

Κίνδυνοι κραδασμών στην εργασία

Θωμάς Κοντογιάννης

Πολυτεχνείο Κρήτης

Δυσμενείς επιπτώσεις των δονήσεων

- Επηρεάζουν το κυκλοφορικό σύστημα του εργαζομένου
- Προκαλούν πονοκεφάλους, ναυτία, αϋπνία, και διαταραχές του πεπτικού συστήματος.
- Προκαλούν βλάβες της σπονδυλικής στήλης, διαταραχές του καρδιακού ρυθμού, καθώς και προβλήματα στην ισορροπία του ανθρώπου (για μακροχρόνια έκθεση)
- Προκαλούν μικροτραυματισμούς των μαλακών ιστών
- Συνδρόμο Δονήσεων Χειρός (ΣΔΧ)

Συνδρόμου Δονήσεων Χειρός (ΣΔΧ)



Τα συμπτώματα του ΣΔΧ εκδηλώνονται με επεισόδια κατά τα οποία τα δάκτυλα αρχίζουν να ασπρίζουν, να παγώνουν και να μην αισθάνονται τα διάφορα ερεθίσματα.

Εάν δεν ληφθούν μέτρα υγείας, μπορεί να επέλθει μόνιμη βλάβη, με τη μορφή απώλειας λειτουργίας των δακτύλων.

Η εμφάνιση του ΣΔΧ σχετίζεται με την ένταση της δόνησης, τη διάρκεια έκθεσης και τη συσσωρευμένη έκθεση σε μεγάλο χρονικό διάστημα.

Χαρακτηριστικά δονήσεων

Οι μηχανικές δονήσεις χαρακτηρίζονται από:

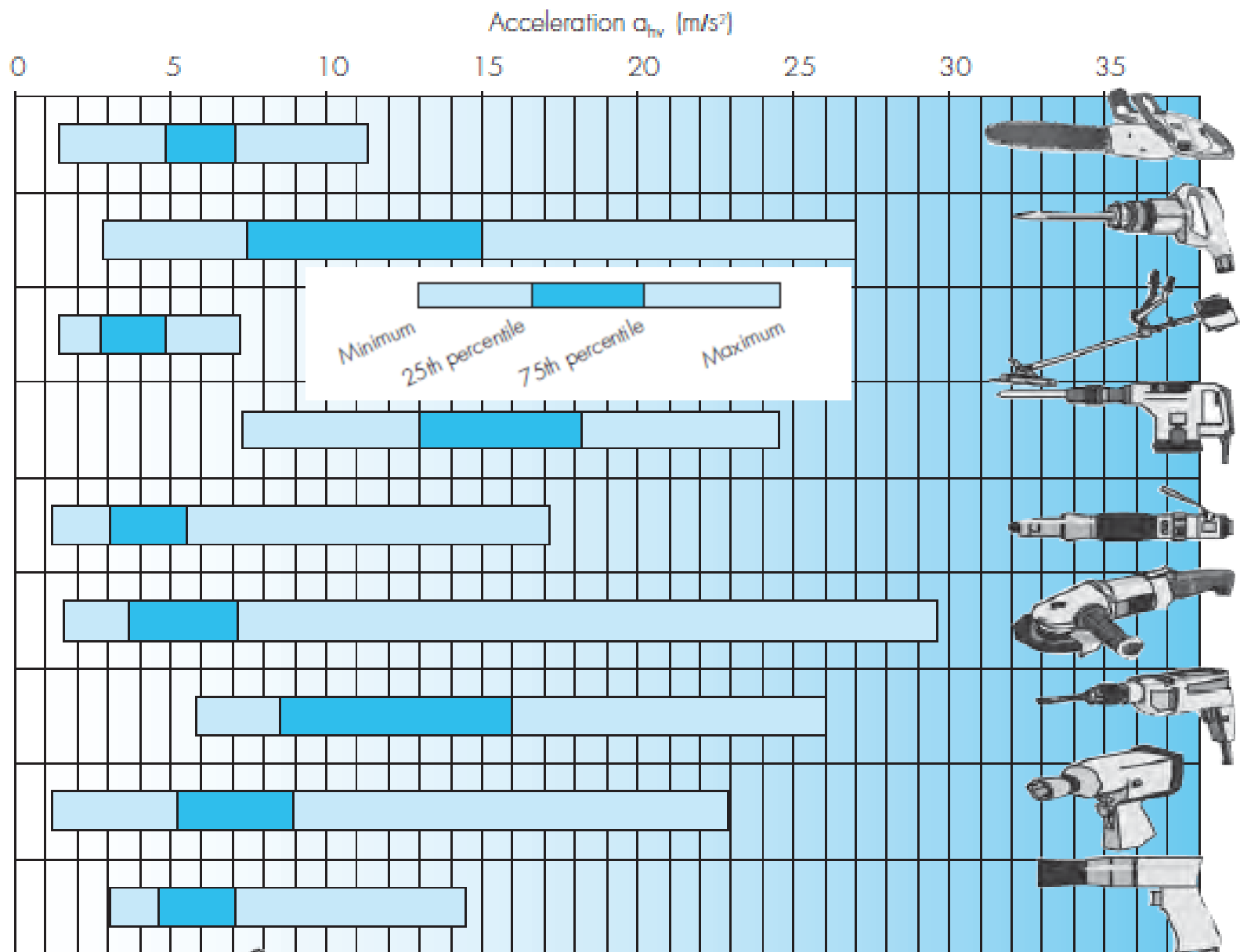
- τη διεύθυνση ταλάντωσης
- το πλάτος ταλάντωσης T (sec) ή συχνότητα f (Hz)
- την ένταση (m/s^2) αυτής
- τη διάρκεια των δονήσεων

Θεωρούμε ότι το σώμα είναι ένα σύστημα που αποτελείται από μάζες, ελατήρια, αποσβεστήρες και συζευκτήρες.

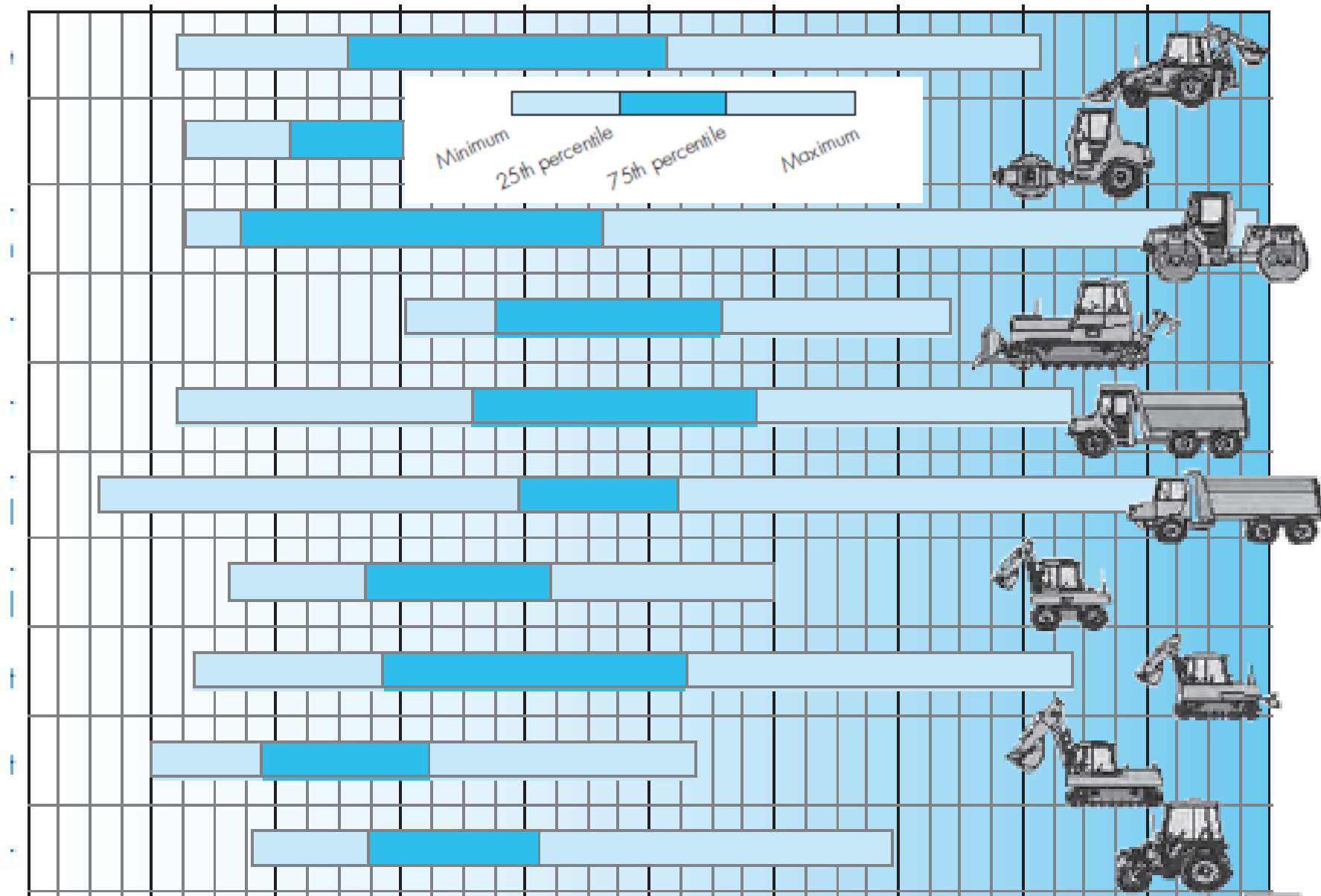
Όταν το σώμα δονείται, ταλαντεύονται μαζί όλα τα μέλη και όργανά του, όχι όμως ομοιόμορφα, επειδή δεν είναι προσκολλημένα σταθερά στο σώμα και έχουν διαφορετικές ιδιοσυχνότητες.

Αντιδράσεις του σώματος σε δονήσεις

- Δονήσεις 2,5 - 5 Hz επηρεάζουν τους σπονδύλους του αυχένα και της οσφυϊκής χώρας
- Δονήσεις 4 - 6 Hz επηρεάζουν τους ώμους και το λαιμό
- Δονήσεις 20 - 30 Hz δημιουργούν ισχυρό συντονισμό μεταξύ κεφαλιού και ώμων σε καθήμενα άτομα
- Σε δονήσεις 1-2 Hz το ανθρώπινο σώμα αντιδρά ως ομοιογενής μάζα
- Σε δονήσεις > 20 Hz αντιδρά ως ένα σύνθετο σύστημα αποτελούμενο από διαφορετικά μέρη, το καθένα με ιδιαίτερη συμπεριφορά ανάλογα με την ελαστικότητα και την αδράνεια του.



0.0 0.2 0.4 0.6 0.8 1.0 1.2 1.4 1.6 1.8 2.0



Μετρήσεις δονήσεων



Παράγοντες που επηρεάζουν την ένταση των δονήσεων:

- τύπος εργαλείου
- το είδος του προϊόντος που κατεργάζεται το εργαλείο,
- η τεχνική
- η στάση του σώματος του εργαζομένου

Ημερήσια έκθεση σε δονήσεις $A(8)$

Εάν ένας εργαζόμενος χειρίζεται για 2 ώρες ένα εργαλείο χειρός στο οποίο αναγράφεται ότι προκαλεί δονήσεις $10 \text{ (m/s}^2\text{)}$ τότε η ημερήσια έκθεση σε δονήσεις $A(8)$ είναι:

$$A(8) = a_{hv} \sqrt{(T/T_o)}$$

Αντικαθιστώντας τις τιμές $a_{hv} = 10 \text{ (m/s}^2\text{)}$, $T = 2 \text{ hrs}$ και $T_o = 8 \text{ hrs}$, έχουμε:

$$A(8) = 10 \sqrt{(2/8)} = 5 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

Αυτό σημαίνει ότι η χρήση δύο ωρών ενός εργαλείου που προκαλεί δονήσεις $10 \text{ (m/s}^2\text{)}$ ισοδυναμεί με οκτάωρη χρήση ενός εργαλείου που προκαλεί δονήσεις $5 \text{ (m/s}^2\text{)}$.

Αναγωγή της τιμής των σε ένα σύστημα βαθμών δόνησης (points)

Για δονήσεις βραχίονα- χειρός:

$$P_{E,1h} = 2 a_{hv}^2 \text{ (points)}$$

όπου,

$P_{E,1h}$: οι βαθμοί που συγκεντρώνονται για 1 ώρα χρήσης του εργαλείου

a_{hv} : η ένταση των δονήσεων του εργαλείου (m/s^2)

Για δονήσεις στο σώμα:

$$P_{E,1h} = 50 (K a_w)^2 \text{ (points)}$$

όπου,

$P_{E,1h}$: οι βαθμοί που συγκεντρώνονται για 1 ώρα χρήσης του μηχανήματος

a_w : η ένταση των δονήσεων του μηχανήματος (m/s^2)

K : πολλαπλασιαστής (1,4 για τους άξονες x,y και 1,0 για τον άξονα z)

Υπολογισμός έντασης κραδασμών από τρία εργαλεία χειρός

Κάποιος χρησιμοποιεί 3 εργαλεία που παράγουν κραδασμούς 4 m/s^2 (για 3 ώρες), 3 m/s^2 (για 1 ώρα) και 20 m/s^2 (για 15 λεπτά) τότε η συνολική ένταση των κραδασμών, αναγόμενη σε ένα

οκτάωρο	$a_{hv} \text{ (m/s}^2\text{)}$	Διάρκεια (ώρες)	$P_{E,1h}$ (ανά ώρα)	Ημ. έκθεση (points)	Ημ. έκθεση $A(8)$ m/s^2
Εργαλείο Α	4	2,5	32	80	2,2
Εργαλείο Β	3	1	18	18	1,1
Εργαλείο Γ	20	1/4	800	200	3,5
Άθροισμα				298	4.3 (*)

$$(*) \text{ 4,3} = \sqrt{2,2^2 + 1,1^2 + 3,5^2}$$

Οριακές τιμές έκθεσης σε κραδασμούς

Στο σύστημα χειρός-βραχίονα (αναγόμενες σε χρονική περίοδο αναφοράς 8 ωρών) είναι:

- ημερήσια τιμή έκθεσης για ανάληψη δράσης (Exposure Action Value) $2,5 \text{ m/s}^2 A(8)$ ή 100 points
- ημερήσια οριακή τιμή έκθεσης (Exposure Limit Value) $5 \text{ m/s}^2 A(8)$ ή 400 points

Για ολόκληρο το σώμα (αναγόμενες σε χρονική περίοδο αναφοράς 8 ωρών) είναι:

- ημερήσια τιμή έκθεσης για ανάληψη δράσης (Exposure Action Value) $0,5 \text{ m/s}^2 A(8)$ ή 100 points
- ημερήσια οριακή τιμή έκθεσης (Exposure Limit Value) $1,15 \text{ m/s}^2 A(8)$ ή 529 points

Μέτρα προστασίας για δονήσεις στο σύστημα βραχίονος - χειρός

- **Μέτρα εξάλειψης κινδύνου** - π.χ. αλλαγή μεθόδου εργασίας, αγορά νέου εξοπλισμού, απομάκρυνση ανθρώπου από τη διαδικασία με την αυτοματοποίηση
- **Μέτρα αντικατάστασης υλικών και μεθόδων.** Στη χειρωνακτική διακίνηση φορτίων μπορεί να γίνει μείωση του μεγέθους του φορτίου, αναδιανομή του βάρους σε περισσότερα φορτία, σχεδιασμός λαβών στις άκρες του φορτίου
- **Σχεδιαστικά μέτρα.** Αυτά τα μέτρα δε μειώνουν τον κίνδυνο, αλλά παρεμβάλλονται μεταξύ της πηγής κινδύνου και του εργαζομένου, για να αποτρέψουν την πρόσβαση στο κίνδυνο.
- **Οργανωτικά μέτρα.** Τα οργανωτικά μέτρα δεν εξαλείφουν τους κινδύνους αλλά μπορούν να μειώσουν το χρόνο έκθεσης των εργαζομένων σε αυτούς.
- **Μέσα Ατομικής Προστασίας**

Εξάλειψη κραδασμών με αυτοματοποίηση των κατεργασιών (1/2)



Σε ένα μικρό χυτήριο χάλυβα, οι χειριστές χρησιμοποιούσαν εργαλεία με δίσκους κοπής για να απομακρύνουν κάποιους μεταλλικούς οδηγούς που παρέμειναν στο χυτό. Κατά τη διάρκεια ενός τυπικού κύκλου εργασίας, οι χειριστές ήταν εκτεθειμένοι σε δονήσεις 5 m/s^2 για 5 ώρες την ημέρα, με ημερήσια έκθεση σε δονήσεις $4 \text{ m/s}^2 \text{ A}(8)$

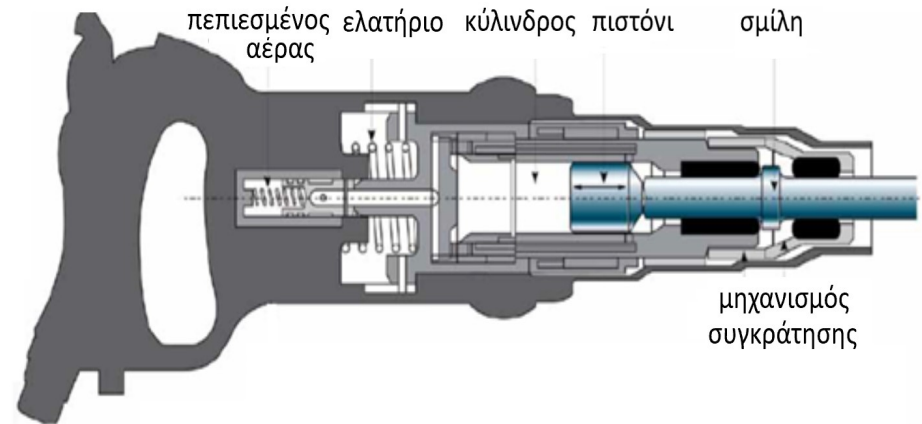
Εξάλειψη κραδασμών με αυτοματοποίηση των κατεργασιών (2/2)



Η εργασία αυτή συνοδευόταν από μεγάλο θόρυβο και χειρωνακτική διακίνηση φορτίων.

Η διοίκηση αποφάσισε να αγοράσει μια μηχανή κοπής όπου η κοπή των χυτών γινόταν με ένα μεγάλο λειαντικό τροχό τοποθετημένο σε ένα κατάλληλο βραχίονα.

Σχεδιασμός εργαλείων με μηχανισμούς απόσβεσης κραδασμών

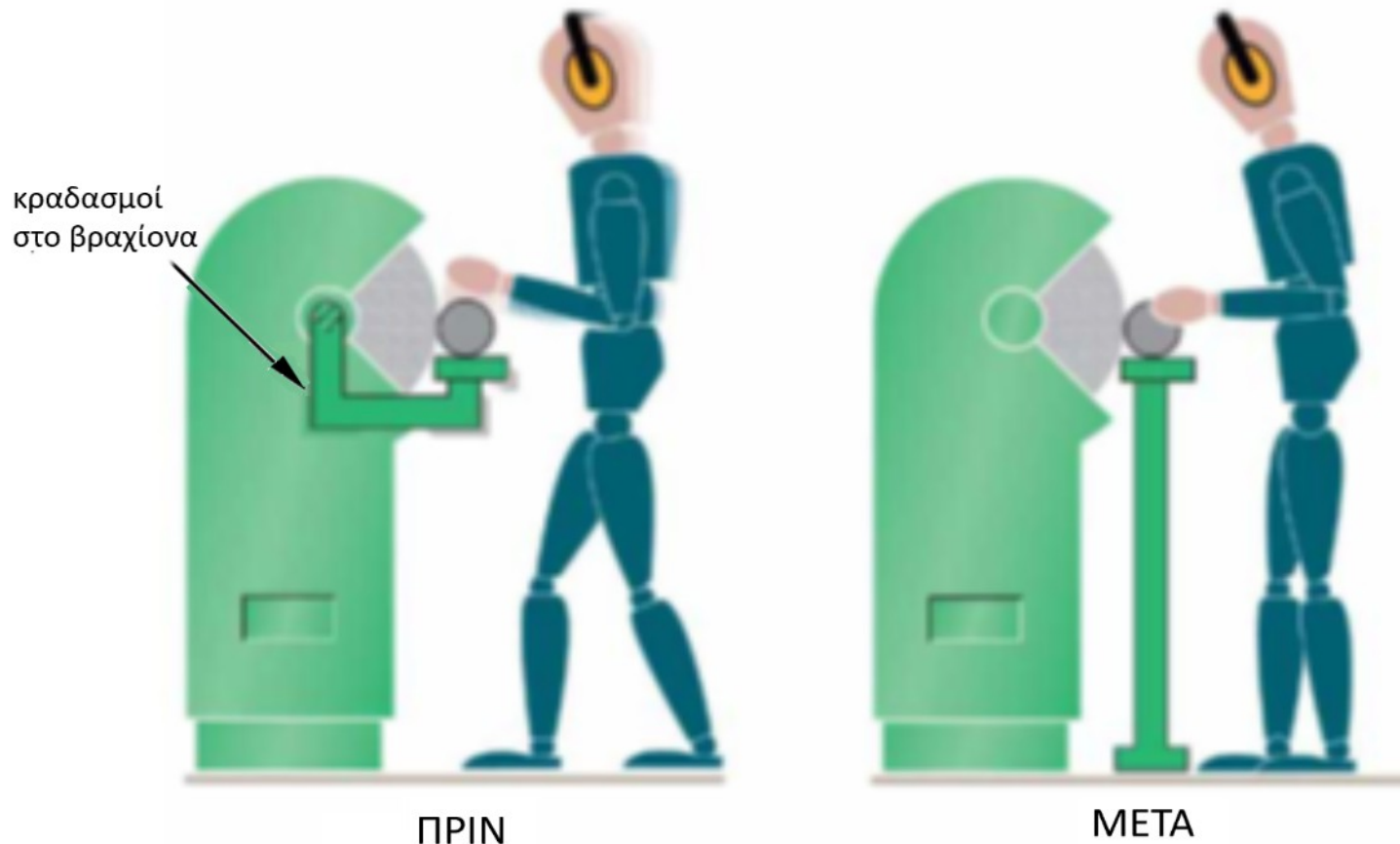


Εδώ φαίνεται ένα σφυρί αέρος για τον καθαρισμό και τελείωμα της επιφάνειας ενός χυτού. Το εργαλείο αυτό έχει ανασχεδιαστεί ώστε να συμπεριλάβει ελατήρια και θαλάμους πεπιεσμένου αέρα προκειμένου να απομονωθεί το σώμα του εργαλείου από τα κινούμενα μέρη, μειώνοντας έτσι τους κραδασμούς από 8 σε 3,5 m/s².

Αντικατάσταση εργαλείων και μεθόδων εργασίας

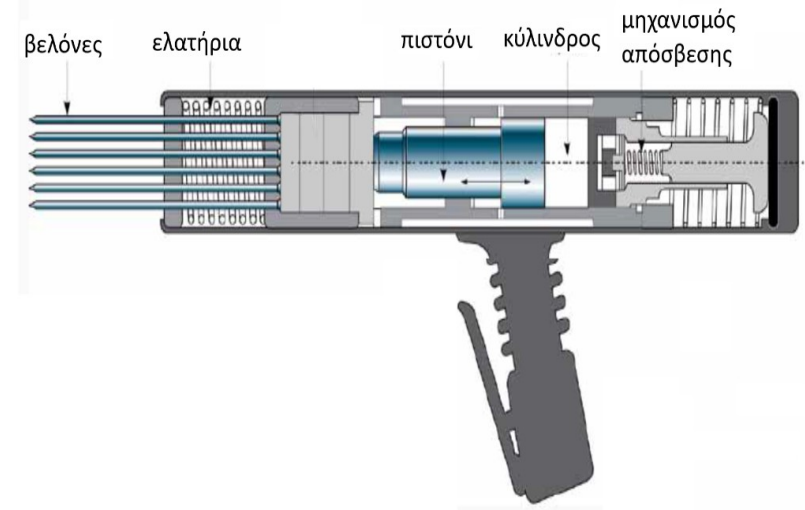


Μείωση της μετάδοσης κραδασμών στο χέρι με αλλαγές στη θέση εργασίας



Εδώ φαίνεται μια μηχανή λείανσης με ένα μεταλλικό βραχίονα υποστήριξης πάνω στον οποίο ο χειριστής ακουμπά ένα χυτό και το επεξεργάζεται στον τροχό. Για να αποφύγουν τους κραδασμούς της μηχανής που μεταδίδονται στο υποστήριγμα, οι σχεδιαστές έκαναν ένα πιο στιβαρό υποστήριγμα το οποίο εδράζεται στο πάτωμα.

Συντήρηση εργαλείων και εξαρτημάτων



Σε μια επιχείρηση, οι χειριστές χρησιμοποιούσαν νέα ηλεκτρικά σφυριά απομάκρυνσης σκουριάς εφοδιασμένα με μηχανισμό απόσβεσης κραδασμών (Σχήμα 11.17). Λόγω κακής συντήρησης όμως, οι κραδασμοί των εργαλείων αυτών αυξήθηκαν από 4 στα 15 m/s^2 καθώς κάποιες βελόνες καθαρισμού έσπασαν και μπλόκαραν το μηχανισμό απόσβεσης κραδασμών. Το πρόβλημα αντιμετωπίστηκε με την κατάλληλη επισκευή των εργαλείων αυτών.

Ενημέρωση και εκπαίδευση του προσωπικού

Είναι σημαντικό η επιχείρηση να παρέχει στους εργαζομένους πληροφορίες σχετικά με τους κινδύνους των κραδασμών, όπως:

- τον πιθανό τραυματισμό που προκύπτει από κραδασμούς που μεταδίδονται από τον εξοπλισμό
- τις τιμές οριακής έκθεσης και δράσης σε κραδασμούς (Exposure Limit Value, Exposure Action Value)
- τα αποτελέσματα της αξιολόγησης των κινδύνων δόνησης
- τα μέτρα ελέγχου για την εξάλειψη ή μείωση των δονήσεων χεριού-βραχίονα
- τις ασφαλείς πρακτικές εργασίας για την ελαχιστοποίηση της έκθεσης σε κραδασμούς
- τους τρόπους αναφοράς συμπτωμάτων τραυματισμού από κραδασμούς

Ενημέρωση και εκπαίδευση του προσωπικού

Είναι σημαντικό η επιχείρηση να παρέχει στους εργαζομένους πληροφορίες σχετικά με τους κινδύνους των κραδασμών, όπως:

- τον πιθανό τραυματισμό που προκύπτει από κραδασμούς που μεταδίδονται από τον εξοπλισμό
- τις τιμές οριακής έκθεσης και δράσης σε κραδασμούς (Exposure Limit Value, Exposure Action Value)
- τα αποτελέσματα της αξιολόγησης των κινδύνων δόνησης
- τα μέτρα ελέγχου για την εξάλειψη ή μείωση των δονήσεων χεριού-βραχίονα
- τις ασφαλείς πρακτικές εργασίας για την ελαχιστοποίηση της έκθεσης σε κραδασμούς
- τους τρόπους αναφοράς συμπτωμάτων τραυματισμού από κραδασμούς

Μέσα Ατομικής Προστασίας από κραδασμούς

Γάντια που διατίθενται στο εμπόριο ως «αντικραδασμικά» πρέπει να φέρουν το σήμα CE, βεβαιώνοντας ότι έχουν ελεγχθεί για την ικανοποίηση των απαιτήσεων του προτύπου EN ISO 10819: 1997.

Τα γάντια κατά των δονήσεων δεν παρέχουν σημαντική μείωση των κινδύνων στις συχνότητες κάτω από 150Hz (9000 στροφές ανά λεπτό).

Τα αντικραδασμικά γάντια μπορεί να είναι αποτελεσματικά για εργαλεία που λειτουργούν σε υψηλές ταχύτητες περιστροφής (ή παράγουν δονήσεις σε υψηλές συχνότητες) και κρατούνται με ελαφριά δύναμη συγκράτησης.

Ωστόσο, αυτή η μείωση κινδύνου δεν μπορεί εύκολα να ποσοτικοποιηθεί και έτσι δεν πρέπει να εμπιστευόμαστε τα γάντια αυτά για πλήρη προστασία από τους κραδασμούς

Μέτρα προστασίας για δονήσεις για ολόκληρο το σώμα του εργαζομένου

- **Μέτρα εξάλειψης κινδύνου** - π.χ. αλλαγή μεθόδου εργασίας, αγορά νέου εξοπλισμού, απομάκρυνση ανθρώπου από τη διαδικασία με την αυτοματοποίηση
- **Μέτρα αντικατάστασης υλικών και μεθόδων.** Στη χειρωνακτική διακίνηση φορτίων μπορεί να γίνει μείωση του μεγέθους του φορτίου, αναδιανομή του βάρους σε περισσότερα φορτία, σχεδιασμός λαβών στις άκρες του φορτίου
- **Σχεδιαστικά μέτρα.** Αυτά τα μέτρα δε μειώνουν τον κίνδυνο, αλλά παρεμβάλλονται μεταξύ της πηγής κινδύνου και του εργαζομένου, για να αποτρέψουν την πρόσβαση στο κίνδυνο.
- **Οργανωτικά μέτρα.** Τα οργανωτικά μέτρα δεν εξαλείφουν τους κινδύνους αλλά μπορούν να μειώσουν το χρόνο έκθεσης των εργαζομένων σε αυτούς.
- **Μέσα Ατομικής Προστασίας**

Επιλογή κατάλληλου εξοπλισμού εργασίας

- Επιλέξτε μηχανές με διατάξεις οργάνων και μοχλούς ελέγχου έτσι ώστε οι χειριστές να μπορούν να διατηρήσουν άνετα την όρθια στάση κατά την εργασία και να μη χρειάζεται να στρίψουν το σώμα υπερβολικά, ή να διατηρούν τις στάσεις αυτές για μεγάλα διαστήματα.
- Επιλέξτε κατάλληλα ελαστικά τροχών τα οποία μπορούν να απορροφήσουν τους κραδασμούς σε ανώμαλο έδαφος. Ωστόσο, τα ελαστικά δεν μπορούν να απορροφούν κραδασμούς από ανώμαλες επιφάνειες και λακκούβες στο δρόμο ενώ τα μαλακά ελαστικά ενδέχεται να ενισχύσουν τις ταλαντώσεις όταν η κίνηση γίνεται επάνω σε κυματιστό έδαφος.

Σχεδιασμός εργασιών και διαδικασιών (1/2)

Σε πολλές περιπτώσεις, η οδήγηση σε τραχύ ή άνισο έδαφος είναι η κύρια αιτία κραδασμών. Είναι δυνατόν να μειωθούν οι επιπτώσεις των κραδασμών με τους ακόλουθους τρόπους:

- ελαχιστοποίηση των αποστάσεων μετακίνησης
- περιορισμό της ταχύτητας των οχημάτων
- παροχή αναρτημένου καθίσματος που έχει ρυθμιστεί σωστά για το βάρος του οδηγού
- απομάκρυνση των εμποδίων και ανώμαλων επιφανειών επίστρωσης των δρόμων

Σχεδιασμός εργασιών και διαδικασιών (2/2)

Μια καλή στάση εργασίας είναι απαραίτητη για την ελαχιστοποίηση των κινδύνων της μέσης κατά την οδήγηση. Η στάση της σπονδυλικής στήλης μπορεί να βελτιωθεί με:

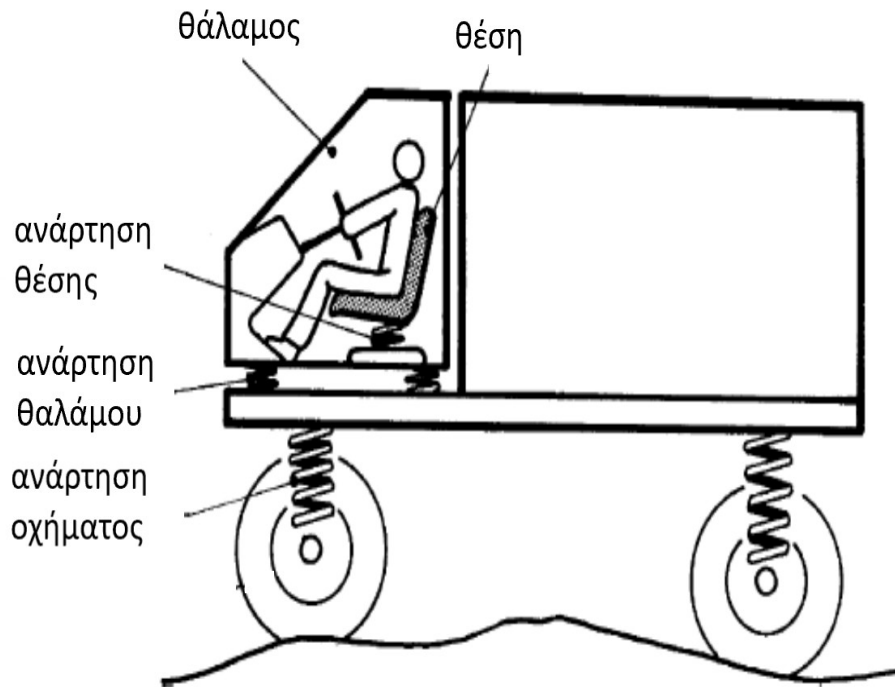
- βελτίωση της όρασης στην καμπίνα οδήγησης που περιορίζει κινήσεις περιστροφής της πλάτης και του λαιμού
- Αλλαγές στη χωροθέτηση των χειριστηρίων για να περιοριστεί το τέντωμα του κορμού κατά τη χρήση τους
- κατάλληλο κάθισμα οδήγησης που απορροφά τους κραδασμούς
- ζώνη ασφαλείας για να διατηρήσει τον οδηγό στη σωστή θέση, παρέχοντας υποστήριξη στη μέση.

Σχεδιασμός εργασιών και διαδικασιών (2/2)

Μια καλή στάση εργασίας είναι απαραίτητη για την ελαχιστοποίηση των κινδύνων της μέσης κατά την οδήγηση. Η στάση της σπονδυλικής στήλης μπορεί να βελτιωθεί με:

- βελτίωση της όρασης στην καμπίνα οδήγησης που περιορίζει κινήσεις περιστροφής της πλάτης και του λαιμού
- Αλλαγές στη χωροθέτηση των χειριστηρίων για να περιοριστεί το τέντωμα του κορμού κατά τη χρήση τους
- κατάλληλο κάθισμα οδήγησης που απορροφά τους κραδασμούς
- ζώνη ασφαλείας για να διατηρήσει τον οδηγό στη σωστή θέση, παρέχοντας υποστήριξη στη μέση.

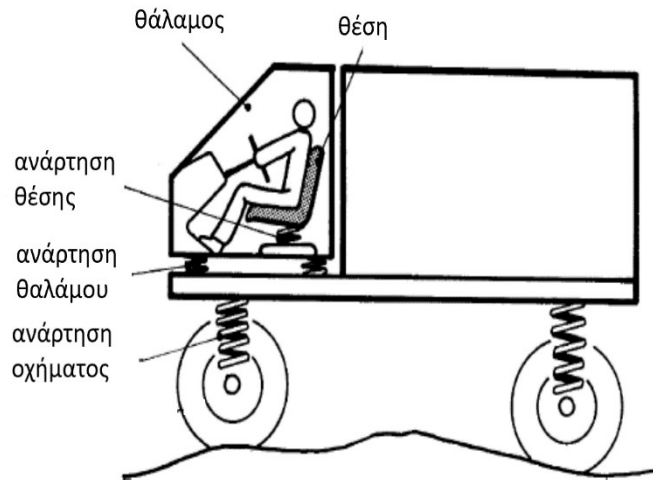
Σχεδιασμός καταλλήλων αναρτήσεων (1/2)



Το πλεονέκτημα της ανάρτησης στην καμπίνα είναι ότι εξασφαλίζει απόσβεση των κραδασμών και στις τρεις διαστάσεις του χώρου ενώ οι θέσεις οδήγησης συνήθως σχεδιάζονται για να αποσβένουν κραδασμούς στον κάθετο άξονα

Οι οδηγοί χωματουργικών φορτηγών εκτίθενται σε ένα ευρύ φάσμα κραδασμών (0 έως 20 Hz), που συχνά προέρχονται από την ανομοιομορφία του οδοστρώματος. Όσο μεγαλύτερη είναι η μάζα του οχήματος τόσο μικρότερη γίνεται η συχνότητα κραδασμών, με αποτέλεσμα οι οδηγοί των βαριών οχημάτων να εκτίθενται σε κραδασμούς συχνοτήτων 0.5- 4 Hz.

Σχεδιασμός καταλλήλων αναρτήσεων (2/2)



Η απόσβεση της ανάρτησης πρέπει να είναι επαρκής προκειμένου (i) να αποφύγουμε μια ενίσχυση όταν οι δονήσεις πλησιάζουν τη συχνότητα συντονισμού του καθίσματος και (ii) να μην φτάσει μέχρι το κατώτερο σημείο η διαδρομή του μηχανισμού απόσβεσης. Σε γενικές γραμμές, όσο πιο μικρή είναι η συχνότητα εξασθένησης της ανάρτησης τόσο πιο μεγάλη γίνεται η διαδρομή του μηχανισμού (π.χ. από 3 cm για συχνότητες 3 Hz σε 15 cm για συχνότητες 1,5 Hz).

Εργονομικός σχεδιασμός θέσεων οδήγησης

Ο σχεδιασμός των θέσεων οδήγησης πρέπει να λαμβάνει υπόψη επίσης μια σειρά εργονομικών κριτηρίων που εξασφαλίζουν:

- την καλή ορατότητα του χώρου εργασίας
- τον περιορισμό των απαιτήσεων για πλάγιες κινήσεις ή στρίψιμο τους σώματος για την εκτέλεση κάποιων χειρισμών.
- τη ρύθμιση του ύψους της θέσης διευκολύνει την καλή ορατότητα σε κάποιες συνθήκες εργασίας.

Ενδεικτικό κάθισμα οδήγησης γεωργικών μηχανημάτων



Τακτική συντήρηση των οχημάτων

Η τακτική συντήρηση των οχημάτων και εξαρτημάτων είναι απαραίτητη για τη διατήρηση των κραδασμών σε χαμηλά επίπεδα. Είναι δυνατόν να δοθούν οι παρακάτω συστάσεις:

- αντικαταστήστε τα φθαρμένα εξαρτήματα και την ανάρτηση του καθίσματος
- ελέγξτε και αντικαταστήστε τυχόν ελαττωματικούς αποσβεστήρες κραδασμών, ρουλεμάν και γρανάζια του οχήματος
- διατηρείτε σε καλή κατάσταση τα ελαστικά των τροχών
- βεβαιωθείτε ότι έχουν την ενδεικνυόμενη πίεση για τις συνθήκες φορτίου
- λιπαίνετε τακτικά το μηχανισμό του καθίσματος οδήγησης