαλβίδας ελέγχου 2 και μέσω του θαλάμου του πηνίου 15 και του αγωγού 12 φτάνει στον θάλαμο του εμβόλου 6. Εκεί το λάδι πιέζει το έμβολο 8 προς την πλάκα 9. Έτσι η γωνία της πλάκας 9 μικραίνει και μειώνεται ο όγκος του κινητήρα πορείας. Σε περίπτωση που αυξηθεί η πίεση στην αντλία λόγω φορτίου πάνω από το καθορισμένο επίπεδο, ο ρυθμιστής κινητήρα και αντλίας C απενεργοποιεί την σωληνοειδή βαλβίδα ταχύτητας 48 και οι υδραυλικοί κινητήρες πορείας επιστρέφουν στην λειτουργία χαμηλής ταχύτητας.



Σχ.4.10 Βαλβίδα αλλαγής ειδικής παροχής CAT (θέση ελάχιστου όγκου).

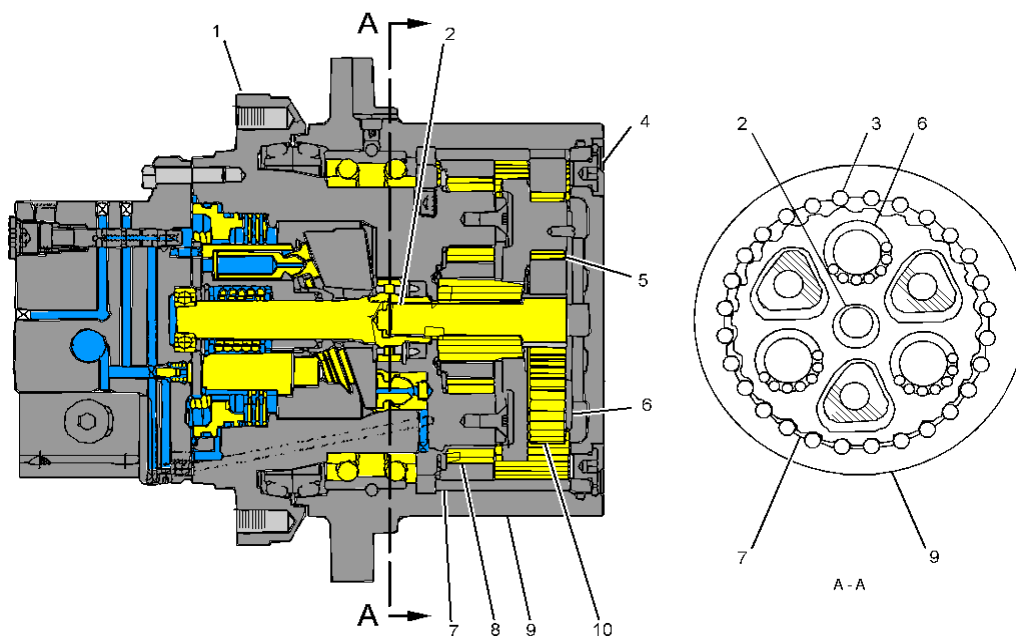
4.4 Τελική σχέση μετάδοσης

Μετά τον υδραυλικό κινητήρα πορείας υπάρχει ο μειωτήρας, ώστε να μειώνει την ταχύτητα για την απόκτηση της απαραίτητης ροπής. Ο μειωτήρας έχει δυο στάδια μείωσης σε μικρά μηχανήματα και συνήθως τρία στάδια σε μεγαλύτερα. Ανάλογα με τον κατασκευαστή μπορεί όλα τα στάδια να αποτελούνται από πλανητικό σύστημα ή να συνδυάζονται με έκκεντρο σύστημα οδοντώσεων. Στο Σχ.4.11 απεικονίζεται αριστερά ο μειωτήρας αποσυνδεδεμένος από τον υδραυλικό κινητήρα και δεξιά ένας υδραυλικός κινητήρας μαζί με τον μειωτήρα του και τον κινητήριο οδοντωτό τροχό σε τομή.



Σχ.4.11 Υδραυλικός κινητήρας με μειωτήρα (αριστερά) ,σε τομή (δεξιά).
1: Υδραυλικός κινητήρας, 2:μειωτήρας, 3: κινητήριοι οδοντωτός τροχός.

Στο Σχ.4.12 έχουμε έναν υδραυλικό κινητήρα μαζί με τον μειωτήρα του σε τομή. Ο μειωτήρας που περιγράφεται είναι από mini εκσκαφέα της CAT και χρησιμοποιεί δυο στάδια μείωσης, το ένα με πλανητικό σύστημα (Σχ.4.13) και το άλλο με έκκεντρους οδοντωτούς τροχούς (Σχ.4.14).

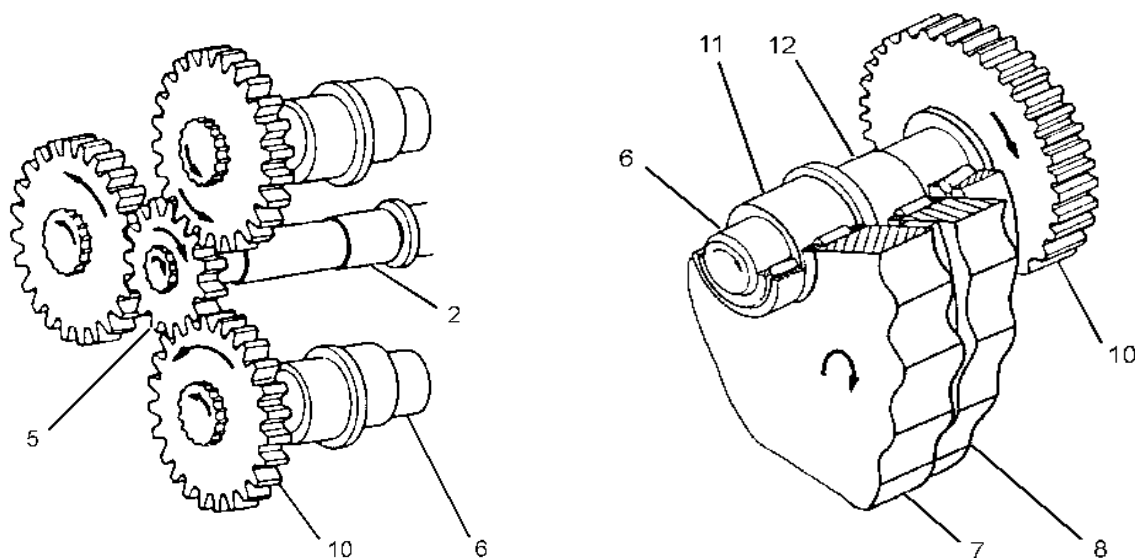


Σχ.4.12 Τελική σχέση μετάδοσης mini εκσκαφέα CAT.

- | | |
|---------------------------------|-------------------------------|
| 1) Υδραυλικός κινητήρας πορείας | 6) Άξονας |
| 2) Κινητήριος άξονας | 7) Γρανάζι |
| 3) Πίροι | 8) Γρανάζι |
| 4) Κάλυμμα | 9) Στεφάνη |
| 5) Ήλιος (πρώτου σταδίου) | 10) Πλανήτες (πρώτου σταδίου) |

Υπάρχουν και μειωτήρες μόνο με πλανητικά συστήματα στα στάδιά τους. Σε μεσαίους και μεγάλους εκσκαφείς συναντάμε και τρίτο στάδιο μείωσης ώστε να υπάρχει ακόμα μεγαλύτερη ροπή πρόωσης.

Η τελική σχέση μετάδοσης μειώνει την ταχύτητα του κινητήρα πορείας 1. Ο κινητήριος άξονας 2 είναι συνδεδεμένος με τον ήλιο πρώτου σταδίου 5 και όταν περιστρέφεται αριστερόστροφα η τελική σχέση μετάδοσης λειτουργεί με τον ακόλουθο τρόπο:

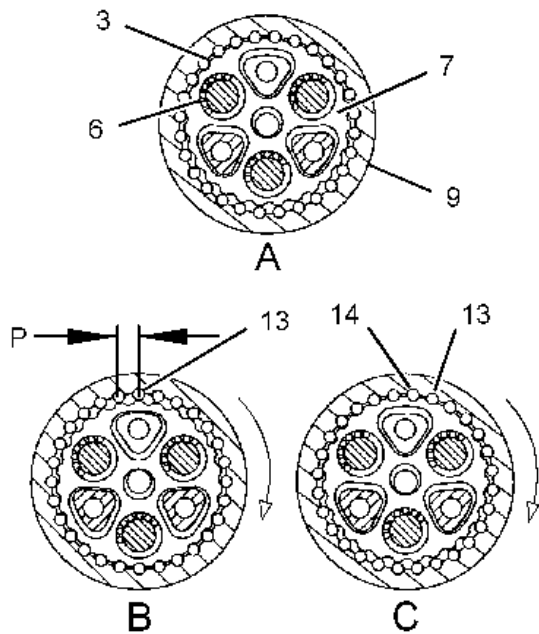


Σχ.4.13 Πρώτο στάδιο μείωσης (αριστερά), κίνηση των οδοντωτών τροχών 7 και 8 (δεξιά).

- | | |
|---------------------------|-------------------------------|
| 2) Άξονας | 8) Οδοντωτός τροχός |
| 5) Ήλιος (πρώτου σταδίου) | 10) Πλανήτες (πρώτου σταδίου) |
| 6) Άξονας | 11) Έκκεντρο τμήμα |
| 7) Οδοντωτός τροχός | 12) Έκκεντρο τμήμα |

Στο πρώτο στάδιο του μειωτήρα οι τρεις πλανήτες 10 είναι σε εμπλοκή με τον ήλιο 5. Κάθε πλανήτης συνδέεται σταθερά με τον άξονά του 6. Όταν ο ήλιος 5 περιστρέφεται αριστερόστροφα, οι πλανήτες 10 και οι άξονες 6 περιστρέφονται αντίθετα.

Στο δεύτερο στάδιο μείωσης το έκκεντρο 11 και 12 του άξονα 6 κινούν αντίστοιχα τους οδοντωτούς τροχούς 7 και 8.



Σχ.4.14 Δεύτερο στάδιο μείωσης (μείωση ταχύτητας και έκκεντρες κινήσεις).
 Α) Θέση οδοντωτού τροχού 7 στην αρχή της δεξιόστροφης περιστροφής
 Β) Θέση οδοντωτού τροχού 7 μετά από μισή στροφή των αξόνων
 Γ) Θέση οδοντωτού τροχού 7 μετά από πλήρη στροφή των αξόνων
 Ρ) Βήμα των πίων
 3) Πίροι
 6) Άξονας
 7) Οδοντωτός τροχός
 9) Οδοντωτό κέλυφος
 13) Πίρος (υψηλότερος πίρος στην αρχή της περιστροφής)
 14) Πίρος (επόμενος από τον ψηλότερο πίρο)

Η στεφάνη 9 φέρει τους πύρους 3 που έρχονται σε επαφή με τα δόντια του οδοντωτού τροχού 7 και 8 μεταδίδοντας την κίνηση στο κέλυφος. Όταν ο άξονας 6 περιστρέφεται δεξιόστροφα μεταδίδει την κίνηση στο γρανάζι 7 το οποίο κινείται έκκεντρα. Στην αρχή της δεξιόστροφης κίνησης του άξονα 6 με εκκεντρότητα στην κορυφή, το γρανάζι 7 τοποθετείται στην θέση Α. Σε αυτή τη θέση οι πύροι 13 βρίσκονται στο υψηλότερο σημείο εφαρμόζοντας στα δόντια του γραναζιού 7. Όταν ο άξονας 6 περιστραφεί 180° δεξιόστροφα, το γρανάζι 7 γυρνάει στην θέση Β.

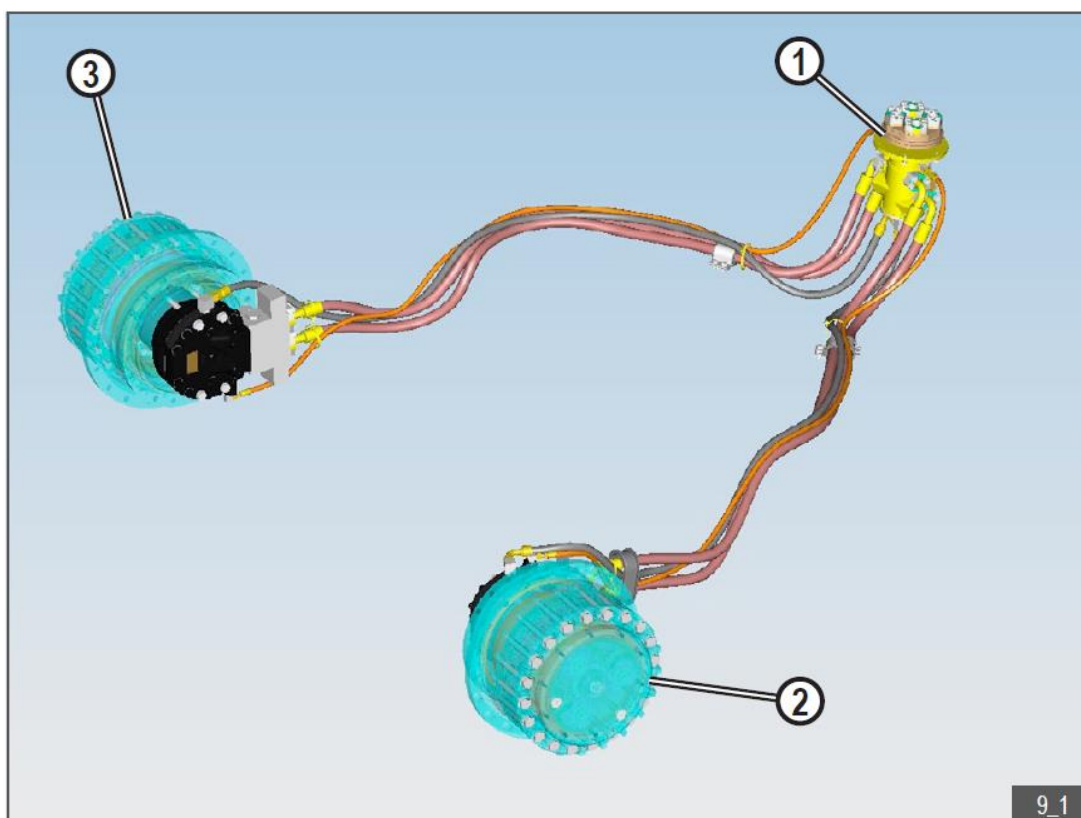
Σε αυτή τη θέση οι πύροι 13 τοποθετούνται στο χαμηλότερο σημείο εφαρμόζοντας ανάμεσα στα δόντια του γραναζιού 7 λόγω της εκκεντρότητας στο κάτω μέρος. Οι πύροι τότε κινούνται κατά μισό βήμα δεξιόστροφα. Όταν ο άξονας 6 κάνει μια πλήρη περιστροφή (360°), το γρανάζι 7 τοποθετείται στην θέση Γ.

Σε αυτή τη θέση ο πίρος 14 που είναι τοποθετημένος μετά τον πύρο 13 είναι τώρα στην υψηλότερη θέση. Ο αριθμός των δοντιών του γραναζιού 7 είναι μια μονάδα λιγότερος από τον αριθμό των πίων 13, ώστε ο πίρος 14 να εφαρμόσει στα δόντια του γραναζιού 7. Οι πύροι 13 κινούνται μισό βήμα Ρ δεξιόστροφα.

Για τον προσδιορισμό της τελικής σχέσης μετάδοσης θα πρέπει να πολλαπλασιαστούν τα στάδια του μειωτήρα. Στον παραπάνω μειωτήρα, που είναι για μικρό εκσκαφέα της CAT που ζυγίζει 8,4 tn, η τελική σχέση μετάδοσης είναι 1:45 και η μέγιστη δύναμη πρόωσης είναι 64,5 kN. Σε έναν μεγάλο εκσκαφέα της τάξης των 48tn όπως ο EC480D της VOLVO, η τελική σχέση μετάδοσης είναι περίπου 1:120 και η μέγιστη δύναμη πρόωσης είναι 330 kN, φτάνοντας την μέγιστη ταχύτητα 5,1 km/h.

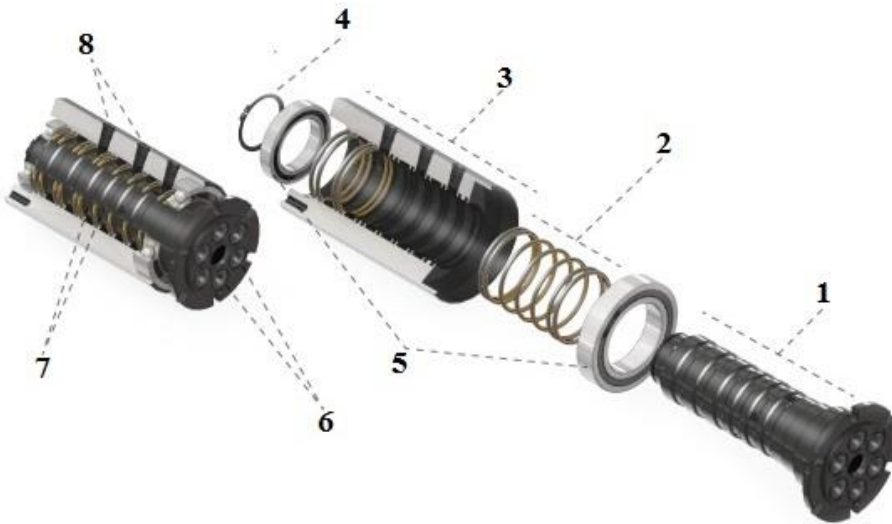
4.5 Διανομέας (Swivel)

Στο Σχ.4.15 βλέπουμε τον διανομέα (Swivel) συνδεδεμένο με τους κινητήρες πορείας. Ο σκοπός του διανομέα είναι να διοχετεύει το λάδι από την γραμμή του σκάφους στις γραμμές του φορείου και πιο συγκεκριμένα στους κινητήρες πορείας, ανεξάρτητα με την περιστροφή του σκάφους. Χωρίς αυτόν κατά την περιστροφή του σκάφους θα περιστρέφονταν και οι αγωγοί, με αποτέλεσμα να είχαμε μπλοκάρισμα της περιστροφής αλλά και αποκόλληση των αγωγών.



Σχ.4.15 Κύκλωμα διανομής, 1:διανομέας, 2: δεξιός κινητήρας, 3:αριστερός κινητήρας.

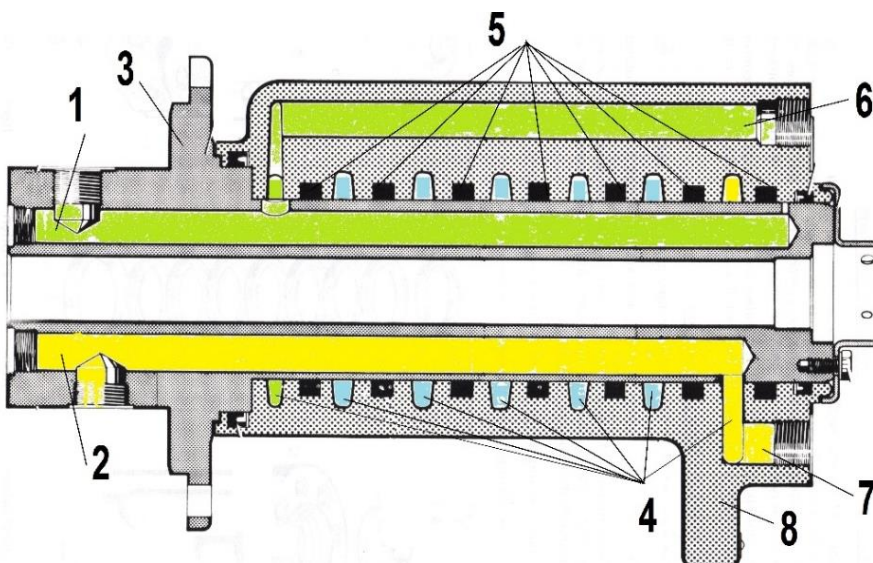
Στο Σχ.4.16 φαίνονται τα μέρη που τον αποτελούν. Ο διανομέας φέρει υποδοχές στο πάνω μέρος του κυλίνδρου του, οι οποίες είναι τοποθετημένες σε διαφορετικό ύψος, ώστε να βγαίνουν από τις αντίστοιχες εξόδους που φέρει το κέλυφος.



Σχ.4.16 Διανομέας (swivel).

1: Κύλινδρος, 2: στεγανωτικά δακτυλίδια, 3: κέλυφος, 4: ασφάλεια, 5: ρουλεμάν, 6: αγωγός κυλίνδρου, 7: ανεξάρτητα κανάλια ροής, 8: αγωγοί κελύφους.

Στο Σχ.4.17 φαίνονται οι διαδρομές του λαδιού μέσα στον διανομέα. Το λάδι εισχωρεί από την υποδοχή 1 του κυλίνδρου 3. Η μόνη διέξοδος που έχει είναι η οπή στο πλάι του αγωγού. Εκεί υπάρχει ένας θάλαμος 4 (πράσινο) ώστε να μπορεί να ρέει συνεχώς το λάδι κατά την περιστροφή του κυλίνδρου και να διαφεύγει στην έξοδο 6 του κελύφους 8. Αντίστοιχη διαδρομή κάνει το λάδι και για την υποδοχή 2 μέσω του αντίστοιχου θαλάμου 4 (κίτρινο) μέχρι την έξοδο 7. Οι θάλαμοι δεν επικοινωνούν μεταξύ τους χάρις τα στεγανωτικά δακτυλίδια 5. Με την ίδια λειτουργία συνδέονται και οι υπόλοιπες υποδοχές του κυλίνδρου 3 μέσω των θαλάμων 4 (μπλε), στις αντίστοιχες εξόδους του κελύφους 8.

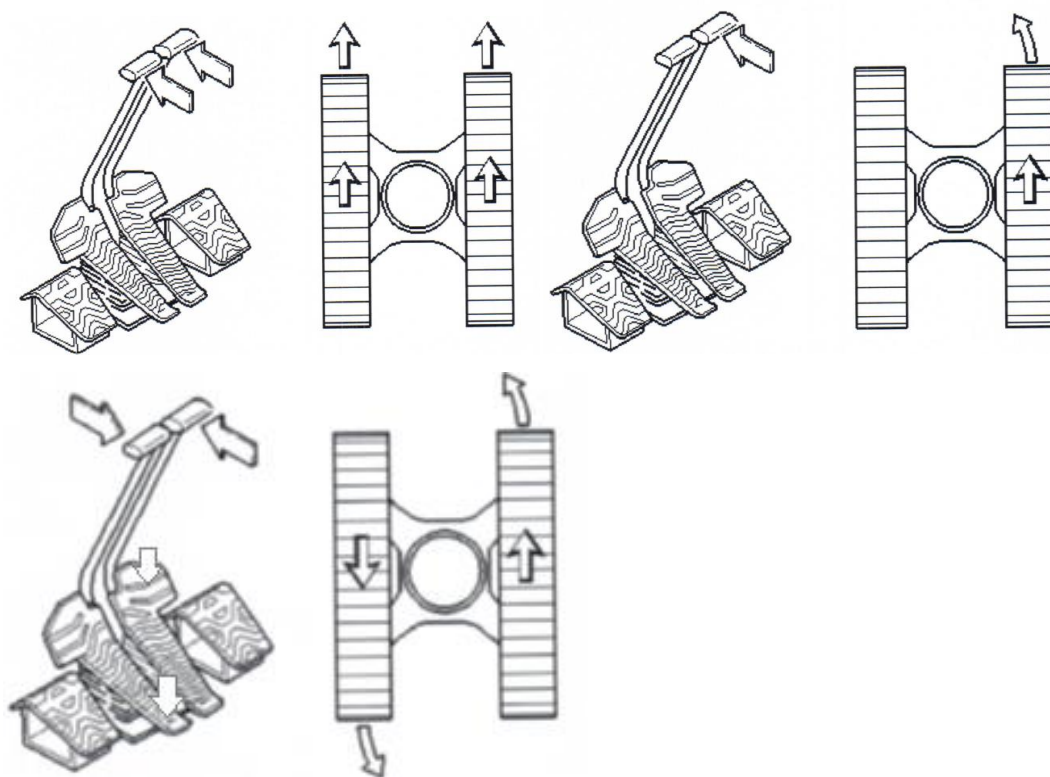


Σχ.4.17 Διανομέας της LIEBHERR σε τομή.

1: Είσοδος, 2: είσοδος, 3: κύλινδρος, 4: θάλαμοι αγωγών, 5: στεγανωτικά δακτυλίδια, 6: έξοδος, 7: έξοδος, 8: κέλυφος.

5. ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗΣ

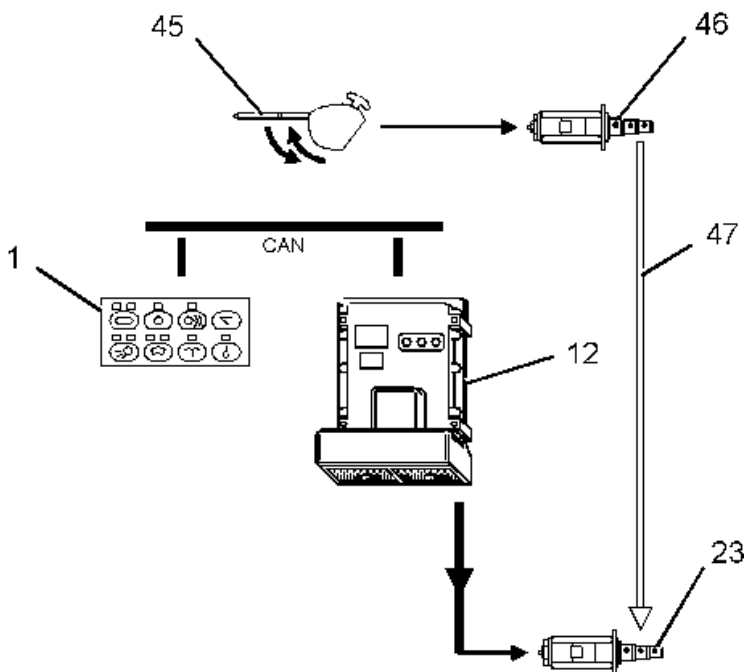
Ένας ερπυστριοφόρος εκσκαφέας δεν διαθέτει κάποιο τυπικό σύστημα διεύθυνσης, όπως ένας τροχοφόρος που χρησιμοποιεί κρεμαγιέρες. Η αλλαγή στην διεύθυνσή του γίνεται με την διαφοροποίηση της ταχύτητας των κινητήρων πορείας, δηλαδή στην ευθεία πορεία του μηχανήματος που οι κινητήρες έχουν την ίδια ταχύτητα, τραβώντας τον έναν μοχλό λιγότερο, θα μειωθούν οι στροφές του αντίστοιχου κινητήρα και θα έχουμε διαφορά ταχύτητας ανάμεσα στις δυο ερπύστριες, με συνέπεια τη στροφή του οχήματος. Επίσης ο χειριστής μπορεί να κινήσει τον μοχλό μόνο του ενός κινητήρα, έτσι ώστε να αλλάξει την διεύθυνση του εκσκαφέα από στάση. Τέλος μια ακόμη δυνατότητα στροφής είναι η αντίθετη κίνηση των κινητήρων πορείας, ώστε να περιστραφεί το όχημα γύρω από τον άξονά του, κάτι πολύ χρήσιμο σε κλειστούς χώρους. Για την κατεύθυνση της πορείας υπάρχουν διπλά χειριστήρια. Έτσι οι κινητήρες πορείας μπορούν να ελέγχονται με τα πεντάλ ή με τους χειρομοχλούς. Οι χειρομοχλοί βοηθάνε περισσότερο στην πορεία εκτός εργασίας ενώ τα πεντάλ μπορούν να χρησιμοποιούνται και στην φάση της εκσκαφής που τα χέρια του χειριστή είναι απασχολημένα με τα υπόλοιπα χειριστήρια. Στο Σχ.5.1 βλέπουμε τις κινήσεις που πρέπει να κάνει ο χειριστής με τους μοχλούς ώστε να κινηθούν αντίστοιχα και οι ερπύστριες.



Σχ.5.1 Χειρισμός διεύθυνσης εκσκαφέα CAT.

6. ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΕΔΗΣΗΣ

Το σύστημα πέδησης του εκσκαφέα ελέγχει την πέδηση των κινητήρων πορείας αλλά και του κινητήρα περιστροφής. Η πέδηση είναι αυτόματη και εφαρμόζεται μόνο στην ουδέτερη φάση των χειριστηρίων. Η χρήση της πέδησης είτε στον κινητήρα περιστροφής, είτε στους κινητήρες πορείας έχει σκοπό το κλείδωμα του εκσκαφέα και όχι την επιβράδυνση των κινήσεών του. Η επιβράδυνση επιτυγχάνεται με την διακοπή ροής του λαδιού. Ο έλεγχος της πέδησης γίνεται μέσω της ηλεκτρονικής μονάδας ελέγχου (Σχ.6.1), η οποία παίρνει σήμα από τα χειριστήρια και αναλόγως ρυθμίζει τις σωληνοειδείς βαλβίδες στο υδραυλικό κύκλωμα. Η καθεμιά από αυτές απενεργοποιεί την πέδηση στον κινητήρα που αντιστοιχεί.

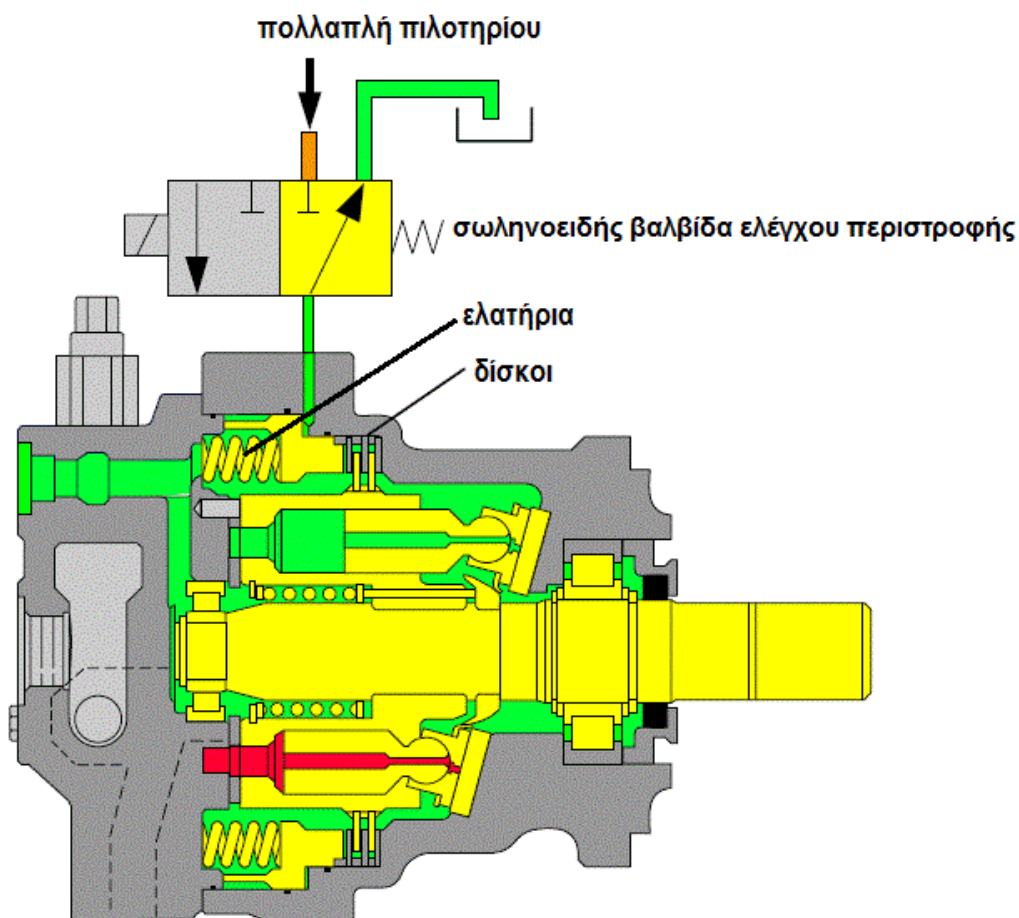


Σχ.6.1 Κύκλωμα ελέγχου πέδησης.

- 1) Πίνακας με διακόπτες
- 12) Ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου
- 23) Σωληνοειδής βαλβίδα απενεργοποίησης φρένου περιστροφής
- 45) Υδραυλικό χειριστήριο ελέγχου
- 46) Σωληνοειδής βαλβίδα ελέγχου χειριστηρίου
- 47) Πίεση πιλοτηρίου για απενεργοποίηση φρένου περιστροφής

Το κύκλωμα της πέδησης ελέγχει τους κινητήρες περιστροφής και πορείας. Στην λειτουργία της περιστροφής καθώς το χειριστήριο 45 μετακινείται, η μονάδα ελέγχου 12 ενεργοποιεί την βαλβίδα 23 ώστε να ελευθερωθούν τα φρένα. Με την επιστροφή του χειριστηρίου στην ουδέτερη θέση η βαλβίδα 23 απενεργοποιείται με καθυστέρηση 6,5 δευτερολέπτων, ώστε να έχουμε αρχικά υδραυλική πέδηση λόγω της διακοπής ροής του λαδιού στο υδραυλικό κύκλωμα, και μετά την ενεργοποίηση του

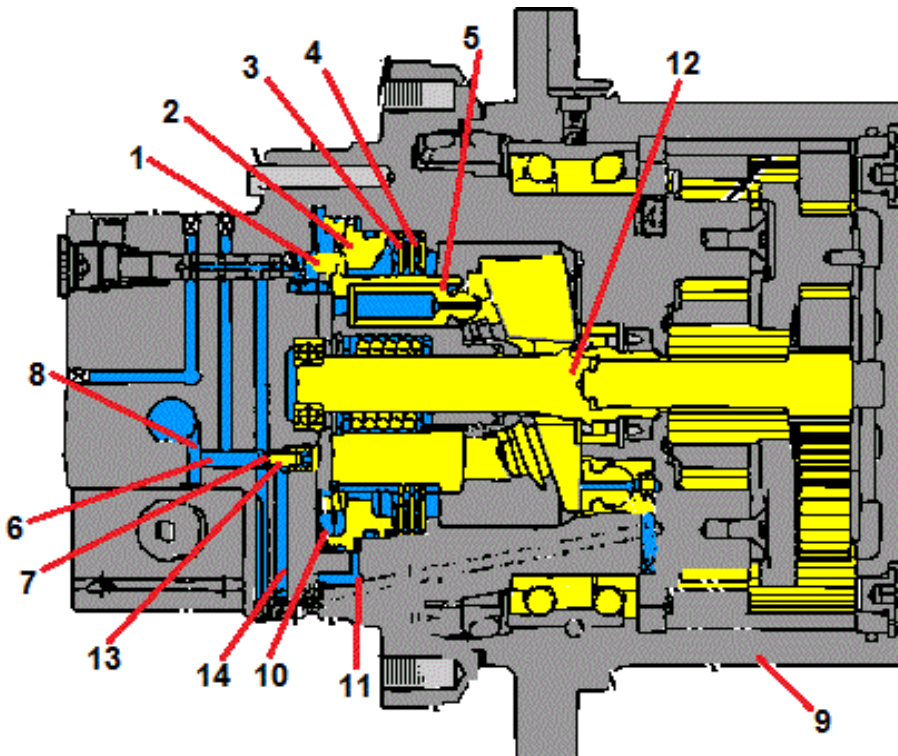
μηχανικού συστήματος πέδησης. Κατά τον ίδιο τρόπο εφαρμόζεται και η πέδηση στους κινητήρες πορείας. Στο Σχ.6.2 φαίνεται το υδραυλικό κύκλωμα της πέδησης στον κινητήρα περιστροφής.



Σχ.6.2 Σύστημα πέδησης κινητήρα περιστροφής (ουδέτερη φάση, σωληνοειδής βαλβίδα κλειστή).

Στην ουδέτερη φάση η σωληνοειδής βαλβίδα του φρένου περιστροφής είναι κλειστή αφήνοντας το λάδι να επιστρέφει στην δεξαμενή και τα ελατήρια να πιέζουν τους δίσκους. Έτσι υπάρχει πέδηση μόνιμα. Σε περίπτωση κίνησης του χειριστήριου η ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου λαμβάνει σήμα από το χειριστήριο και ανοίγει την σωληνοειδή βαλβίδα. Έτσι το λάδι από το πιλοτήριο πιέζει τα ελατήρια να ανοίξουν και ελευθερώνονται οι δίσκοι. Όταν επιστρέφει το χειριστήριο στην ουδέτερη θέση, η μονάδα ελέγχου καθυστερεί να δώσει σήμα στην σωληνοειδή βαλβίδα του φρένου λίγα δευτερόλεπτα, ώστε να υπάρχει πρώτα πέδηση από την αντίσταση του λαδιού εφόσον σταματάει η ροή του, και ύστερα να ενεργοποιούνται οι δίσκοι.

Στο Σχ. 6.3 απεικονίζεται το υδραυλικό κύκλωμα της πέδησης για τον κινητήρα πορείας.



Σχ.6.3 Σύστημα πέδησης στον κινητήρα πορείας CAT (ουδέτερη φάση).

- | | |
|-----------------------|---------------------|
| 1) Ελατήριο φρένου | 8) Αγωγός |
| 2) Έμβολο φρένου | 9) Κέλυφος |
| 3) Δίσκοι διαχωρισμού | 10) Θάλαμος εμβόλου |
| 4) Δίσκοι τριβής | 11) Στόμιο |
| 5) Μπλοκ | 12) Άξονας |
| 6) Αγωγός | 13) Βαλβίδα |
| 7) Ελατήριο | 14) Αγωγό |

Στην ουδέτερη φάση του χειριστηρίου το λάδι που έρχεται από την κύρια αντλία μπλοκάρεται στην βαλβίδα ελέγχου του κινητήρα πορείας που βρίσκεται στην κύρια βαλβίδα ελέγχου του μηχανήματος. Η βαλβίδα 13 κινείται αριστερά από την δύναμη του ελατηρίου 7. Το λάδι από την αντλία δεν περνάει από τον αγωγό 14. Η δύναμη του ελατηρίου του φρένου 1 υπερνικά την χαμηλή πίεση του λαδιού και μετακινεί αργά το έμβολο του φρένου 2. Το λάδι στον θάλαμο του εμβόλου 10 ρέει μέσω του αγωγού 14 και του στομίου 11 επιστρέφοντας στην δεξαμενή. Οι δίσκοι τριβής είναι σφηνωμένοι στο μπλοκ 5, ενώ οι δίσκοι διαχωρισμού 3 είναι συνδεδεμένοι στο κέλυφος 9. Έτσι όταν πιέζονται από το έμβολο φρένου 1, έχουμε επιβράδυνση του άξονα 12. Το στόμιο 11 περιορίζει την ροή του λαδιού, που επιστρέφει από τον θάλαμο του εμβόλου 10. Έτσι καθυστερεί την ροή του λαδιού με αποτέλεσμα την καθυστερημένη πέδηση, με σκοπό να γίνεται πρώτα υδραυλικά και μετά με τους δίσκους. Άρα το φρένο ενεργοποιείται με την πίεση του ελατηρίου και ελευθερώνεται από την πίεση του λαδιού.

7. ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΗΣ ΦΟΡΕΙΟΥ

7.1 Γενική διάταξη, υδραυλικό σύστημα και τρόπος λειτουργίας

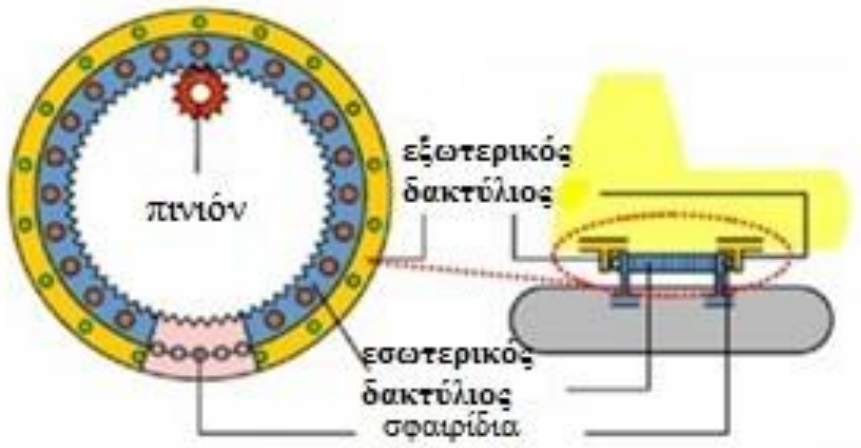
Η περιστροφή του σκάφους ως προς το φορείο γίνεται με την βοήθεια ενός υδραυλικού κινητήρα όμοιον με αυτούς της πορείας, ο οποίος είναι σε εμπλοκή με ένα ρουλεμάν που φέρει εσωτερική οδόντωση όπως δείχνει το Σχ.7.1.



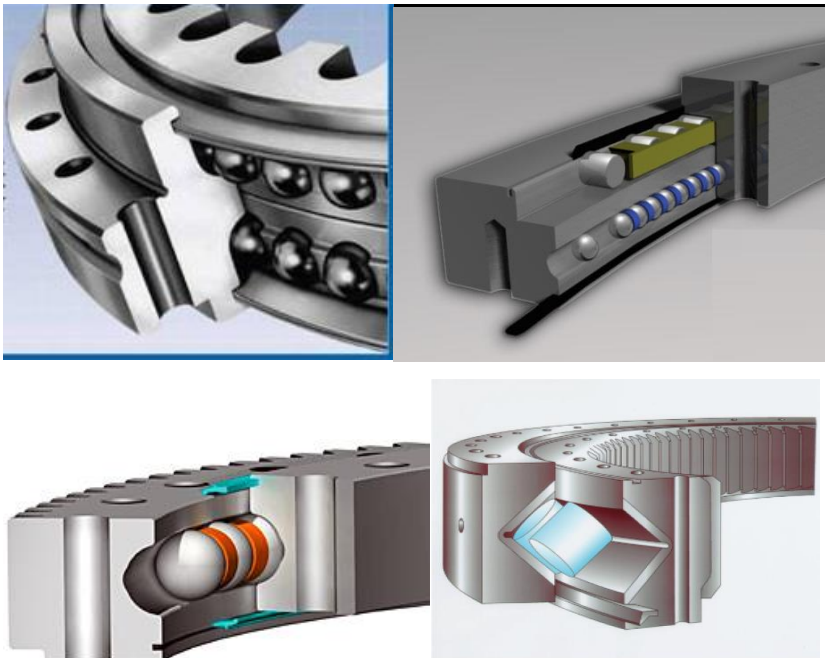
Σχ.7.1 Μηχανισμός περιστροφή εκσκαφέα VOLVO.

- 1) Υδραυλικοί κινητήρες περιστροφής
- 2) Ρουλεμάν περιστροφής

Ο εξωτερικός δακτύλιος είναι συνδεδεμένος με το σκάφος και ο εσωτερικός με το φορείο (Σχ.7.2). Τα ρουλεμάν διαφέρουν ανάλογα με τον κατασκευαστή και το μέγεθος του μηχανήματος, στην μορφολογία των δακτυλίων και το είδος των σφαιριδίων που φέρουν (Σχ.7.3). Τα σφαιρίδια υποκαθιστούν την ολίσθηση μεταξύ εσωτερικών και εξωτερικών δακτυλίων με κύλιση, ώστε να μειώνονται οι τριβές. Σε μεγάλους εκσκαφείς της τάξεως των 50 tn η εξωτερική διάμετρος του εξωτερικού δακτυλίου κυμαίνεται περί τα 3m.

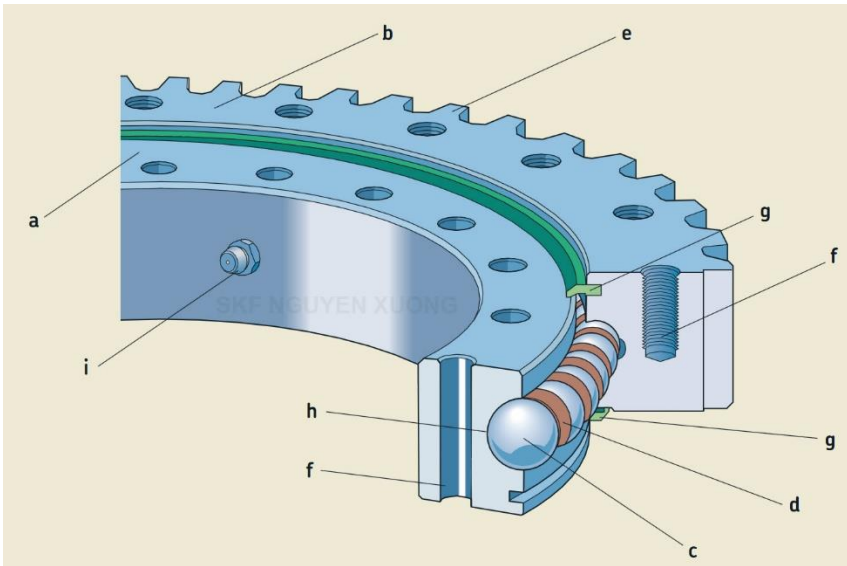


Σχ.7.2 Ρουλεμάν περιστροφής και πηνιόν.



Σχ.7.3 Διάφορα είδη σφαιριδίων ρουλεμάν περιστροφής.

Στο Σχ.7.4 φαίνονται τα μέρη ενός ρουλεμάν με εξωτερική οδόντωση και μέσο κύλισης σφαιρίδια.

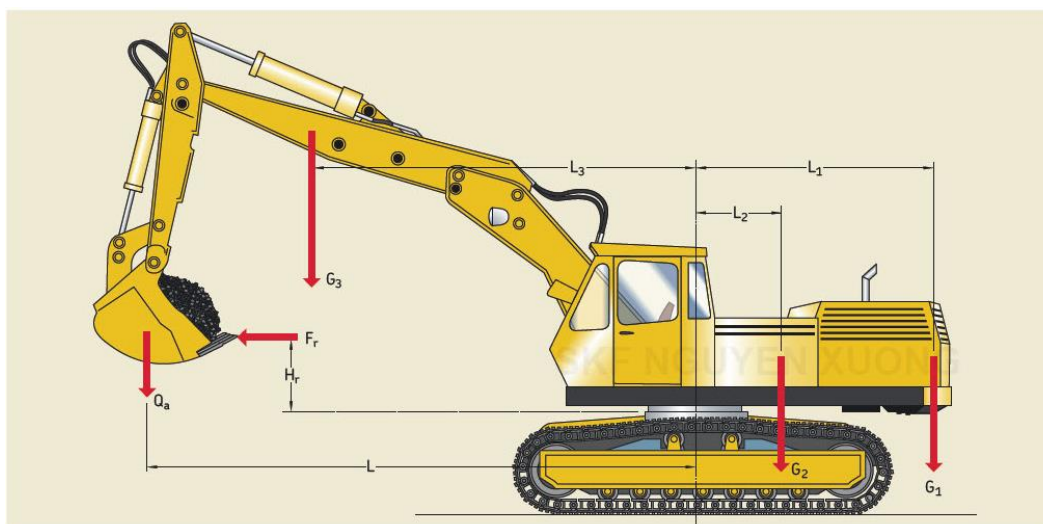


Σχ.7.4 Μέρη ρουλεμάν περιστροφής.

- | | |
|------------------------------|---------------------------|
| a) Εσωτερικός δακτύλιος | f) Οπές |
| b) Εξωτερικός δακτύλιος | g) Στεγανωτικός δακτύλιος |
| c) Σφαιρίδια | h) Οδηγοί σφαιριδίων |
| d) Διαχωριστικά παρεμβύσματα | i) Στόμιο πλήρωσης γράσου |
| e) Οδόντωση | |

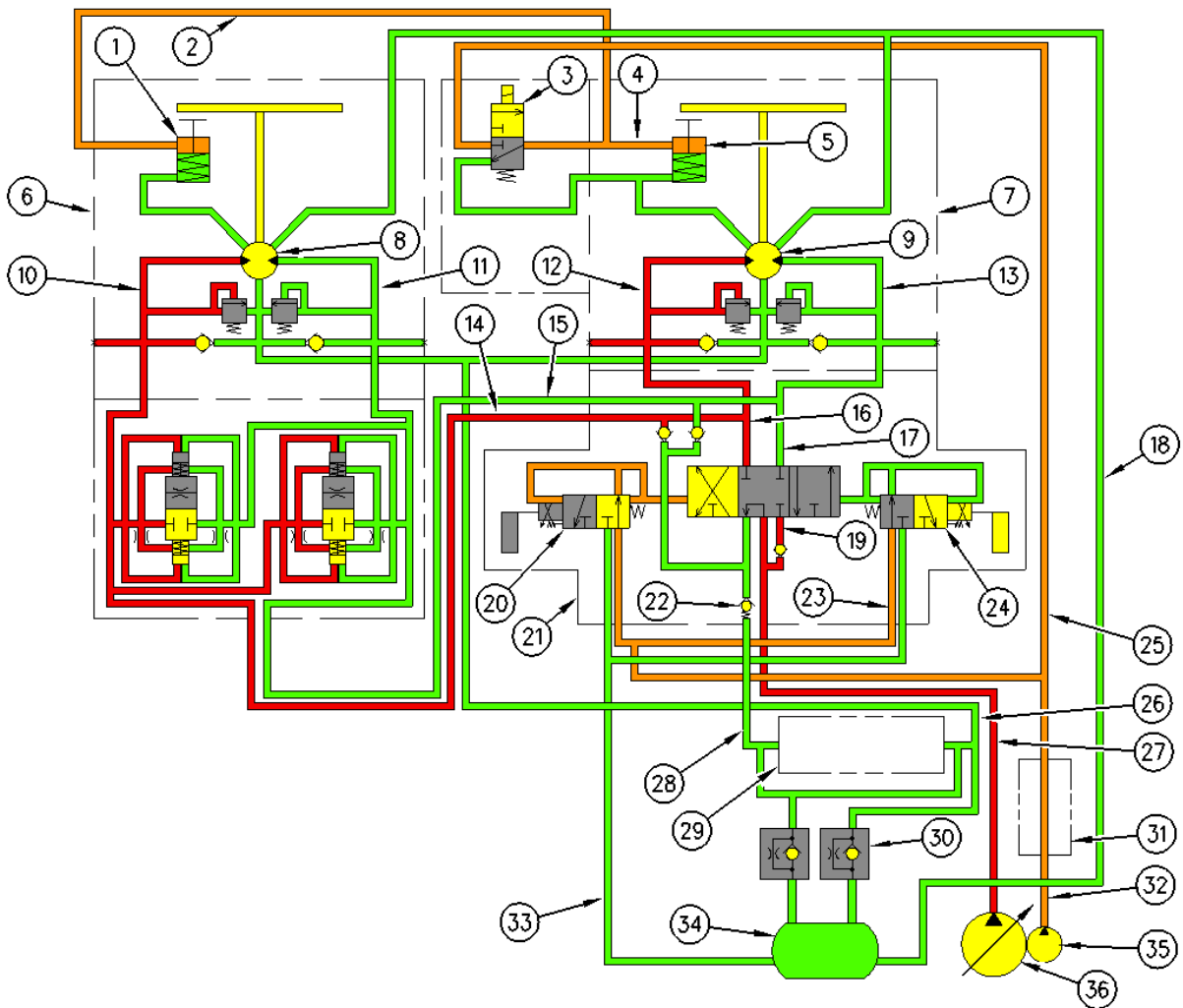
Το ρουλεμάν περιστροφής δέχεται αξονικές και ακτινικές καταπονήσεις είτε μεμονωμένες είτε σε συνδυασμό. Ένα ρουλεμάν αποτελείται από τον εσωτερικό δακτύλιο a, τον εξωτερικό b, τα σφαιρίδια c και τα διαχωριστικά παρεμβύσματα d. Ένας από τους δακτυλίους (στον εκσκαφέα ο εσωτερικός) φέρει οδόντωση e, αλλά και οι δύο έχουν οπές f, ώστε να συνδέονται με κοχλίες στο φορείο του μηχανήματος. Οι οπές μπορεί να φέρουν και σπείρωμα. Τα σφαιρίδια φωλιάζουν στους οδηγούς, που τα συγκρατούν στην σωστή θέση με ακρίβεια. Οι στεγανωτικοί δακτύλιοι g συγκρατούν το γράσο μέσα στο έδρανο προστατεύοντάς το και από εξωτερικούς παράγοντες. Το στόμιο i βοηθάει στην ευκολότερη τοποθέτηση γράσου.

Για την κατασκευή του ρουλεμάν λαμβάνονται υπόψιν οι δυνάμεις (Σχ.7.5) που ασκεί το πάνω μέρος G2, το αντίβαρο G1, το βάρος του συνόλου του σκαπτικού βραχίονα G3, το φορτίο του κάδου Qa και η αντίσταση του κάδου στο μάζεμα – σκάψιμο Fr. Οι δυνάμεις επί το γινόμενο των αποστάσεών τους δημιουργούν ροπές που θα πρέπει να αντέξει το έδρανο.



Σχ.7.5 Δυνάμεις καταπόνησης ρουλεμάν περιστροφής.

Στο Σχ.7.6 παριστάνεται ένα υδραυλικό κύκλωμα του συστήματος περιστροφής του σκάφους, από έναν εκσκαφέα της CAT με δυο κινητήρες περιστροφής, κατά την φάση της δεξιόστροφης κίνησής του. Στις περισσότερες κατασκευές χρησιμοποιείται ένας κινητήρας περιστροφής, αλλά συναντάμε και ζεύγος κινητήρων, συνήθως σε βαρέος τύπου μηχανήματα.



Σχ.7.6 Υδραυλικό σύστημα περιστροφής της CAT (δεξιόστροφη φάση).

- | | |
|-------------------------------------|--|
| 1) Φρένο περιστροφής | 19) Αγωγός (παροχής λαδιού) |
| 2) Γραμμή (ελευθέρωσης φρένου) | 20) Αναλογική βαλβίδα για αριστερά |
| 3) Σωληνοειδή βαλβίδα φρένου | 21) Βαλβίδα ελέγχου κινητήρα περιστροφής |
| 4) Αγωγός (απελευθέρωσης φρένου) | 22) Βαλβίδα αντίστασης πίεσης |
| 5) Φρένο περιστροφής | 23) Γραμμή (παροχή λαδιού από πιλοτήριο) |
| 6) Μπροστινός κινητήρας περιστροφής | 24) Αναλογική βαλβίδα για δεξιά |
| 7) Οπίσθιος κινητήρας περιστροφής | 25) Γραμμή (απελευθέρωσης φρένου) |
| 8) Συγκρότημα περιστροφής κινητήρα | 26) Γραμμή (επιστροφής λαδιού) |
| 9) Συγκρότημα περιστροφής κινητήρα | 27) Γραμμή (παροχή από αντλία) |
| 10) Αγωγός (παροχή λαδιού) | 28) Γραμμή (επιστροφή λαδιού) |
| 11) Αγωγός (επιστροφή λαδιού) | 29) Κύρια βαλβίδα ελέγχου |
| 12) Αγωγός (παροχή λαδιού) | 30) Βαλβίδα αντίστασης πίεσης |
| 13) Αγωγός (επιστροφή λαδιού) | 31) Πολλαπλή πιλοτηρίου |
| 14) Γραμμή (παροχή λαδιού) | 32) Γραμμή (παροχή πιλοτηρίου) |
| 15) Γραμμή (επιστροφή λαδιού) | 33) Γραμμή (επιστροφή λαδιού πιλοτηρίου) |
| 16) Αγωγός (παροχή λαδιού) | 34) Δεξαμενή |
| 17) Αγωγός (επιστροφή λαδιού) | 35) Αντλία πιλοτηρίου |
| 18) Γραμμή υπερχειλίσας | 36) Αντλία |

Η αντλία 36 στέλνει λάδι στους κινητήρες περιστροφής 6 και 7, οι οποίοι είναι πανομοιότυποι. Οι μόνες διαφορές τους είναι ότι μόνο ο οπίσθιος κινητήρας διαθέτει σωληνοειδή βαλβίδα φρένου,

και έχουν διαφορετική ρύθμιση στις ανακουφιστικές βαλβίδες. Η βαλβίδα ελέγχου περιστροφής 21 βρίσκεται στο επάνω μέρος του οπίσθιου κινητήρα. Η βαλβίδα ελέγχου διαχειρίζεται και τους δυο κινητήρες. Κατά την διάρκεια της περιστροφής τα φρένα 1 και 5 είναι ελεύθερα. Οι κινητήρες περιστροφής διαθέτουν ο καθένας δικό του μειωτήρα ώστε να έχουν την επιθυμητή ταχύτητα περιστροφής και την ανάλογη ροπή.

Η ροή του λαδιού ξεκινάει από την αντλία του πιλοτηρίου 35 μέσω της γραμμής 32, της πολλαπλής 31 και της γραμμής 23, στην αναλογική βαλβίδα 24 για δεξιά περιστροφή και στην αναλογική βαλβίδα 20 για την αριστερή περιστροφή, όπου βρίσκονται στην βαλβίδα ελέγχου 21. Όταν το χειριστήριο είναι στην ουδέτερη θέση, η μέγιστη πίεση του πιλοτηρίου στα πηνία των βαλβίδων 24 και 20 της βαλβίδας ελέγχου 21 διατηρεί το πηνίο της κύριας βαλβίδας 29 στο κέντρο. Σε αυτήν τη φάση το λάδι ρέει επίσης και στην σωληνοειδή βαλβίδα του φρένου 3 μέσω της γραμμής 25, έτσι ώστε να είναι ενεργό το φρένο.

Καθώς το χειριστήριο κινείται με σκοπό την δεξιά περιστροφή, φεύγει ένα ηλεκτρικό σήμα από το χειριστήριο στην ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου του μηχανήματος. Έτσι η μονάδα ελέγχου ενεργοποιεί την σωληνοειδή βαλβίδα του φρένου 3, αφήνοντας το λάδι του πιλοτηρίου να περάσει μέσω του αγωγού 4 στο φρένο 5 και παράλληλα μέσω της γραμμής 2 στο φρένο 1 του κινητήρα 6, ώστε να ελευθερωθεί η πέδηση. Η πέδηση ελευθερώνεται πριν από την ενεργοποίηση των κινητήρων.

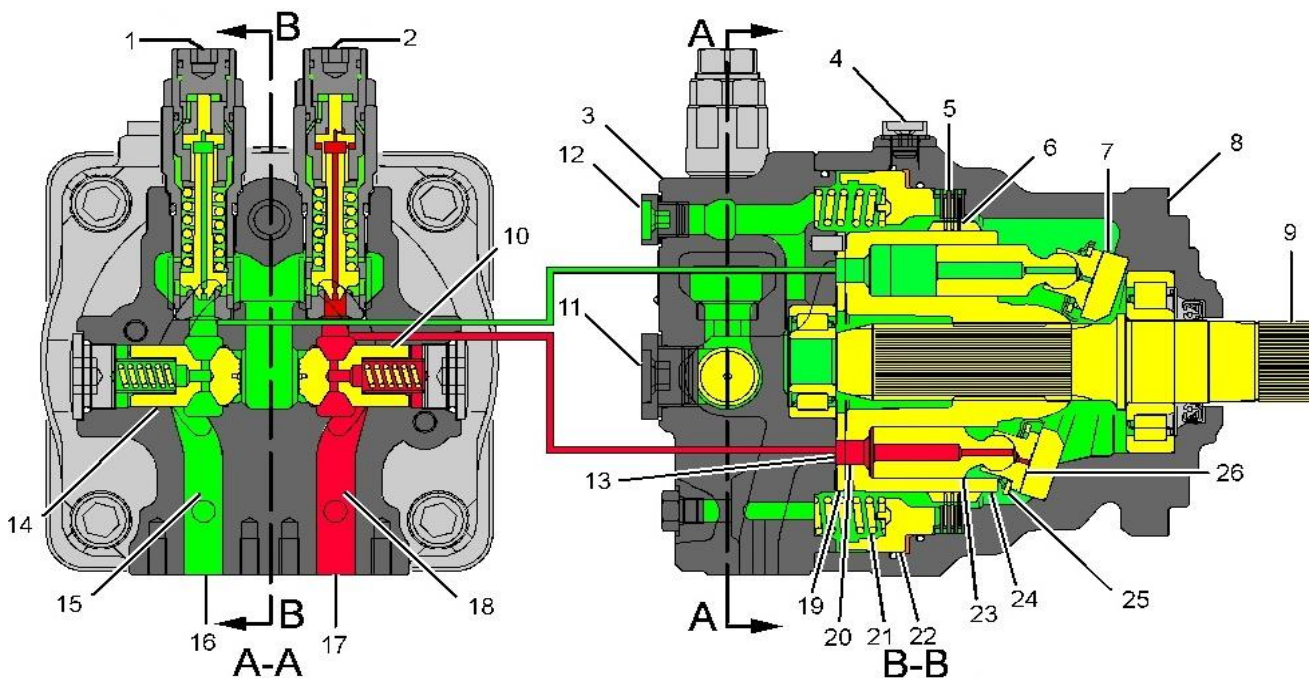
Ύστερα η μονάδα ενεργοποιεί την αναλογική βαλβίδα 24, ώστε να αρχίσει η επιστροφή του λαδιού προς την δεξαμενή. Έτσι μειώνεται η πίεση από την δεξιά μεριά του πηνίου στην βαλβίδα ελέγχου 21, με αποτέλεσμα η υψηλότερη πίεση που δρα στο αριστερό άκρο του πηνίου να το μετακινήσει προς την αναλογική βαλβίδα 24. Με την μετακίνηση του πηνίου της βαλβίδας ελέγχου 21 το λάδι από την αντλία 36 ρέει μέσω της γραμμής 27 και του αγωγού 19, συνεχίζοντας στον αγωγό 16, την γραμμή 14 και τον αγωγό 10 στο συγκρότημα περιστροφής 8 του κινητήρα 6. Την ίδια στιγμή το λάδι ακολουθεί και άλλη πορεία από τον αγωγό 16 στον αγωγό 12, καταλήγοντας στο συγκρότημα περιστροφής 9 του οπίσθιου κινητήρα περιστροφής 7. Και τα δυο συγκροτήματα περιστροφής περιστρέφονται, κινώντας το σκάφος του μηχανήματος δεξιόστροφα. Η επιστροφή του λαδιού από τον οπίσθιο κινητήρα γίνεται από τον αγωγό 13, ενώ από τον εμπρόσθιο μέσω του αγωγού 11 και της γραμμής 15. Και οι δυο επιστροφές του λαδιού συνδυάζονται και μέσω του αγωγού 17 περνάνε από την βαλβίδα αντίστασης πίεσης 22, επιστρέφοντας στην δεξαμενή 34 από την γραμμή 28.

Όταν το χειριστήριο επιστρέψει στην ουδέτερη θέση, η μονάδα ελέγχου απενεργοποιεί την αναλογική βαλβίδα 24, με αποτέλεσμα το ελατήριο που έχει να την επαναφέρει την αρχική της θέση, στην οποία αφήνει το λάδι από το πιλοτήριο να περάσει, πιέζοντας το πηνίο της βαλβίδας ελέγχου προς τα αριστερά. Έτσι, όταν οι πιέσεις στα άκρα του πηνίου εξισορροπηθούν, το πηνίο θα επανέλθει στην ουδέτερη θέση με τους αγωγούς 16 και 17 κλειστούς. Έτσι, αφού δεν υπάρχει υψηλή πίεση στους

κινητήρες η περιστροφή επιβραδύνεται μέχρι να σταματήσει. Η μονάδα ελέγχου απενεργοποιεί την σωληνοειδή βαλβίδα του φρένου 3 με μια καθυστέρηση 6,5 δευτερολέπτων μετά την απενεργοποίηση της αναλογικής βαλβίδας 24. Η χρονική καθυστέρηση εξασφαλίζει ότι δεν θα πιάσουν πλήρως τα φρένα μέχρι να σταματήσει τελείως η περιστροφή. Έτσι δεν πηγαίνει λάδι στα φρένα 1 και 5 με αποτέλεσμα το λάδι στους αγωγούς 2 και 4 να επιστρέφει από την γραμμή υπερχειλίσας 18.

7.2 Υδραυλικός κινητήρας

Στο Σχ.7.7 φαίνεται αναλυτικά η λειτουργία του κυκλώματος αποκλειστικά του υδραυλικού κινητήρα περιστροφής.



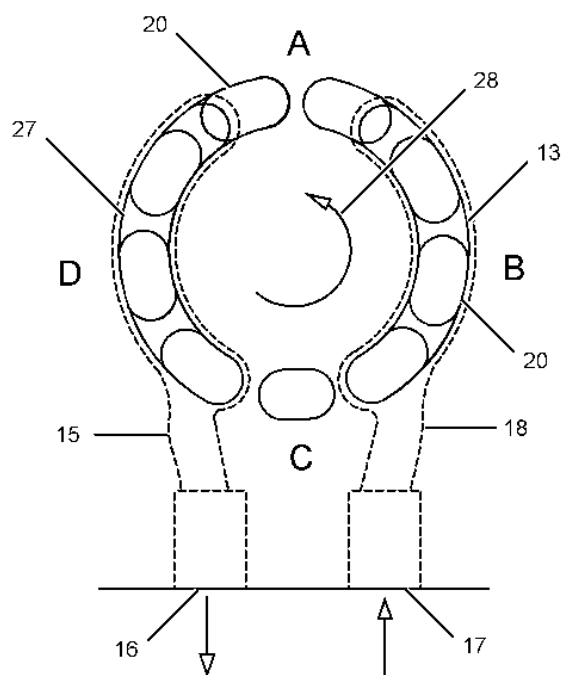
Σχ.7.7 Υδραυλικός κινητήρας περιστροφής σε τομές CAT.

- | | |
|---|--|
| 1) Βαλβίδα ανακούφισης | 14) Βαλβίδα ελέγχου |
| 2) Βαλβίδα ανακούφισης | 15) Αγωγός (πλήρωσης ή επιστροφής λαδιού) |
| 3) Κεφαλή | 16) Υποδοχή (πλήρωσης ή επιστροφής λαδιού) |
| 4) Υποδοχή (πιλοτηρίου) | 17) Υποδοχή (πλήρωσης ή επιστροφής λαδιού) |
| 5) Διαχωριστική πλάκα | 18) Αγωγός (πλήρωσης ή επιστροφής λαδιού) |
| 6) Πλάκα τριβής | 19) Πλάκα παροχής |
| 7) Πλάκα | 20) Αγωγός (πλήρωσης ή επιστροφής λαδιού) |
| 8) Κέλυφος | 21) Ελατήριο φρένου |
| 9) Κινητήριος άξονας | 22) Έμβολο φρένου |
| 10) Βαλβίδα ελέγχου | 23) Έμβολο |
| 11) Υποδοχή ενίσχυσης | 24) Μπλοκ εμβόλων |
| 12) Υποδοχή επιστροφής | 25) Πλάκα συγκράτησης |
| 13) Αγωγός (πλήρωσης ή επιστροφής λαδιού) | 26) Πέδιλο |

Ο κινητήρας περιστροφής μπορεί να χωριστεί σε τρία συστήματα:

- Το σύστημα περιστροφής που αποτελείται από: το μπλοκ 24, τα έμβολα 23, τα πέδιλα 26, την πλάκα συγκράτησης 25 και τον κινητήριο άξονα 9.
- Το σύστημα του φρένου που αποτελείται από: το ελατήριο φρένου 21, το έμβολο φρένου 22, την διαχωριστική πλάκα 5 και την πλάκα τριβής.
- Το σύστημα ανακούφισης και ενίσχυσης του λαδιού που αποτελείται από: την βαλβίδα ανακούφισης 1, την βαλβίδα ανακούφισης 2, την βαλβίδα ελέγχου 10, και την βαλβίδα ελέγχου 14.

Το λάδι ερχόμενο από την αντλία εισέρχεται στην υποδοχή 16 ή 17 ανάλογα με την φορά περιστροφής (Σχ.7.8).



Σχ.7.8 Αγωγοί του κινητήρα περιστροφής.

- A) Θέση κάτω κέντρου
 B) Πλευρά εισαγωγής (υψηλή πίεση)
 C) Θέση πάνω κέντρου
 D) Πλευρά εξαγωγής (χαμηλή πίεση)
 13) Αγωγός (πλάκα παροχής)
 15) Αγωγός επιστροφής

- 16) Υποδοχή
 17) Υποδοχή
 18) Αγωγός παροχής
 20) Αγωγός (μπλοκ)
 27) Αγωγός (πλάκα παροχής)
 28) Κατεύθυνση περιστροφής κινητήρα (αριστερόστροφη)

Κατά την επιλογή δεξιάς περιστροφής, το λάδι εισέρχεται στην κεφαλή 3 στην υποδοχή 17 μέσω του αγωγού 18. Συνεχίζει από τον αγωγό 13 στην πλάκα παροχής 19 και φτάνει στο κυλινδρικό μπλοκ 24 από τον αγωγό 20. Εκεί πιέζει το έμβολο 23.

Το πέδιλο 26 πιέζεται πάνω στην επιφάνεια της πλάκας 7 από την δύναμη του εμβόλου 23. Το πέδιλο μαζί με το έμβολο ολισθαίνουν κατά μήκος της κεκλιμένης της πλάκας 7 αριστερόστροφα, παρασύροντας και το μπλοκ. Συνεχίζοντας την κίνησή του, το έμβολο φτάνει στη θέση κάτω κέντρου Α. Τότε το λάδι ρέει μέσω του αγωγού 27 στην πλάκα παροχής 19 και συνεχίζει μέσω του αγωγού 15 μέχρι την δεξαμενή λαδιού. Ο κινητήριος άξονας 9 είναι συνδεδεμένος με το μπλοκ 24, άρα και ο άξονας κινείται αριστερόστροφα.

Με την επιλογή της αριστερής περιστροφής, το λάδι εισέρχεται από την υποδοχή 16 με αποτέλεσμα η πλήρωση και η επιστροφή λαδιού να αντιστρέφονται. Το κυλινδρικό μπλοκ 24 κινείται δεξιόστροφα και το περιττό λάδι επιστρέφει από την υποδοχή 12 της κεφαλής 3 στην δεξαμενή λαδιού. Στο Σχ.7.8 βλέπουμε τα χαρακτηριστικά ενός κινητήρα περιστροφής από έναν εκσκαφέα VOLVO βάρους 50 tn.

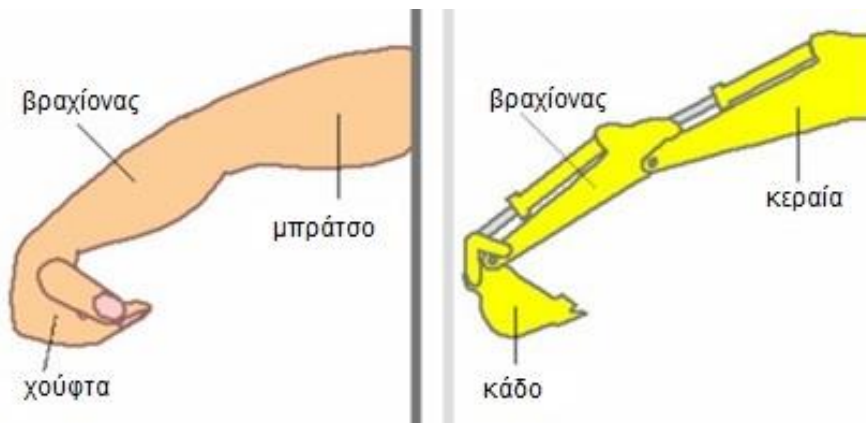
Σύστημα περιστροφής		EC480D
Μέγιστη ταχύτητα	r/min	8.8
Μέγιστη ροπή	kNm	166.3

Σχ.7.9 Χαρακτηριστικά κινητήρα περιστροφής VOLVO.

8. ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΚΣΚΑΦΗΣ

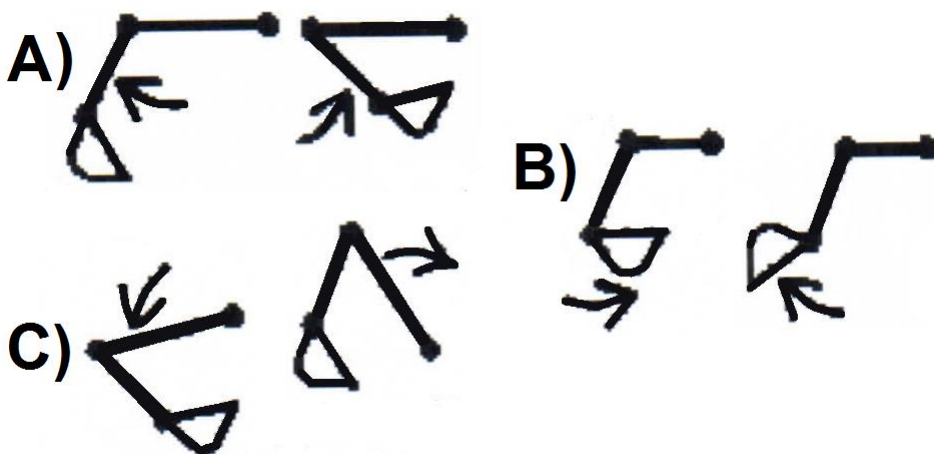
8.1 Κατασκευαστική διαμόρφωση και τρόπος λειτουργίας

Ο κινηματικός μηχανισμός ενός εκσκαφέα με ανεστραμμένο κάδο είναι όμοιος με την μορφή του ανθρώπινου χεριού (Σχ.8.1). Αποτελείται από τρία κύρια μέρη: τον κάδο, τον βραχίονα και την κεραία.



Σχ.8.1 Κινηματικός μηχανισμός ανθρώπινου χεριού και εκσκαφέα με ανεστραμμένο κάδο.

Στο Σχ.8.2 φαίνονται οι κινήσεις του συστήματος εκσκαφής. Η κεραία εδράζεται στο σκάφος του εκσκαφέα και η κίνησή της είναι η ανύψωση – βύθιση. Στη συνέχεια συνδέεται με τον βραχίονα ο οποίος ανοίγει - κλείνει ώστε να έρχεται ο κάδος πιο κοντά ή πιο μακριά. Τέλος ο κάδος είναι τελευταίος και η κίνησή του είναι το άνοιγμα - κλείσιμο.



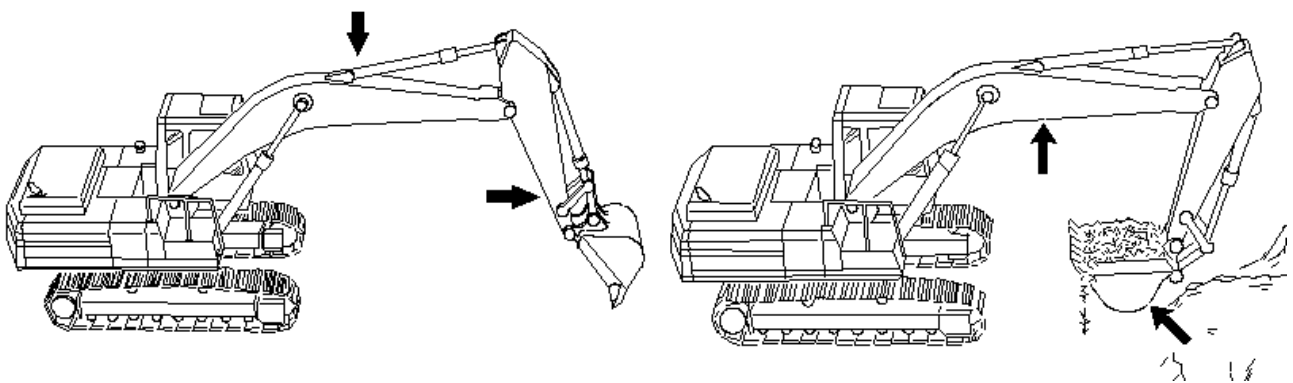
Σχ.8.2 Μεμονωμένες κινήσεις συστήματος εκσκαφής.

- A) Βραχίονας
- B) Κεραία
- C) Κάδος

Η λειτουργία της εκσκαφής γίνεται με συνδυασμό αυτών των κινήσεων (Σχ.8.3). Δύο βασικές κινήσεις είναι:

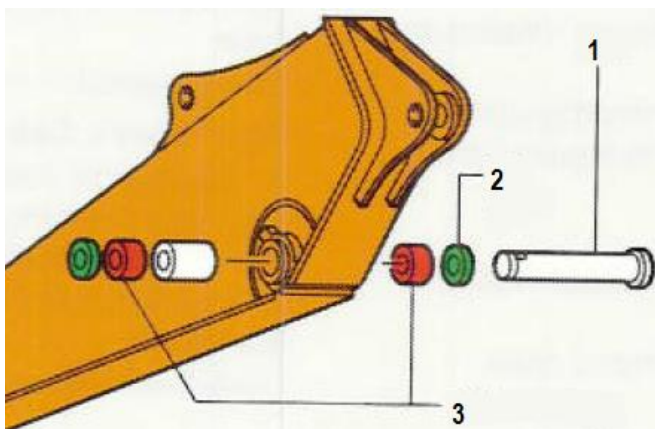
- Η εκσκαφή κατά την οποία η κεραία χαμηλώνει και ο βραχίονας ανοίγει μαζί με τον κάδο, για να εισχωρήσει στο έδαφος ώστε να γεμίσει.
- Η μεταφορά του υλικού, που γίνεται με το κλείσιμο του κάδου και του βραχίονα, ανυψώνοντας την κεραία.

Η διαδικασία μιας εκσκαφής κλείνει με την επανάληψη της πρώτης κίνησης, δηλαδή το άνοιγμα του βραχίονα και του κάδου ώστε να γίνει εκφόρτωση του υλικού.



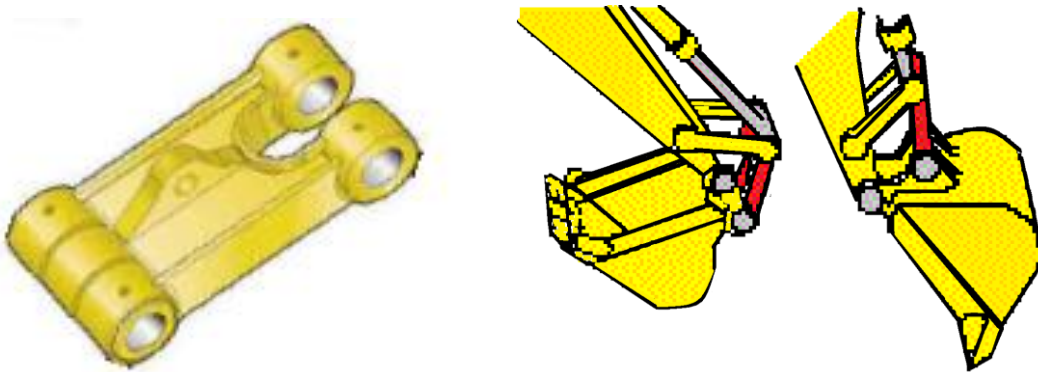
Σχ.8.3 Βασικές κινήσεις εκσκαφής. (εκσκαφή αριστερά), μεταφορά (δεξιά).

Μεταξύ τους τα μέρη του κινηματικού μηχανισμού συνδέονται με πύρους (Σχ.8.4), οι οποίοι διαθέτουν έδρανα και στεγανωτικούς δακτύλιους για την επαρκή λίπανσή τους.



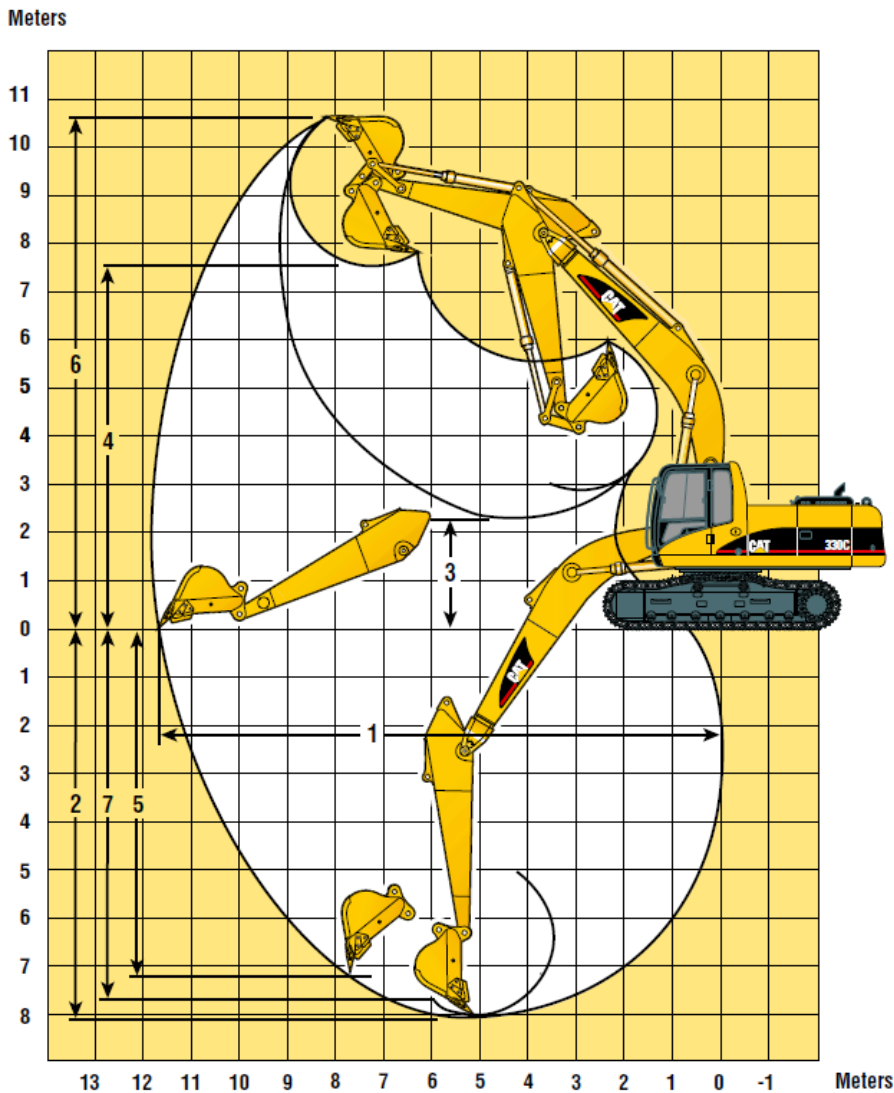
Σχ.8.4 Συνδετικοί πύροι HITACHI.
1) Πύρος
2) Στεγανωτικός δακτύλιος
3) Έδρανα

Για την κίνηση του κάδου χρησιμοποιείται και ένας επιπλέον σύνδεσμος (Σχ. 8.5), ο οποίος είναι έκκεντρα τοποθετημένος στον κάδο έτσι ώστε να του προκαλεί στρέψη γύρω από το σημείο έδρασής του. Εκτός από αυτήν την λειτουργία χρησιμοποιείται για την σύνδεση και για εναλλακτικές λύσεις που υπάρχουν αντί του κάδου, ώστε ο εκσκαφέας να εκτελεί και άλλες εργασίες όπως είναι η εκσκαφή με κρουστικό σφυρί, η χρήση αρπάγης και ο χειρισμός άλλων εξαρτημάτων.



Σχ.8.5 Σύνδεσμος κάδου CAT (αριστερά), σημείο συνδέσμου (κόκκινο) (δεξιά).

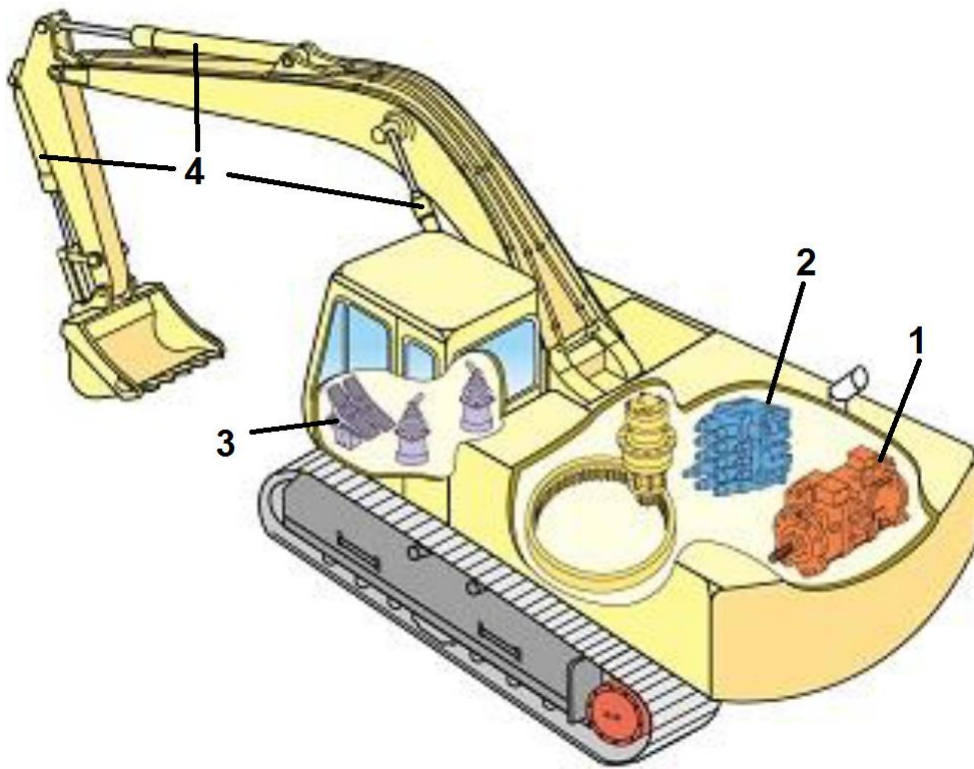
Στο Σχ.8.6 παρουσιάζεται η περιοχή λειτουργίας ενός εκσκαφέα CAT. Η περιοχή αυτή δεν είναι απόλυτη, καθώς επηρεάζεται από τον εξοπλισμό που διαθέτει το μηχάνημα, δηλαδή τι μεγέθη έχουν επιλεγεί στα μέρη του, από τις διαθέσιμες επιλογές που παρέχει ο κατασκευαστής.



Σχ.8.6 Εύρος κίνησης εκσκαφέα CAT.

8.2 Υδραυλικό σύστημα κίνησης

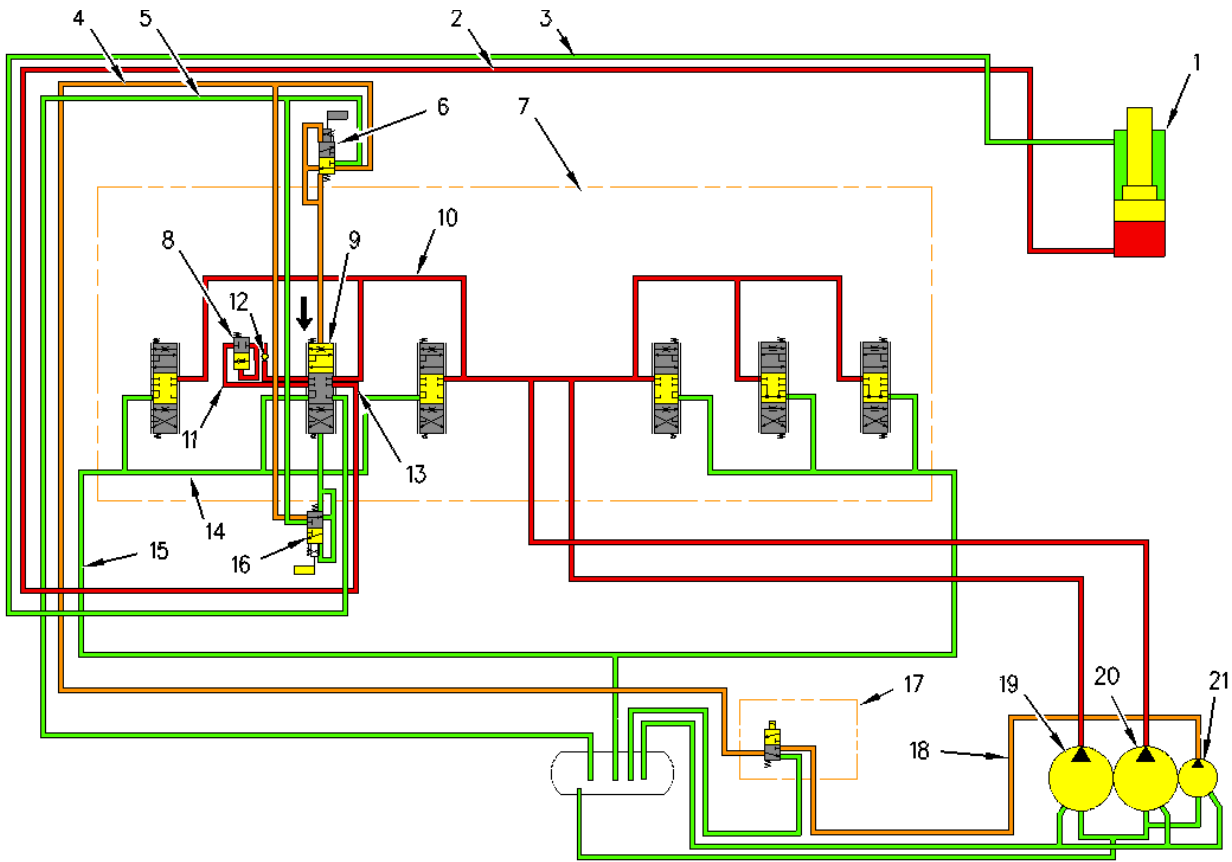
Το σύστημα εκσκαφής κινείται χάρις στους υδραυλικούς κυλίνδρους που διαθέτει κάθε κομμάτι του. Η κεραία ως μεγαλύτερο κομμάτι διαθέτει δυο κυλίνδρους, έναν σε κάθε μεριά. Ο βραχίονας και ο κάδος έχουν από ένα. Οι υδραυλικοί κύλινδροι υποστηρίζουν την κίνησή τους στο κύριο υδραυλικό κύκλωμα του μηχανήματος, που οφείλει την παροχή του στις αντλίες (Σχ.8.7). Ο χειρισμός του μηχανήματος ξεκινάει από τα χειριστήρια στο πιλοτήριο, τα οποία ενεργοποιούν τα αντίστοιχα πηνία στην κύρια βαλβίδα, ώστε να αφήσουν το λάδι να φτάσει στον αντίστοιχο κύλινδρο για να έχουμε την κίνηση των μερών του μηχανήματος.



Σχ.8.7 Υδραυλικό σύστημα εκσκαφής.

- 1) Κύρια αντλία
- 2) Κύρια βαλβίδα ελέγχου
- 3) Χειριστήρια
- 4) Υδραυλικοί κύλινδροι

Στο Σχ.8.8 παριστάνεται το υδραυλικό κύκλωμα του συστήματος κίνησης κατά την λειτουργία του κλεισίματος του κάδου, άρα επιμήκυνσης του υδραυλικού του κυλίνδρου.



Σχ.8.8 Υδραυλικό κύκλωμα CAT (φάση κλεισίματος του κάδου).

- | | |
|--|--|
| 1) Κύλινδρος του κάδου | 11) Αγωγός (ροής αντλίας) |
| 2) Γραμμή (ροή λαδιού στην κεφαλή του κυλίνδρου του κάδου) | 12) Βαλβίδα ελέγχου φορτίου |
| 3) Γραμμή (ροή λαδιού στο βάκτρο του κυλίνδρου του κάδου) | 13) Αγωγός (ροή λαδιού στην κεφαλή του κυλίνδρου του κάδου) |
| 4) Γραμμή (ροή λαδιού πιλοτηρίου) | 14) Αγωγός επιστροφής |
| 5) Γραμμή (επιστροφής λαδιού πιλοτηρίου) | 15) Γραμμή (επιστροφής λαδιού) |
| 6) Αναλογική βαλβίδα για το βάκτρο του κυλίνδρου του κάδου | 16) Αναλογική βαλβίδα για την κεφαλή του κυλίνδρου του κάδου |
| 7) Κύρια βαλβίδα ελέγχου | 17) Πολλαπλή πιλοτηρίου |
| 8) Βαλβίδα αντιστάθμισης ροής | 18) Γραμμή (παροχής λαδιού πιλοτηρίου) |
| 9) Βαλβίδα ελέγχου κάδου | 19) Πρώτη αντλία |
| 10) Αγωγός (ροής αντλίας) | 20) Δεύτερη αντλία |
| | 21) Αντλία πιλοτηρίου |

Η αντλία του πιλοτηρίου 21 τροφοδοτεί με λάδι το πιλοτήριο μέσω της γραμμής 18 στην πολλαπλή 17. Έτσι η ροή του λαδιού φτάνει στις αναλογικές βαλβίδες 6 και 16 μέσω της γραμμής 4.

Όταν κινηθεί το χειριστήριο του κάδου, στέλνει σήμα στην ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου και αυτή ενεργοποιεί την αναλογική βαλβίδα για την κεφαλή του κυλίνδρου 16. Αυτή με την σειρά της μετατοπίζει το πηνίο στην βαλβίδα ελέγχου του κάδου. Η κύρια αντλία στέλνει λάδι από τον αγωγό

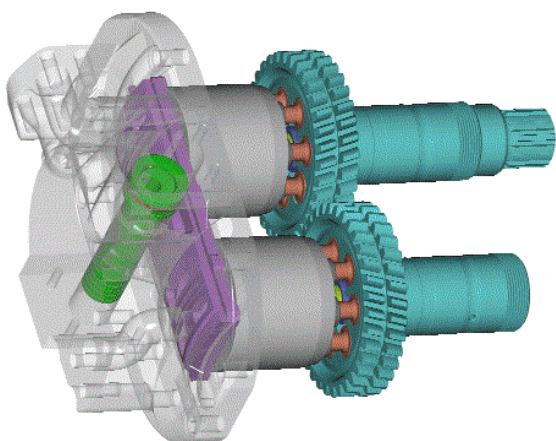
10 μέσω της βαλβίδας ελέγχου του κάδου 9, της βαλβίδας ελέγχου του φορτίου 12, της βαλβίδας αντιστάθμισης 8 και των αγωγών 11 και 13. Ο αγωγός 13 στέλνει το λάδι στην κεφαλή του κυλίνδρου του κάδου 1. Το λάδι από το βάκτρο του κυλίνδρου 1 ρέει μέσω της γραμμής 3, της βαλβίδας ελέγχου του κάδου 9 και του αγωγού 14 στην γραμμή επιστροφής 15, από όπου μετά από φιλτράρισμα φτάνει στην δεξαμενή.

Η λειτουργία του ανοίγματος του κάδου είναι όμοια με του κλεισίματος. Όταν κινηθεί το χειριστήριο του κάδου, στέλνει σήμα στην ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου και αυτή ενεργοποιεί την αναλογική βαλβίδα για το βάκτρο του κυλίνδρου 6. Έτσι μετατοπίζεται το πηνίο στην βαλβίδα ελέγχου του κάδου 9. Το λάδι που στέλνει η κύρια αντλία περνάει από τον αγωγό 10, την βαλβίδα ελέγχου του κάδου 9, την βαλβίδα ελέγχου του φορτίου 12, την βαλβίδα αντιστάθμισης της ροής 8, και από τον αγωγό 11, φτάνοντας στην γραμμή 3 στο βάκτρο του κυλίνδρου 1. Το λάδι από το τέλος της κεφαλής του κυλίνδρου 1 επιστρέφει μέσω της γραμμής 2, της βαλβίδας ελέγχου του κάδου 9, του αγωγού 14 και της γραμμής επιστροφής 15 στη δεξαμενή αφού φιλτραριστεί πρώτα.

8.3 Αντλίες

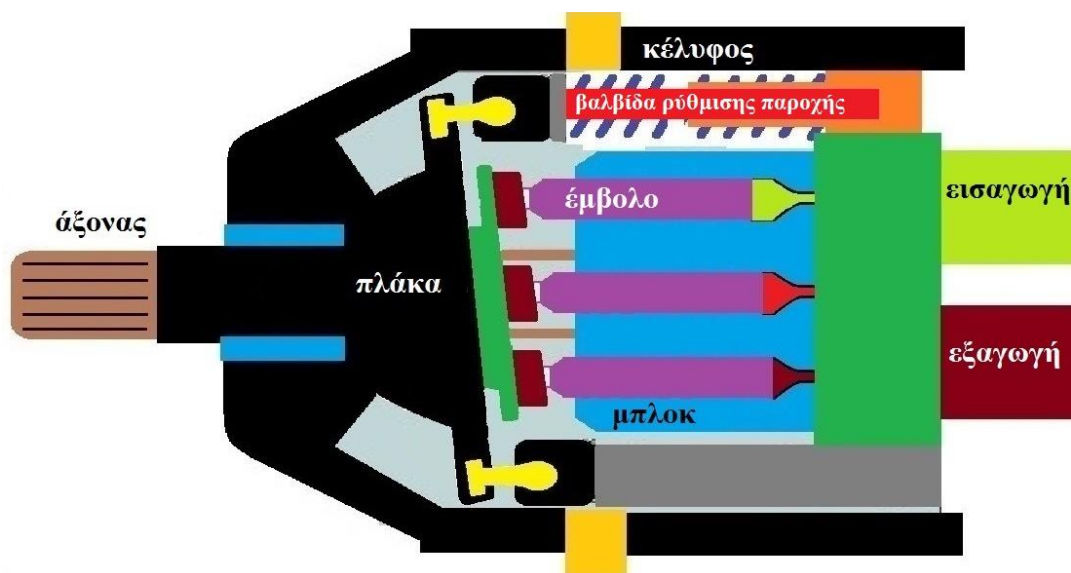
Η πηγή ενέργειας του υδραυλικού συστήματος του εκσκαφέα είναι οι κύριες αντλίες του, που ευθύνονται για την παροχή σε όλα τα συστήματα του μηχανήματος. Η αντλίες παίρνουν κίνηση από έναν κινητήρα εσωτερικής καύσης.

Ο τύπος των αντλιών είναι με αξονικά έμβολα και ρυθμιζόμενης παροχής. Οι αντλίες είναι συνήθως δυο και η μια παίρνει κίνηση από την άλλη μέσω οδοντωτών τροχών (Σχ.8.9). Επίσης υπάρχει και μια ακόμα αντλία, μικρότερη από τις άλλες, για τα υδραυλικά χειριστήρια στο πιλοτήριο.



Σχ.8.9 Αντλίες συνδεδεμένες με οδοντωτούς τροχούς.

Στο Σχ.8.10 έχουμε μια απεικόνιση αντλίας με αξονικά έμβολα. Το λάδι εισέρχεται από την εισαγωγή, σε χαμηλή πίεση, μέσα στο μπλοκ του εμβόλου και με την περιστροφή της πλάκας από τον κινητήρα εσωτερικής καύσης η οποία βρίσκεται σε κλίση, σπρώχνει το έμβολο μέσα στο μπλοκ, ωθώντας το λάδι στην εξαγωγή υπό πίεση. Η βαλβίδα ρύθμισης παροχής ελέγχει την παροχή της αντλίας ανάλογα με τις απαιτήσεις.

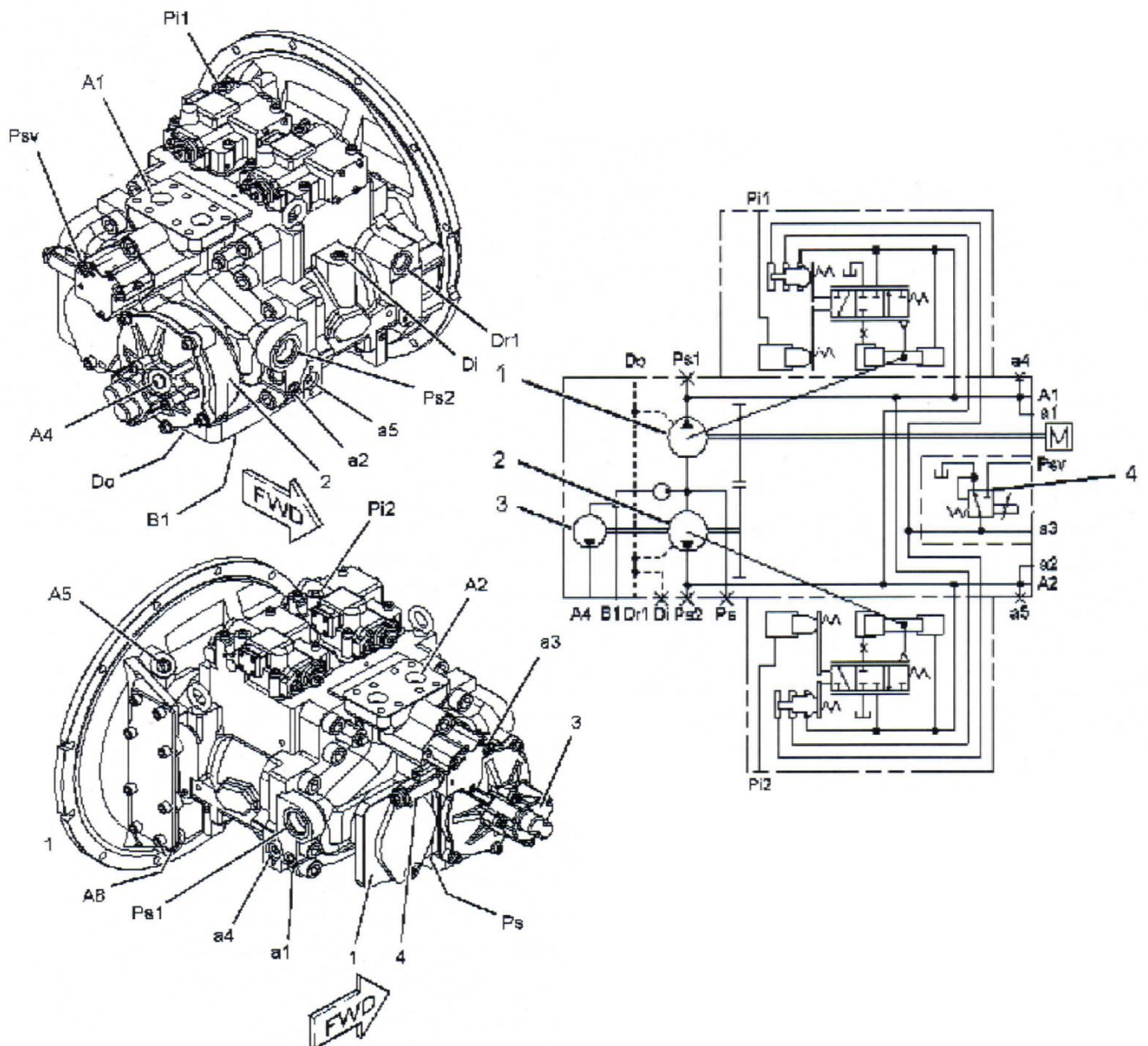


Σχ.8.10 Αντλία με αξονικά έμβολα.

Η κύρια αντλία (Σχ.8.11) αποτελείται από δυο μικρότερες, όμοιες στην κατασκευή και λειτουργία αντλίες, που βρίσκονται στο ίδιο κέλυφος. Είναι και οι δυο μεταβλητής ειδικής παροχής. Ξεκινώντας το λάδι από την δεξαμενή εισέρχεται στην υποδοχή B1, η οποία είναι κοινή και για τις 2 αντλίες όπως και για την αντλία του πιλοτηρίου. Η πρώτη αντλία στέλνει το λάδι μέσω της υποδοχής A1, η δεύτερη μέσω της υποδοχής A2 και η αντλία του πιλοτηρίου μέσω της υποδοχής A4.

Το σύστημα ρύθμισης παροχής είναι ίδιο και για τις δυο και έχουν έναν κοινό ρυθμιστή. Μέσω του συστήματος αυτού ελέγχεται η παροχή των αντλιών. Η βαλβίδα αναλογικής μείωσης 4, η οποία ελέγχει το σήμα για την κλίση της πλάκας και των 2 αντλιών, είναι τοποθετημένη στο κέλυφος και ελέγχεται από ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου.

Στο Σχ.8.12 απεικονίζονται η εμπρόσθια και η οπίσθια όψη της κύριας αντλίας της CAT, μαζί με το σχέδιο του υδραυλικού κυκλώματός της λειτουργίας της.



Σχ.8.11 Κύρια αντλία εκσκαφέα CAT.

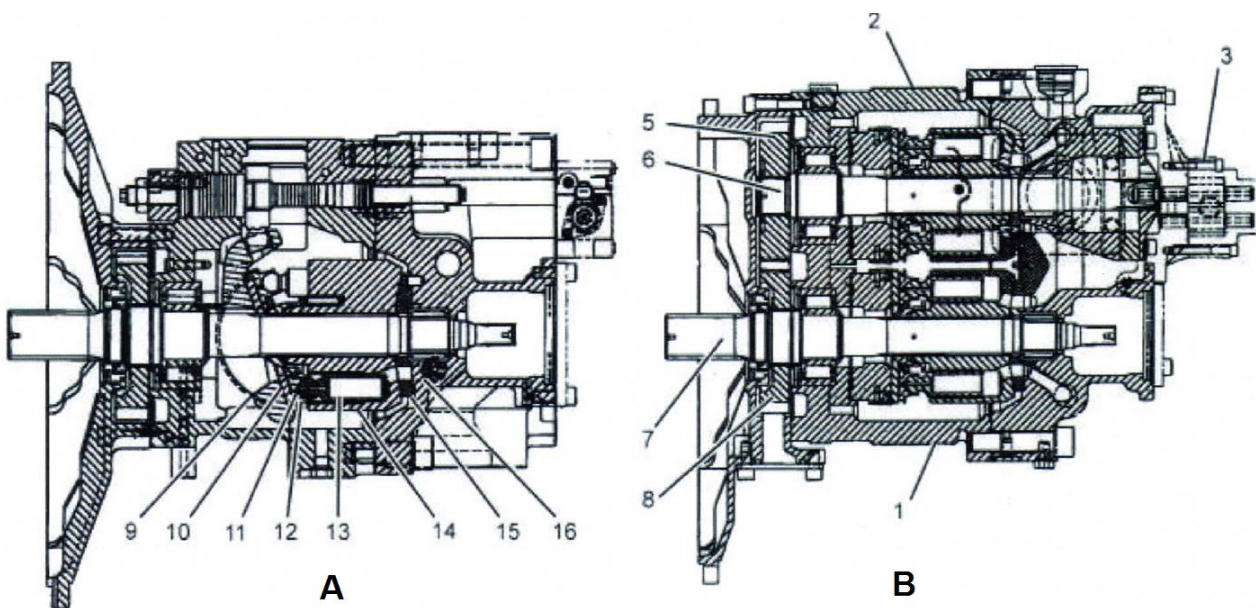
- 1) Πρώτη αντλία
- 2) Δεύτερη αντλία
- 3) Αντλία πιλοτηρίου
- 4) Βαλβίδα αναλογικής μείωσης (μετατόπισης πλάκας)
- a1) Παροχή πίεσης για την πρώτη αντλία
- a2) Παροχή πίεσης για την δεύτερη αντλία
- a3) Παροχή μετατόπισης πλάκας
- a4) Υποδοχή αισθητήρα
- a5) Υποδοχή αισθητήρα
- A1) Υποδοχή εξόδου πρώτης αντλίας
- A2) Υποδοχή εξόδου δεύτερης αντλίας
- A4) Υποδοχή εξόδου αντλίας πιλοτηρίου

- A6) Υποδοχή ένδειξης λαδιού
- B1) Υποδοχή εισαγωγής από δεξαμενή λαδιού
- Di) Υποδοχή συμπλήρωσης λαδιού
- Do) Παροχή υπερχειλίσας
- Dr1) Υποδοχή υπερχειλίσας
- Pi1) Παροχή (ρυθμιστής αρνητικής ροής για πρώτη αντλία)
- Pi2) Παροχή (ρυθμιστής αρνητικής ροής για δεύτερη αντλία)
- Ps1) Υποδοχή υψηλής πίεσης (πρώτη αντλία)
- Ps2) Υποδοχή υψηλής πίεσης (δεύτερη αντλία)
- Ps) Παροχή φορτίου αντλίας
- Psv) Υποδοχή μετατόπισης πλάκας

Οι οδοντωτοί τροχοί 8 και 5 των αξόνων είναι σε εμπλοκή και φέρουν ίδιο αριθμό δοντιών ενώ ο άξονας 7 της πρώτης αντλίας 1 είναι συνδεδεμένος με τον κινητήρα. Έτσι όταν ο κινητήρας είναι σε λειτουργία ο άξονας 7 περιστρέφεται με την ίδια ταχύτητα και συνεπώς και οι αντλίες έχουν την ίδια ταχύτητα. Η αντλία του πιλοτηρίου είναι τοποθετημένη απευθείας στον άξονα 6.

Το μπλοκ 14 περιέχει τα έμβολα 13, τα οποία είναι σε επαφή με τα πέδιλα 12 μέσω των συγκρατητών 11. Τα πέδιλα πιέζονται πάνω στην πλάκα 10, όπου εφάπτεται το πιάτο 10. Το μπλοκ 14 είναι συνδεδεμένο με τον άξονα 7, άρα περιστρέφεται μαζί με τα έμβολα και τα πέδιλα πάνω στην πλάκα.

Η γωνία της πλάκας καθορίζει το μήκος της διαδρομής των εμβόλων 13. Καθώς η γωνία αυξάνεται, μεγαλώνει και η παροχή της αντλίας. Το λάδι εισέρχεται στο έμβολο από τον αγωγό 16 της υποδοχής του πιάτου 15 κατά την διάρκεια της κίνησης, και όσο συνεχίζεται η περιστροφή το έμβολο παλινδρομεί μέσα στο μπλοκ ωθώντας το λάδι στην εξαγωγή A1. Το λάδι από τις εξαγωγές A1 και A2 πάει στην κύρια βαλβίδα ελέγχου.



Σχ.8.12 Κύρια αντλία της CAT σε τομή, Α) πλάγια όψη, Β) κάτοψη.

- | | |
|----------------------|--------------------|
| 1) Πρώτη αντλία | 10) Πιάτο |
| 2) Δεύτερη αντλία | 11) Συγκρατητής |
| 3) Αντλία πιλοτηρίου | 12) Πέδιλο |
| 5) Γρανάζι | 13) Έμβολο |
| 6) Άξονας | 14) Μπλοκ |
| 7) Άξονας | 15) Υποδοχή πιάτου |
| 8) Γρανάζι | 16) Αγωγός |
| 9) Πλάκα | |

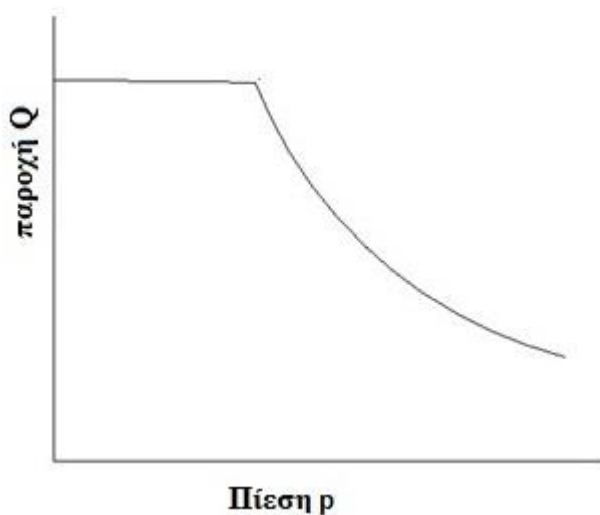
Η υδραυλική ισχύς δεν μπορεί να υπερβαίνει την ισχύ του κινητήρα. Η υδραυλική ισχύς N υπολογίζεται:

$$N = p \times Q$$

όπου: p = η πίεση του εισερχόμενου λαδιού

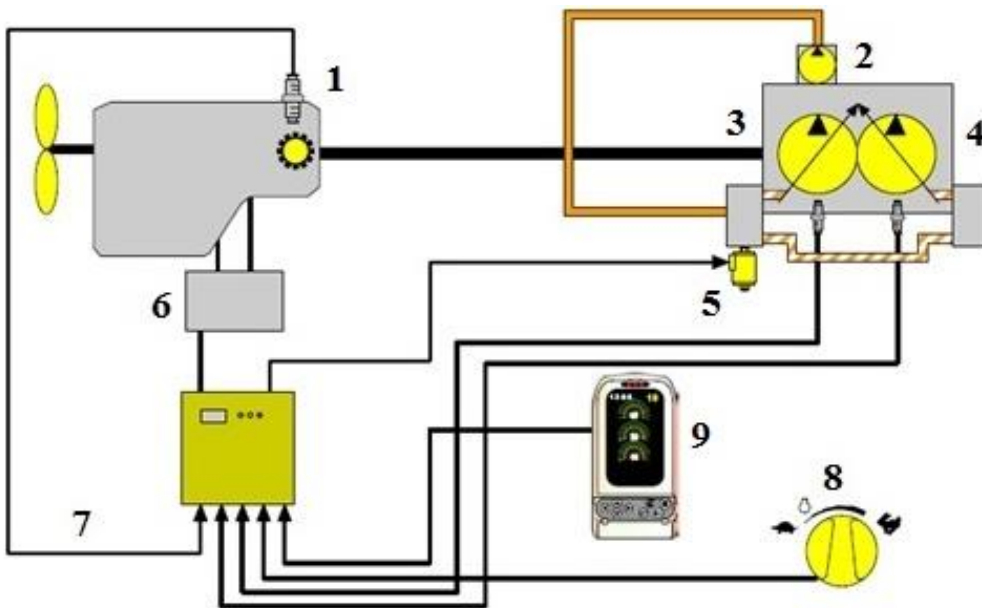
Q = η παροχή λαδιού

Για τον σκοπό αυτό η παροχή των αντλιών είναι ελεγχόμενη από ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου αλλά και από μικρά υδραυλικά κυκλώματα. Όπως φαίνεται στο Σχ.8.13 μετά από την καθορισμένη τιμή της παροχής Q η πίεση έχει μια καμπύλη πτώσης, ώστε να διατηρείται η υδραυλική ισχύς στη δεδομένη μέγιστη ισχύ του κινητήρα (μείον τις απώλειες του υδραυλικού συστήματος). Στο Σχ.8.13 παριστάνεται η μεταβολή της παροχής της κύριας αντλίας συναρτήσει της πίεσης κατάθλιψης.



Σχ.8.13 Διάγραμμα παροχής – πίεσης κύριας αντλίας CAT.

Στο Σχ.8.14 φαίνεται το σύστημα ελέγχου για την ρύθμιση παροχής των αντλιών της CAT.



Σχ.8.14 Σύστημα ρύθμισης παροχής αντλιών CAT.

- | | |
|----------------------------------|----------------------------------|
| 1) Αισθητήρας ταχύτητας κινητήρα | 6) Μονάδα ελέγχου |
| 2) Αντλία πιλοτηρίου | 7) Ελεγκτής κινητήρα και αντλίας |
| 3) Πρώτη αντλία | 8) Διακόπτης επιλογής παροχής |
| 4) Δεύτερη αντλία | 9) Οθόνη |
| 5) Βαλβίδα αναλογικής μείωσης | |

Οι συνθήκες λειτουργίας των αντλιών ελέγχονται από τα παρακάτω συστήματα ώστε να λειτουργούν με βάση το διάγραμμα παροχής πίεσης (Σχ.8.13):

- Σύστημα συνεχούς ελέγχου παροχής

Η παροχή της αντλίας ρυθμίζεται αυτόματα από έναν αισθητήρα πίεσης στο κύκλωμα, οποίος αν υπερβεί η πίεση του κυκλώματος μια προκαθορισμένη τιμή, αφήνει το λάδι να περάσει προς την βαλβίδα ρύθμισης παροχής της αντλίας, ώστε να μειωθεί η παροχή των αντλιών.

- Σύστημα ρύθμισης παροχής.

Η παροχή της αντλίας ρυθμίζεται επιπλέον από μια βαλβίδα αναλογικής μείωσης 5 (Σχ.8.14), η οποία ελέγχεται από την μονάδα ελέγχου 6. Η μονάδα ελέγχου περιέχει σε μνήμες διαφορετικά διαγράμματα παροχής – πίεσης, ώστε να ενεργοποιεί την βαλβίδα αναλογικής μείωσης και να μειώνει την παροχή σε χαμηλότερες πιέσεις εξοικονομώντας ενέργεια. Έτσι για εργασίες με μικρές απαιτήσεις ο χειριστής επιλέγει από το πιλοτήριο την μνήμη για οικονομική λειτουργία.

- Σύστημα αρνητικής ροής

Σε αυτό το σύστημα ελέγχεται η πίεση της επιστροφής του λαδιού από την κύρια βαλβίδα. Όταν τα χειριστήρια επιστρέψουν στην ουδέτερη φάση, το λάδι δεν περνάει από την κύρια βαλβίδα και επιστρέφει πίσω στην δεξαμενή. Σε αυτήν τη φάση υπάρχει υψηλή πίεση επιστροφής. Έτσι ανιχνεύοντας αυτήν την πίεση με έναν αισθητήρα, ενεργοποιείται η βαλβίδα ρύθμισης παροχής της αντλίας ώστε να μειώσει την παροχή και να λειτουργούν με χαμηλή παροχή εφόσον δεν υπάρχει ανάγκη. Όταν πάλι τα χειριστήρια κινηθούν, τότε η πίεση επιστροφής μειώνεται εφόσον η κύρια βαλβίδα στέλνει το λάδι στους ενεργοποιητές (υδραυλικοί κύλινδροι ή και υδραυλικοί κινητήρες) και η βαλβίδα ρύθμισης παροχής της αντλίας αυξάνει την παροχή της.

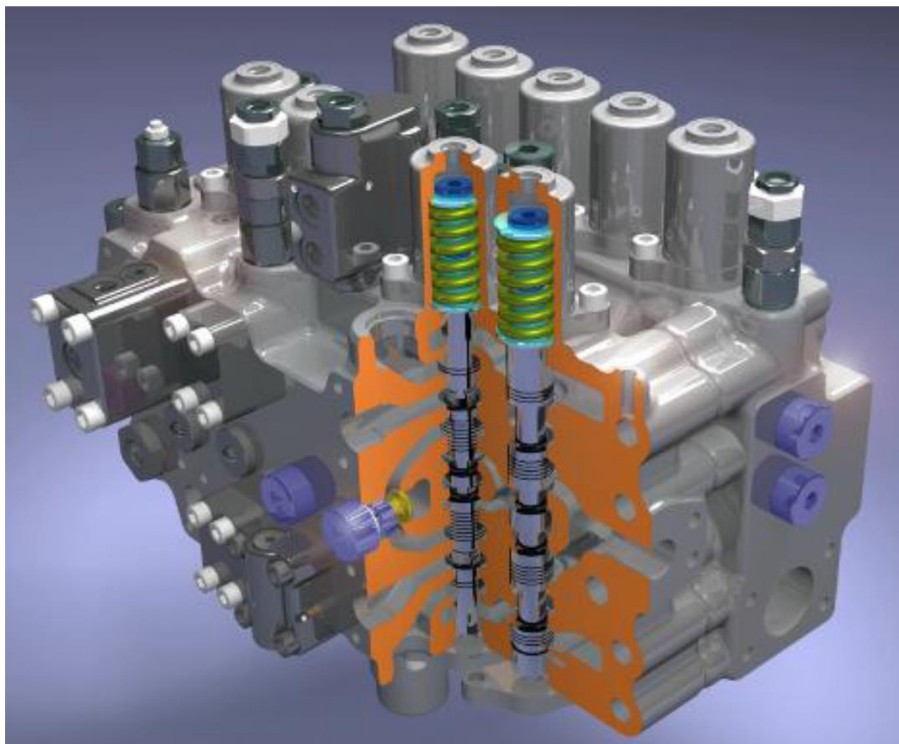
Στο Σχ.8.15 δίνονται τα χαρακτηριστικά μιας αντλίας για εκσκαφέα της CAT.

Μέγιστη παροχή (x2)	280 L/min	74 gal/min
Μέγιστη πίεση	34 300 kPa	4,974 psi
Μέγιστη πίεση πορείας	34 300 kPa	4,974 psi
Μέγιστη πίεση περιστροφής	27 900 kPa	4,046 psi
Μέγιστη παροχή πιλοτηρίου	37 L/min	10 gal/min
Μέγιστη πίεση πιλοτηρίου	4120 kPa	597 psi

Σχ.8.15 Χαρακτηριστικά αντλίας εκσκαφέα CAT 330C.

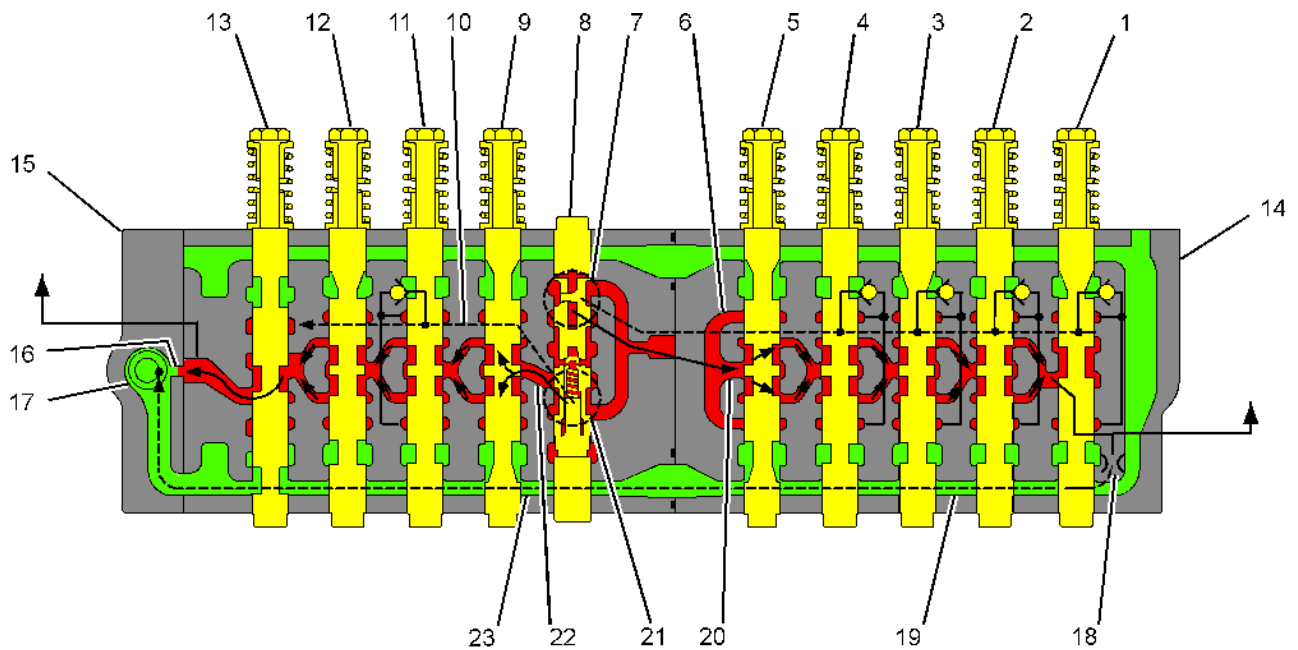
8.4 Βαλβίδες ελέγχου

Η κύρια βαλβίδα ελέγχου (Σχ.8.16) δίνει την δυνατότητα ελέγχου της ροής του λαδιού στο υδραυλικό κύκλωμα.



Σχ.8.16 Κύρια βαλβίδα ελέγχου VOLVO σε τομή.

Χωρίζεται σε δύο τμήματα, το αριστερό και το δεξί (Σχ.8.17). Το κάθε τμήμα αναλαμβάνει τον έλεγχο της αντίστοιχης πλευράς του μηχανήματος. Παράδειγμα όταν έχουμε ένα ζεύγος ενεργοποιητών, όπως οι υδραυλικοί κινητήρες κίνησης ή οι κύλινδροι της κεραίας, ο καθένας ελέγχεται από την αντίστοιχη μεριά της βαλβίδας. Οι υπόλοιποι ενεργοποιητές που είναι μεμονωμένοι απλά ελέγχονται από ένα από τα δυο τμήματα. Η κύρια αντλία χωρίζεται σε δυο μικρότερες για την κύρια παροχή λαδιού. Έτσι η κάθε αντλία διοχετεύει λάδι στο αντίστοιχο τμήμα της βαλβίδας.



Σχ.8.17 Κύρια βαλβίδα CAT σε τομή (ουδέτερη φάση).

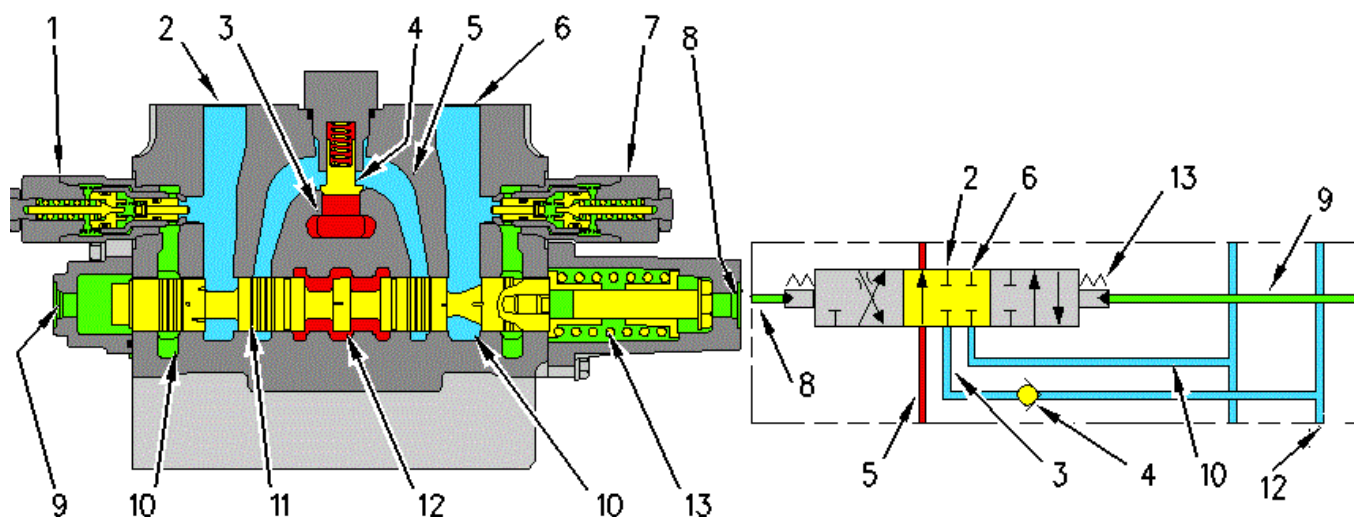
- | | |
|---------------------------------------|--------------------------------|
| 1) Βαλβίδα βραχίονα II | 13) Βαλβίδα κεραίας II |
| 2) Βαλβίδα κεραίας I | 14) Δεξιό τμήμα |
| 3) Βαλβίδα κάδου | 15) Αριστερό τμήμα |
| 4) Βαλβίδα συντήρησης | 16) Στόμιο αρνητικής ροής |
| 5) Βαλβίδα δεξιού κινητήρα πορείας | 17) Υποδοχή επιστροφής |
| 6) Παράλληλος αγωγός τροφοδοσίας | 18) Στόμιο αρνητικής ροής |
| 7) Υποδοχή εισαγωγής | 19) Αγωγός επιστροφής |
| 8) Βαλβίδα ευθείας πορείας | 20) Κεντρικό αγωγός παράκαμψης |
| 9) Βαλβίδα αριστερού κινητήρα πορείας | 21) Υποδοχή εισαγωγής |
| 10) Παράλληλος αγωγός τροφοδοσίας | 22) Κεντρικό αγωγός παράκαμψης |
| 11) Βαλβίδα κινητήρα περιστροφής | 23) Αγωγός επιστροφής |
| 12) Βαλβίδα βραχίονα I | |

Η πρώτη αντλία στέλνει λάδι στο δεξιό τμήμα 14 μέσω της υποδοχής 7. Το λάδι διανέμεται μέσω του κεντρικού αγωγού παράκαμψης 20 και του παράλληλου αγωγού τροφοδοσίας 6. Η δεύτερη αντλία στέλνει λάδι στο αριστερό τμήμα 15 μέσω της υποδοχής 21. Το λάδι διανέμεται μέσω του κεντρικού αγωγού παράκαμψης 22 και του παράλληλου αγωγού τροφοδοσίας 10.

Όταν όλα τα χειριστήρια είναι στην ουδέτερη θέση, η πρώτη αντλία στέλνει το λάδι στον κεντρικό αγωγό παράκαμψης 20 διοχετεύοντάς το από το στόμιο αρνητικής ροής 18, τον αγωγό επιστροφής 19 και 23 και την υποδοχή επιστροφής 17, επιστρέφοντάς το στην δεξαμενή. Το λάδι της δεύτερης αντλίας εισέρχεται από την υποδοχή εισαγωγής 21 μέσω του κεντρικού αγωγού παράκαμψης 22, περνώντας από το στόμιο αρνητικής ροής 16 και την υποδοχή επιστροφής 17 επιστρέφοντας στην δεξαμενή. Το λάδι στον παράλληλο αγωγό τροφοδοσίας 6 και 10 παραμένει μπλοκαρισμένο από τα πηνία των βαλβίδων.

Όταν ενεργοποιηθεί οποιοδήποτε από τα χειριστήρια, ανοίγουν δυο διαδρομές για το λάδι. Η μία διαδρομή είναι μέσω του κεντρικού αγωγού παράκαμψης 20 στην βαλβίδα του δεξιού κινητήρα πορείας 5. Η άλλη διαδρομή είναι μέσω του παράλληλου αγωγού τροφοδοσίας 6, της βαλβίδας συντήρησης 4, της βαλβίδας του κάδου 3 και της κεραίας 2. Επίσης με την ενεργοποίηση του χειριστηρίου το λάδι από την δεύτερη αντλία ρέει σε δύο διαδρομές. Στην μία μέσω του αγωγού παράκαμψης 22 στη βαλβίδα του αριστερού κινητήρα πορείας 9 και στη βαλβίδα του βραχίονα 12 και στην άλλη μέσω του παράλληλου αγωγού τροφοδοσίας 10 στην βαλβίδα του κινητήρα περιστροφής 11.

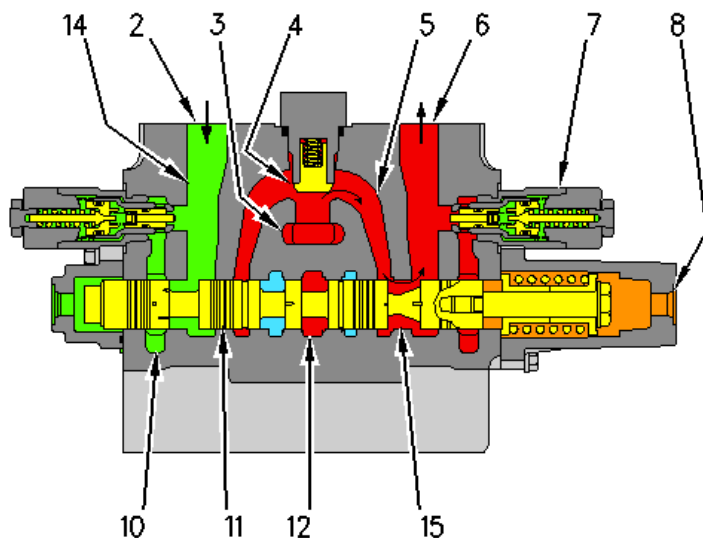
Για την περιγραφή της λειτουργίας των βαλβίδων ελέγχου θα αναφερθούν οι κινήσεις της βαλβίδας ελέγχου του κάδου στην ουδέτερη φάση (Σχ.8.18) και στην φάση του κλεισίματος του κάδου (Σχ.8.19).



Σχ.8.18 Βαλβίδα ελέγχου κάδου CAT (ουδέτερη φάση).

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> 1) Βαλβίδα ανακούφισης γραμμής (τέλος βάρου κυλίνδρου κουβά) 2) Υποδοχή 3) Παράλληλος αγωγός τροφοδοσίας 4) Βαλβίδα ελέγχου φορτίου 5) Αγωγός 6) Υποδοχή | <ul style="list-style-type: none"> 7) Βαλβίδα ανακούφισης γραμμής (τέλος κεφαλής κυλίνδρου κουβά) 8) Υποδοχή πιλοτηρίου 9) Υποδοχή πιλοτηρίου 10) Αγωγός επιστροφής 11) Πηνίο 12) Κεντρικός αγωγός παράκαμψης 13) Ελατήριο |
|---|---|

Όταν τα χειριστήρια είναι στην ουδέτερη θέση, το λάδι από το πιλοτήριο δεν ρέει στις υποδοχές 8 και 9. Το πηνίο 11 κεντράρεται από την δύναμη του ελατηρίου 13 και το λάδι από την πρώτη αντλία επιστρέφει μέσω του κεντρικού αγωγού παράκαμψης στην δεξαμενή.

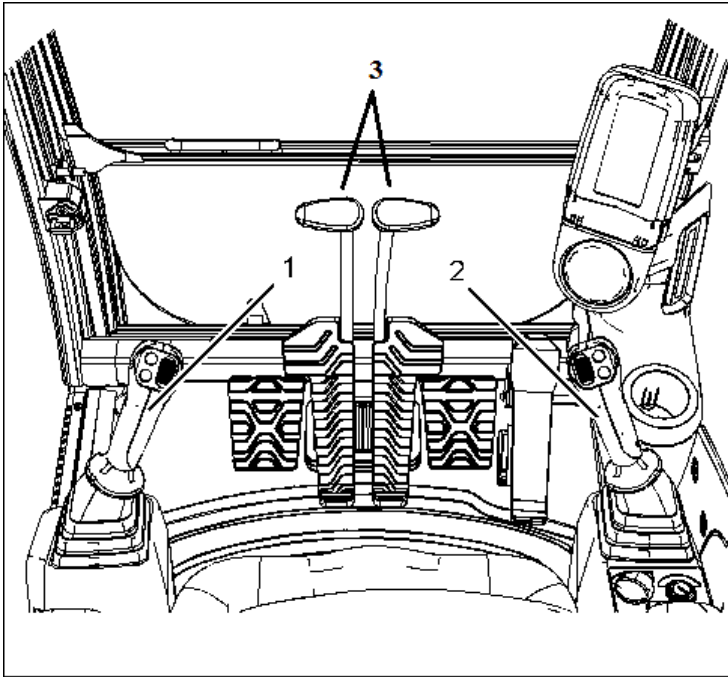


Σχ.8.19 Βαλβίδα ελέγχου κάδου CAT (φάση κλειστού κάδου).
14) Αγωγός, 15) αγωγός.

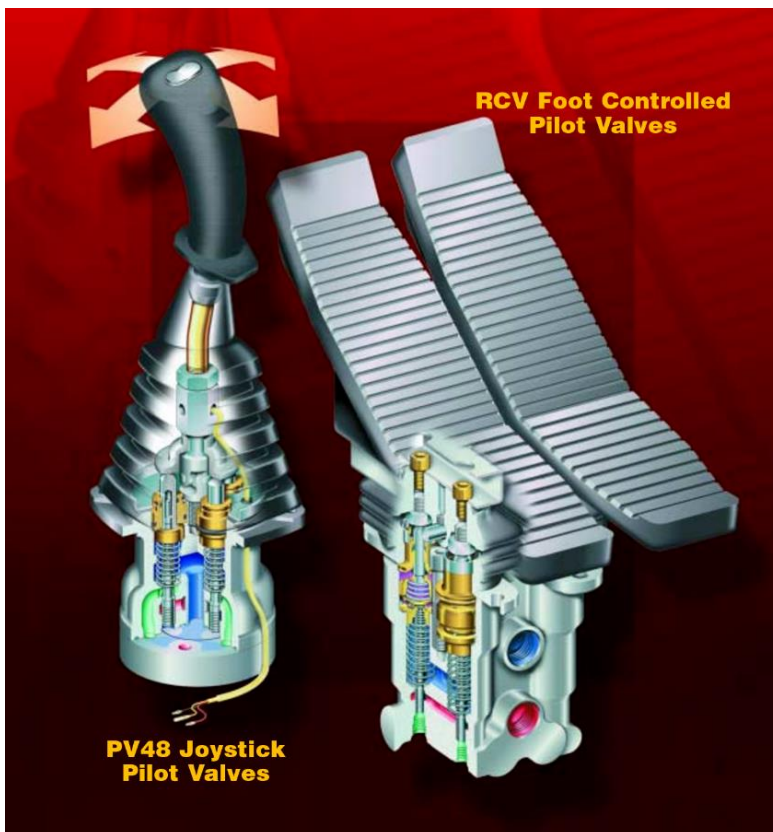
Όταν το χειριστήριο για τον κάδο κινηθεί στην θέση για το κλείσιμο του κάδου, το λάδι από το πιλοτήριο εισέρχεται στην υποδοχή 8 σπρώχνοντας το πηνίο 11 προς αριστερά, κλείνοντας τον κεντρικό αγωγό παράκαμψης 12 και ανοίγοντας των αγωγό 15. Ο αγωγός 14 επικοινωνεί με τον αγωγό επιστροφής 10. Τότε το λάδι στον παράλληλο αγωγό τροφοδοσίας 3 ρέει μέσω της βαλβίδας ελέγχου φορτίου 4 και των αγωγών 5 και 15 στην υποδοχή 6. Το βάκτρο του κυλίνδρου του κάδου εκτείνεται και το εκτοπισμένο λάδι στο τέλος του βάκτρου ρέει στην υποδοχή 2 και μέσω του αγωγού επιστροφής φτάνει πίσω στην δεξαμενή.

8.5 Χειριστήρια

Ο έλεγχος την κύριας βαλβίδας ελέγχου γίνεται από τα χειριστήρια του πιλοτηρίου (Σχ.8.20). Τα χειριστήρια είναι σαν μια μικρότερη βαλβίδα ελέγχου η οποία τροφοδοτείται από μια μικρότερη τρίτη αντλία. Έτσι όταν τα χειριστήρια κινηθούν οι βαλβίδες ελέγχου του πιλοτηρίου (Σχ.8.21) αφήνουν το λάδι να φτάσει στις υποδοχές της κύριας βαλβίδας και να κινησει τα πηνία της.

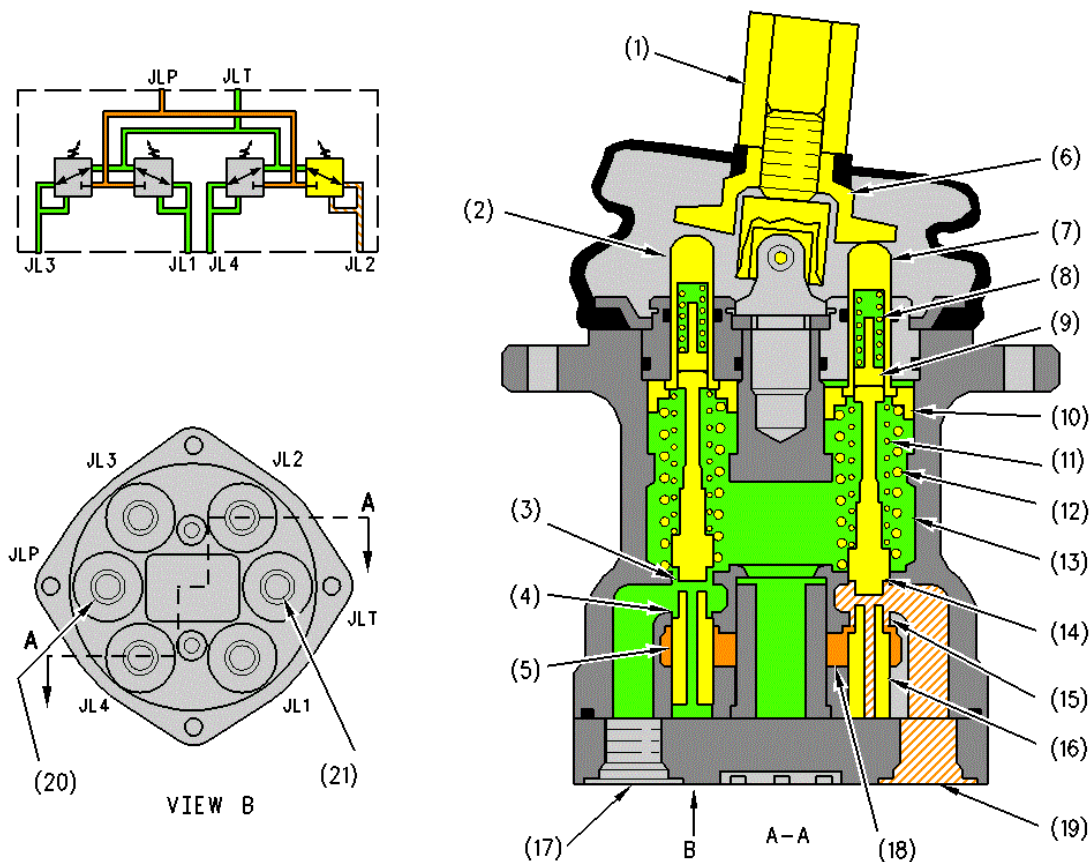


Σχ.8.20 Πιλοτήριο.
1,2) χειριστήρια, 3) χειριστήρια πορείας με επιπρόσθετα πεντάλ.



Σχ.8.21 Βαλβίδες ελέγχου στα χειριστήρια και πεντάλ.

Στο Σχ.8.22 απεικονίζεται το υδραυλικό κύκλωμα των χειριστηρίων του πιλοτηρίου της CAT.



Σχ.8.22 Βαλβίδα ελέγχου πιλοτηρίου CAT (φάση ελαφριάς μετακίνησης).

- | | |
|----------------------|---|
| 1) Χειριστήριο | 12) Ελατήριο |
| 2) Ράβδος | 13) Θάλαμος επιστροφής |
| 3) Αγωγός επιστροφής | 14) Αγωγός επιστροφή |
| 4) Αγωγός | 15) Αγωγός |
| 5) Πηνίο | 16) Πηνίο |
| 6) Πλάκα | 17) Υποδοχή (επιστροφή πίεσης στην βαλβίδα) |
| 7) Ράβδος | 18) Αγωγός (τροφοδοσία πιλοτηρίου) |
| 8) Ελατήριο | 19) Υποδοχή (μειωμένη πίεση στη βαλβίδα) |
| 9) Έδρα | 20) Υποδοχή (παροχή πιλοτηρίου) |
| 10) Έδρα | 21) Υποδοχή (δεξαμενής) |
| 11) Ελατήριο | |

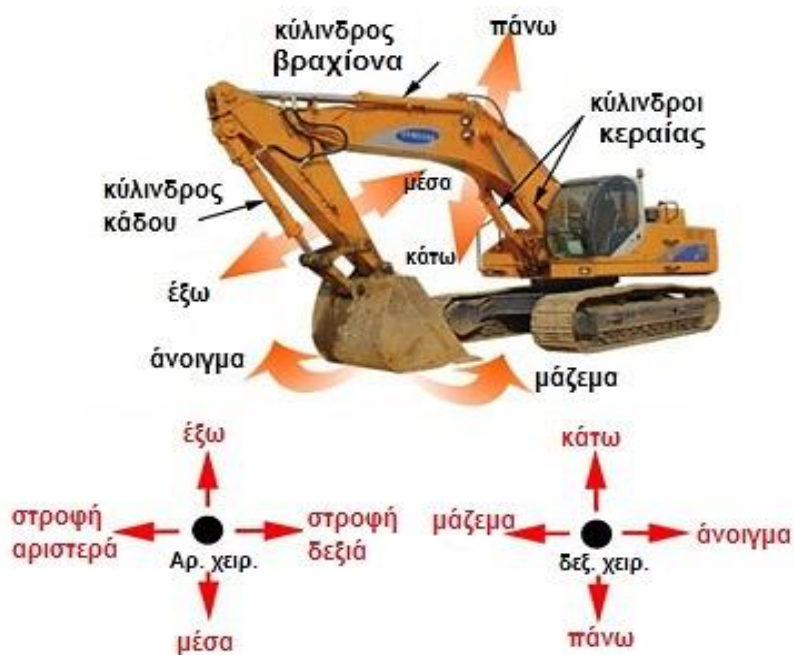
Όταν το χειριστήριο 1 μετακινηθεί δεξιά, η πλάκα 6 γέρνει προς τα δεξιά σπρώχνοντας την ράβδο 7 προς τα κάτω. Η έδρα 10 κινείται προς τα κάτω αντίθετα των δυνάμεων των ελατηρίων 11 και 12. Το ελατήριο 11 μετακινεί το πηνίο 16 προς τα κάτω ανοίγοντας τον αγωγό 15. Από την υποδοχή 20 το λάδι ρέει μέσω των αγωγών 18 και 15 στην υποδοχή 19, που πηγαίνει προς την κύρια βαλβίδα ελέγχου. Εκεί το λάδι μετατοπίζει το αντίστοιχο πηνίο για την ενεργοποίηση κάποιου κυλίνδρου ή κινητήρα.

Για να επιστρέψει το λάδι του πιλοτηρίου στην αντίθετη μεριά του πηνίου της κύριας βαλβίδας εισέρχεται από την υποδοχή 17. Αφού η ράβδος 2 δεν πιέζεται κάτω από την πλάκα 6 ανοίγει ο αγωγός 3 και κλείνει ο αγωγός 4. Το λάδι επιστρέφει μέσω του αγωγού 3 στον θάλαμο 13 και μέσω της υποδοχής 21 επιστρέφει στην δεξαμενή.

Ανάλογα με το μέγεθος της κίνησης του χειριστηρίου μεταβάλλεται και η δύναμη του ελατηρίου 11 που μετατοπίζει το πηνίο 16 αφήνοντας το λάδι να περάσει από τον αγωγό 15 προς την κύρια βαλβίδα του μηχανήματος. Όταν το χειριστήριο κινείται ελαφρώς από την ουδέτερη θέση, η μετατόπιση του πηνίου 16 από το ελατήριο 11 είναι μικρή. Η χαμηλή πίεση του λαδιού που φτάνει στην κύρια βαλβίδα μετατοπίζει με την σειρά του ελάχιστα το αντίστοιχο πηνίο. Έτσι ο όγκος του λαδιού που πηγαίνει στους κυλίνδρους ή/και στους κινητήρες είναι μικρός με αποτέλεσμα η ταχύτητα της κίνησης να είναι μικρή. Όταν η κίνηση του χειριστηρίου μεγαλώνει, αυξάνεται η δύναμη του ελατηρίου 11 μετατοπίζοντας περισσότερο το πηνίο 16, μετακινώντας λόγο της υψηλής πίεσης του λαδιού περισσότερο και το αντίστοιχο πηνίο στην κύρια βαλβίδα. Έτσι η ταχύτητα των κυλίνδρων ή/και των κινητήρων αυξάνεται. Άρα η ταχύτητα κίνησης του μηχανήματος έχει άμεση ανταπόκριση στην κίνηση των χειριστηρίων.

Στην φάση που το χειριστήριο κινείται ελαφρώς, μόνο το ελατήριο 11 επενεργεί στο πηνίο 16. Εφόσον υπάρχει μικρή πίεση λαδιού που ρέει προς την κύρια βαλβίδα ελέγχου, οι κινήσεις εκτελούνται με μικρή ταχύτητα. Έτσι υπάρχει ακρίβεια στον έλεγχο των ενεργοποιητών. Όταν κινηθεί περισσότερο το κάτω μέρος της ράβδου 7, έρχεται σε επαφή με το ελατήριο 8 και τότε το σύνολο των δυνάμεων των ελατηρίων 11 και 8 επενεργούν μαζί στο πηνίο 16 αυξάνοντας γρήγορα την πίεση του λαδιού. Έτσι οι κύλινδροι ή/και οι κινητήρες ανταποκρίνονται πιο γρήγορα. Όταν ελευθερωθεί, το χειριστήριο επιστρέφει στην ουδέτερη φάση από την δύναμή του ελατηρίου 12

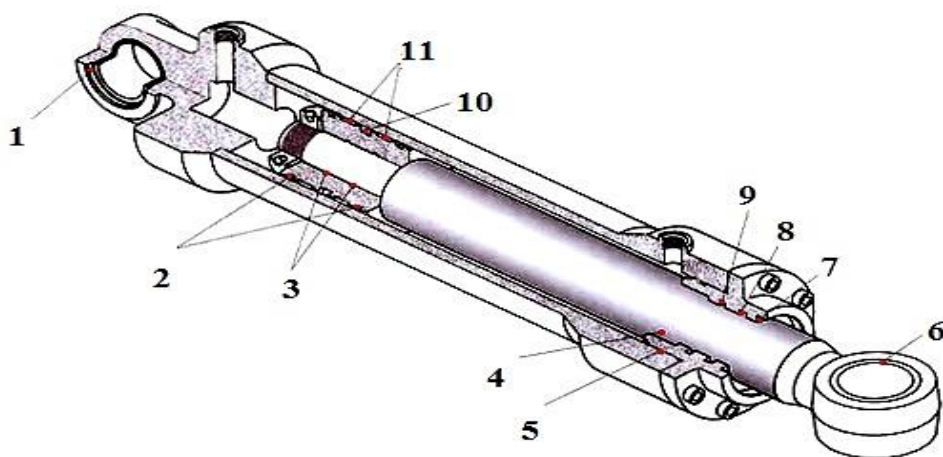
Στο Σχ.8.23 απεικονίζονται οι κινήσεις για τον χειρισμό του εκσκαφέα.



Σχ.8.23 Χειρισμός εκσκαφέα SAMSUNG.

8.6 Υδραυλικοί κύλινδροι

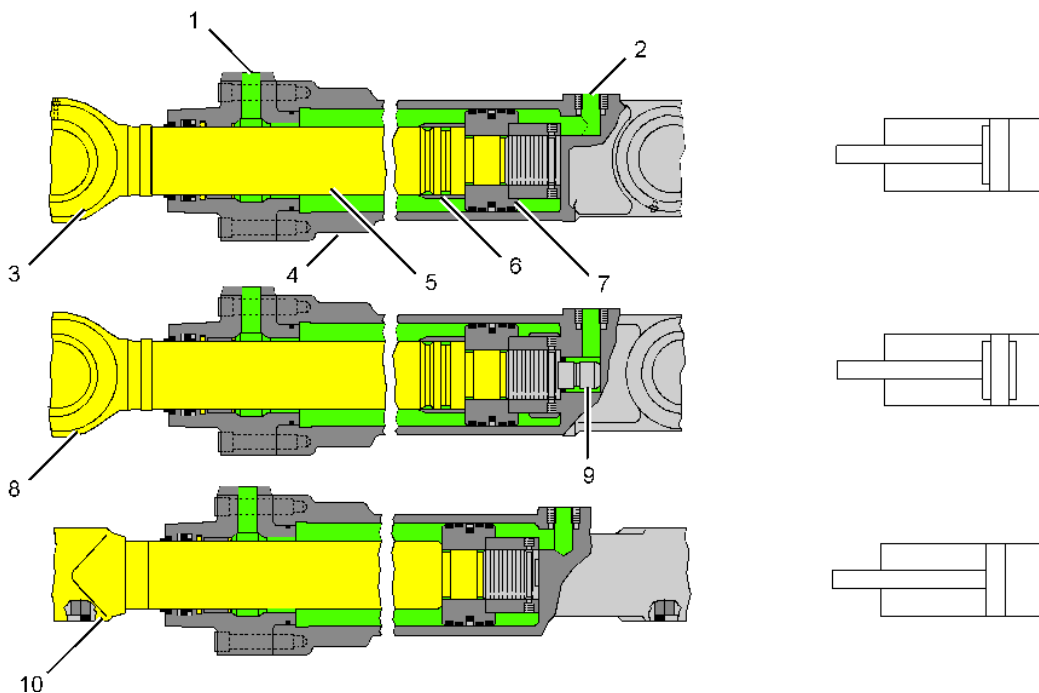
Στο τελευταίο στάδιο της κίνησης έχουμε τους κυλίνδρους (Σχ.8.24). Αφού έχει δώσει εντολή το πιλοτήριο και ανοίξει την ροή η κύρια βαλβίδα, το λάδι φτάνει στον κύλινδρο είτε για τον επεκτείνει, είτε για να τον μαζέψει.



Σχ.8.24 Υδραυλικός κύλινδρος σε τομή.

- | | |
|-----------------------------|------------------------------|
| 1) Δακτύλιος προστασίας | 7) Δακτύλιος καθαρισμού |
| 2) Δακτύλιος στεγανοποίησης | 8) Εφεδρικός δακτύλιος βάρου |
| 3) Δακτύλιος | 9) Δακτύλιος ρύθμισης |
| 4) Βάκτρο | 10) Δακτύλιος εμπόλου |
| 5) Δακτύλιος | 11) Δακτύλιος τριβής |
| 6) Δακτύλιος προστασίας | |

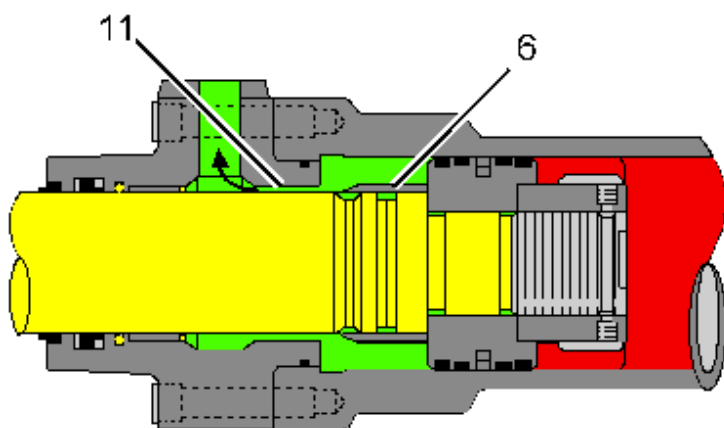
Στο Σχ.8.25 βλέπουμε σε τομή τους υδραυλικούς κυλίνδρους της CAT. Στην δεξιά μεριά φαίνεται σε ποια σημεία έχουν αποσβεστήρες, ώστε να έχουν ομαλή παύση της κίνησης.



Σχ.8.25 Υδραυλικοί κύλινδρος CAT.

- | | |
|---------------------------|------------------------|
| 1) Υποδοχή τέλους βάκτρου | 6) Αποσβεστήρας |
| 2) Υποδοχή τέλους κεφαλής | 7) Έμβολο |
| 3) Κύλινδρος κεραίας | 8) Κύλινδρος βραχίονας |
| 4) Θάλαμος | 9) Αποσβεστήρας |
| 5) Βάκτρο | 10) Κύλινδρος κάδου |

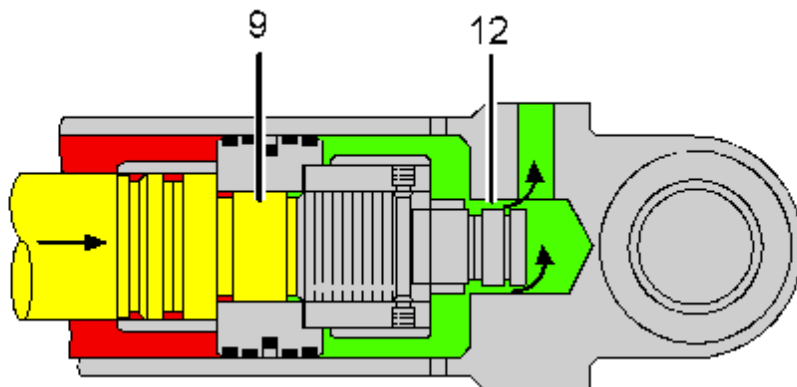
Στα Σχ.8.26 και Σχ.8.27 βλέπουμε την ροή του λαδιού κατά την απόσβεση των υδραυλικών κυλίνδρων.



Σχ.8.26 Λειτουργία αποσβεστήρα κυλίνδρου CAT.

- | |
|-----------------|
| 6) Αποσβεστήρας |
| 1) Αγωγός |

Όταν η κίνηση του κυλίνδρου της κεραίας 3 ή του βραχίονα 8 φτάνει στο τέλος της έκτασης, ο αγωγός 11 περιορίζεται από τον αποσβεστήρα 6. Η κίνηση του βάκτρου μειώνεται πριν τερματίσει τελείως



Σχ.8.27 Λειτουργία αποσβεστήρα κυλίνδρου (επιστροφή βάκτρου).

9) Αποσβεστήρας

2) Αγωγός

Όταν η κίνηση του κυλίνδρου του βάκτρου φτάνει στο τέλος της επαναφοράς, ο αγωγός 12 περιορίζεται από τον αποσβεστήρα 9. Η κίνηση του βάκτρου μειώνεται πριν σταματήσει. Με αυτή την επιβράδυνση απορροφάται μέρος από το φορτίο.

9. Μελλοντική εξέλιξη

9.1 Εξέλιξη του εκσκαφέα

Παλαιότερα η λειτουργία του εκσκαφέα γινόταν με πλήρως μηχανικό τρόπο. Η μετάδοση γινόταν μέσω αξόνων, οδοντωτών τροχών και οι κινήσεις μέσω τροχαλιών και συρματόσχοινων. Επίσης η πέδηση γινόταν με τροχοπέδες και ταμπούρα. Τώρα όλα γίνονται υδραυλικά μέσω κυλίνδρων και υδραυλικών κινητήρων και αντλιών. Οι εκσκαφείς στις μέρες μας φέρουν ηλεκτρονικές μονάδες ελέγχου και για τον κινητήρα αλλά και για τις λειτουργίες των συστημάτων πέδησης και εκσκαφής βελτιώνοντας την απόδοση αλλά και τον έλεγχο του μηχανήματος.

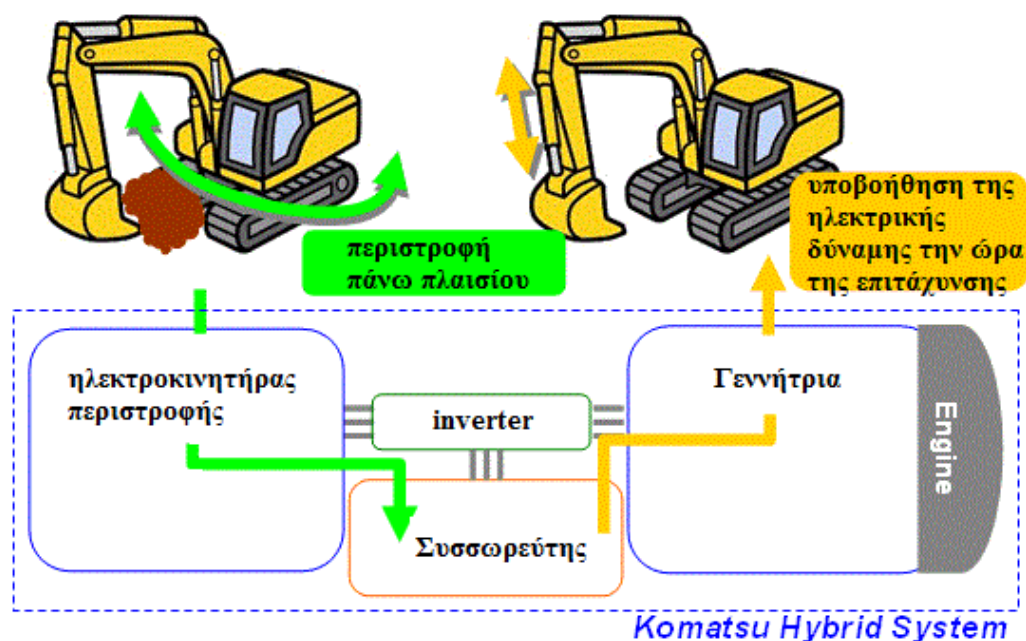
Η εξέλιξη όμως δεν σταματάει εδώ. Οι εκσκαφείς νέας γενιάς διαθέτουν συστήματα που διευκολύνουν τον χειριστή και συμβάλλουν δυναμικά στην αποτελεσματικότητα των εργασιών. Εκτός από την οθόνη της καμπίνας που κάνει δυνατή την ακριβή παρακολούθηση της εργασίας, τα μηχανήματα εξοπλίζονται και με συσκευή GPS ώστε να έχουν τρισδιάστατο προσανατολισμό των εργασιών. Ο χειριστής εισάγει μια κάρτα δεδομένων στο υπολογιστή του μηχανήματος. Ο υπολογιστής μέσω του GPS αντιλαμβάνεται τον χώρο έτσι ώστε να υπολογίζει την κάθε κίνηση που κάνει ο χειριστής και να την συγκρίνει με την προκαθορισμένη. Ο υπολογιστής μπορεί να ελέγξει με ακρίβεια την θέση, το ύψος και την κλίση των λεπίδων του κάδου. Εκτός από GPS μπορούν να χρησιμοποιηθούν και άλλοι αισθητήρες όπως laser, ATS και Sonic Tracer που βλέπουμε στο Σχ.9.1.



Σχ.9.1 Σύγχρονοι αισθητήρες.

Εκτός από το έλεγχο της εκσκαφής, μεγάλη εξέλιξη υπάρχει στον ενεργειακό τομέα του εκσκαφέα με σκοπό την καλύτερη κατανάλωση αλλά και την μείωση ρύπων. Αρχικά έχουν ξεκινήσει να παράγονται υβριδικοί εκσκαφείς οι οποίοι έχουν αντί για υδραυλικό κινητήρα περιστροφής έναν ηλεκτροκινητήρα (Σχ.9.2). Καθώς μειώνεται η ταχύτητα της περιστροφής του σκάφους, η ενέργεια

που παράγεται αποθηκεύεται σε έναν συσσωρευτή και χρησιμοποιείται για την υποστήριξη της κινητήριας ισχύος μέσω της γεννήτριας όταν ο κινητήρας επιταχύνει. Έτσι η οικονομία της κατανάλωσης φτάνει το 25% κατά μέσο όρο και μπορεί να φτάσει και στη μέγιστη μείωση της κατανάλωσης 41% έναντι του ίδιου μοντέλου εκσκαφέα χωρίς ηλεκτρική υποβοήθηση.



Σχ.9.2 Υβριδικό σύστημα εκσκαφέα Komatsu.

Σαν μελλοντική εξέλιξη έρχεται ο πλήρως ηλεκτρικός εκσκαφέας της Volvo (Σχ.9.3). Πρόκειται για έναν mini εκσκαφέα αστικής χρήσης, ο οποίος χρησιμοποιεί μόνο μπαταρίες για την τροφοδοσία του με σκοπό την εξάλειψη ρύπων και θορύβου μέσα στην πόλη. Θα μπορεί να τροφοδοτείται παράλληλα και από πηγές ηλεκτρισμού μέσα στην πόλη, ενώ θα μπορεί να ελέγχεται και με εξωτερικό χειριστήριο-ταμπλέτα ώστε να μπορεί ο χειριστής να είναι έξω από το μηχάνημα και να επιβλέπει. Τέλος θα διαθέτει αισθητήρες ειδοποίησης για πεζούς και αερόσακους στην καμπίνα για την προστασία του χειριστή από σύγκρουση, ανατροπή ή πτώση αντικειμένων.



Σχ.9.3 Εκσκαφέας ηλεκτροκίνητος VOLVO gaiaX.

9.2 Συμπεράσματα

Στα πλαίσια της παρούσας πτυχιακής εργασίας αναλύθηκαν τόσο τα υδραυλικά κυκλώματα ενός ερπυστριοφόρου εκσκαφέα, όσο και η κατασκευαστική του διαμόρφωση, ενώ δόθηκαν και τεχνικά χαρακτηριστικά για την κατηγορία μεσαίων και άνω μηχανημάτων.

Πρόκειται αναμφίβολα για ένα μηχάνημα με σημαντικό ρόλο στα δομικά έργα είτε σε εργοτάξιο είτε και μέσα σε πόλη, με αρκετή ευελιξία μιας και δεν επικεντρώνεται μόνο στην εκσκαφή και μεταφορά εδάφους, χάρις τα επιπλέον εξαρτήματα που μπορεί να χρησιμοποιήσει.

Τέλος η εξέλιξη του μηχανήματος με την βοήθεια ηλεκτρονικής μονάδας και αισθητήρων, βελτιώνει την απόδοση και την αποτελεσματικότητα του μηχανήματος σε κάθε περίπτωση, μειώνοντας παράλληλα την κατανάλωση καυσίμου.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Αλεστά Α. Παντουβάκης Π. κ.α. (2003), *Αρχές Οργάνωσης και Διοίκησης Έργων, Οργάνωση και Διοίκηση Εργοταξίου, Τόμος Β', Ε.Α.Π., Πάτρα.*

Κουτρουμάνου Ε., Μπούσιας Ε. κ.α. (2003), *Τεχνική της Κατασκευής, Δομικά Υλικά και Εξοπλισμός Κατασκευής Τεχνικών Έργων, Τόμος Γ', Ε.Α.Π., Πάτρα.*

Παραδεισιάδης Γ. (2014), *Οχήματα δομικών έργων, ΣΤΕΦ, ΤΕΙ Θεσσαλονίκης*

Liebherr Instruction Manual A series

Lakshminarayanan R. (2011), *Know How Hydraulic Excavator presentation*

<http://ropsfops.com>

www.volvoce.com

www.eltrakka.gr

www.ergontzanidakis.gr

www.hitachi-c-m.com

www.komatsuamerica.com

www.skf.com

<http://troubleshooting-heavy-equipment.blogspot.gr>