

**Τυποποίηση και Έλεγχος Ποδηλατικού
Κράνους Μέσω Προσομοίωσης Πρόσκρουσης
Αναβάτη Ποδηλάτου**

Διπλωματική εργασία: Έκτωρ Χ. Λάζαρης

Επιβλέπων Καθηγητής: Δημήτριος Μανωλάκος

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΩΝ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ



Περιεχόμενα

1	ΠΕΡΙΛΗΨΗ	4
2	ABSTRACT	5
3	ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	6
4	Η ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΟΥ ΠΟΔΗΛΑΤΟΥ	7
4.1	ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ	7
4.1.1	ΤΟ ΠΟΔΗΛΑΤΟ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	9
4.2	ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΠΟΔΗΛΑΤΙΚΟΥ ΚΡΑΝΟΥΣ	10
4.3	ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΕΩΝ-STANDARDS	11
4.4	ΤΡΕΧΟΥΣΕΣ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΕΙΣ-STANDARDS	12
5	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΟΔΗΛΑΤΙΚΟΥ ΚΡΑΝΟΥΣ	14
5.1	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	14
5.2	ΤΥΠΟΙ	14
5.2.1	ΓΙΑ ΔΡΟΜΟ ΚΑΙ ΑΓΩΝΕΣ ΔΡΟΜΟΥ	14
5.2.2	ΓΙΑ ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗ	15
5.2.3	CYCLO-CROSS	15
5.2.4	DOWNHILL MOUNTAINBIKE RACING-ΑΓΩΝΕΣΚΑΤΑΒΑΣΗΣ	15
5.2.5	BMX RACING (BICYCLE MOTOCROSS)	16
5.2.6	CHRONO	16
6	ΒΑΣΙΚΑ ΜΕΡΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΡΑΝΟΥΣ	17
6.1	ΕΠΕΝΔΥΣΗ	17
6.1.1	ΒΑΣΙΚΑ ΥΛΙΚΑ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ : ΑΦΡΟΙ ΚΑΙ ΑΛΛΑ ΥΛΙΚΑ	18
6.2	ΚΕΛΥΦΟΣ	23
6.3	ΙΜΑΝΤΕΣ	24
6.4	ΠΟΡΠΗ	24
7	ΟΡΘΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΡΑΝΟΥΣ	25
7.1	ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ ΚΕΛΥΦΟΣ	25
7.2	ΕΠΕΝΔΥΣΗ	26
7.3	ΠΟΡΠΗ ΚΑΙ ΙΜΑΝΤΕΣ	26
7.4	ΟΠΙΣΘΙΟΣ ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΤΗΣ	26
8	ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΧΡΗΣΗΣ ΚΡΑΝΟΥΣ	27
8.1	ΗΝΩΜΕΝΕΣ ΠΟΛΙΤΕΙΕΣ ΑΜΕΡΙΚΗΣ	28
8.1.1	INSURANCE INSTITUTE FOR HIGHWAY SAFETY (IIHS) - ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΣΤΟΥΣ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΥΣ	28
8.1.2	SNELL MEMORIAL FOUNDATION	30
9	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	31
9.1.1	ΣΚΟΠΟΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ	31
9.1.2	ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ	31

9.1.3	ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ	31
9.1.4	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ	34
9.1.5	ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ	36
9.1.6	ΠΑΡΑΘΕΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ	36
10	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ.....	51
10.1	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ.....	51
10.1.1	ΠΙΝΑΚΕΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ	51
10.1.2	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ	52
10.1.3	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ ΜΕΓΕΘΩΝ	53
10.1.4	ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΡΙΣΗ	56
10.1.5	ΕΝΔΕΛΕΧΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΕΛΙΚΗΣ ΜΟΡΦΗΣ ΑΦΡΟΥ	62
10.1.6	ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΤΟΥ ΠΟΔΗΛΑΤΙΚΟΥ ΚΡΑΝΟΥΣ ΒΑΣΕΙ ΕΡΕΥΝΩΝ	64
11	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	66
11.1	ΕΥΡΩΠΑΙΚΟ ΠΡΟΤΥΠΟ	66
12	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	73

1 ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα διπλωματική εργασία παρουσιάζονται και αναλύονται τα πειραματικά αποτελέσματα από τις δοκιμές τεσσάρων κοινών ποδηλατικών κρανών του εμπορίου με σκοπό την διεξαγωγή συμπερασμάτων για την ορθή λειτουργία τους και το συγκριτικό επίπεδο ασφαλείας τους. Στις δοκιμές προσομοιώθηκε η πτώση ενός μέσου αναβάτη από το ποδήλατο και κατ' επέκταση η πρόσκρουσή του με το έδαφος. Αυτό επιτεύχθηκε με χρήση της σφύρας πίπτουσας μάζας του Εθνικού Μετσοβίου Πολυτεχνείου. Οι τέσσερις δοκιμές έλαβαν χώρα με βάση το Ευρωπαϊκό Πρότυπο 13087-2:2000. Επίσης, αναλύθηκε η συμπεριφορά των υλικών τα οποία αποτελούν τα εν λόγω ποδηλατικά κράνη και πραγματοποιήθηκαν υπολογισμοί της μέγιστης ασκούμενης δύναμης από την πίπτουσα μάζα στο ποδηλατικό κράνος αλλά και της ώθησης. Υπολογίστηκε, επίσης, η ενέργεια πρόσκρουσης της πίπτουσας μάζας και αναλύθηκε η σχέση όλων αυτών των παραμέτρων αλλά και πως αυτή η σχέση επηρέασε τελικά το αποτέλεσμα. Οι πειραματικές διαδικασίες και οι υπολογισμοί πλαισιώθηκαν από βασικές πληροφορίες, γνώσεις και στατιστικές οι οποίες μας βοήθησαν να κατανοήσουμε τη φύση του φαινομένου και τη συμπεριφορά των ποδηλατικών κρανών.

2 ABSTRACT

In this paper we present and analyze the experimental results from testing four common bicycle helmets of the market in order to draw conclusions for the proper functioning and the comparative security level. In the four tests we simulated the fall of an average rider off the bike and hence the impact of his head with the ground. This was achieved using a falling mass of the hammer from the National Technical University of Athens. The four tests were conducted based on the European Standard 13087-2:2000. We, also, analyzed the behavior of the materials constituting these bicycle helmets and calculations were made of the maximum force exerted by the mass fall in bicycle helmet and thrust. We calculated the energy of impact of the falling mass and analyzed the relationship of all these parameters and how this relationship influences, ultimately, our result. The experimental procedures and calculations were supplemented by basic information, knowledge and statistics that help us understand the nature of the phenomenon and the behavior of bicycle helmets.

3 ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Στο σημείο αυτό θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους εκείνους που στάθηκαν άξια στο πλευρό μου και με στήριξαν σε όλη αυτήν την επίπονη διαδικασία εκπόνησης της διπλωματικής μου διατριβής. Αρχικά, ευχαριστώ τον καθηγητή της σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών κ. Μανωλάκο Δημήτριο για την ευκαιρία που μου έδωσε και την αμέριστη συμπαράσταση και υπομονή του. Επίσης, ευχαριστώ τον Μηχανολόγο Μηχανικό Αλέξανδρο Κιτσέλη για την καθοδήγησή του στην πορεία εκπόνησης αλλά και για τις γνώσεις που μου μετέδωσε μέσα από όλη τη διαδικασία με τον πιο εποικοδομητικό τρόπο.

Τέλος αλλά εξίσου σημαντικά, ευχαριστώ από την ψυχή μου την οικογένειά μου που ως άλλος ακοίμητος φρουρός στάθηκε πλάι μου αλλά και τη συνάδελφο Μηχανολόγο Μηχανικό κα. Κρούσκα Βαρβάρα.

*Αν δεν κάνουμε αυτό που κανείς δεν μπορεί να μας ζητήσει,
θα χαθούμε.*

Οι εχθροί μας περιμένουν να κουραστούμε.

Όταν ο αγώνας είναι στην πιο σκληρή καμπή του,

οι αγωνιστές έχουν την πιο μεγάλη κούραση.

Οι κουρασμένοι, χάνουν τη μάχη.

ΜΠΕΡΤΟΛΑΝΤ ΜΠΙΡΕΧΤ

4 Η ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΟΥ ΠΟΔΗΛΑΤΟΥ

4.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Ανά τους αιώνες, ο άνθρωπος, προσπαθώντας να βελτιώσει τις συνθήκες διαβίωσης και το περιβάλλον, αναζητούσε λύσεις στα προβλήματα που τον απασχολούσαν και τα οποία είχαν σημαντικές επιπτώσεις πάνω του. Με αυτόν τον τρόπο, ανακάλυψε – αρχικά- πράγματα, τα οποία προϋπήρχαν στη φύση και στη συνέχεια συνδυάζοντάς τα κατέληξε σε μοναδικές και συνάμα καταλυτικές εφευρέσεις ανά περιόδους, οι οποίες επηρέασαν την ανθρωπότητα ανεπιστρεπτί.

Υπάρχουν αρκετές απόψεις, άλλες συγκλίνουσες και άλλες αποκλίνουσες, όσον αφορά στην εφεύρεση του ποδήλατου. Απαραίτητο κρίνεται να παρατεθούν οι δημοφιλέστερες ερμηνείες για το ζήτημα, οι οποίες άλλωστε προσεγγίζουν την αλήθεια πιο εύστοχα. Πολύ πριν την εμφάνιση κάποιας κατασκευής παρόμοιας με ένα τυπικό σύγχρονο ποδήλατο, έχει καταγραφεί ένα ποικίλο φάσμα οχημάτων, τα οποία εκμεταλλεύονταν μόνο τη μυϊκή δύναμη του αναβάτη. Η Draisienne, Laufmaschine ή dandy horse ήταν το πρώτο ανθρώπινο μεταφορικό μέσο, το οποίο χρησιμοποιούσε, συνδυαστικά, μόνο δύο τροχούς και εφευρέθηκε από το Γερμανό Βαρόνο Karl von Drais. Θεωρείται ο πρόδρομος του σύγχρονου ποδηλάτου και παρουσιάστηκε από τον Drais στο ευρύ κοινό στο Mannheim το καλοκαίρι του 1817 και στο Παρίσι το 1818 (η ονομασία “draisienne” αποτελεί γαλλική απόδοση του ονόματος του κατασκευαστή της). Ο αναβάτης καθόταν σε ένα ξύλινο πλαίσιο, το οποίο υποστηριζόταν από δύο τροχούς σε σειρά. Η κίνηση του εν λόγω οχήματος δινόταν καθώς ο αναβάτης έσπρωχνε με τα πόδια του το έδαφος ενώ ταυτόχρονα γύριζε με τα χέρια του τον εμπρόσθιο τροχό. Η “draisienne” ήταν σχεδόν εξ’ ολοκλήρου κατασκευασμένη από ξύλο.

Το πρώτο δίτροχο όχημα μηχανικής πρόωσης, ίσως σχεδιάστηκε το 1839, από το Σκωτσέζο σιδηρουργό Kirkpatrick MacMillan. Ο Kirkpatrick MacMillan βελτίωσε την κατασκευή του Drais, εισάγοντας τη χρήση των πεταλιών,



Εικόνα 1: Draisienne



Εικόνα2: Velocipede από τον Kirkpatrick MacMillan.

συνδεδεμένων με ράβδους με τον οπίσθιο τροχό. Με αυτόν τον τρόπο, ο αναβάτης δεν ήταν πλέον αναγκασμένος να φέρνει τα πόδια του σε επαφή με το έδαφος, κάτι που περιόριζε σημαντικά την ταχύτητα του οχήματος. Επίσης, ιστορικά, ο Kirkpatrick MacMillan ενδέχεται να συνδέεται και με το πρώτο ατύχημα μεταξύ πεζού και ποδηλάτου. Πιο συγκεκριμένα, το 1842 μία εφημερίδα στη Γλασκώβη αναφέρει σε άρθρο της ένα ατύχημα, στο οποίο εμπλέκονται ένας ανώνυμος gentleman και ένα μικρό κορίτσι. Επισημαίνει ότι ο εν λόγω κύριος με καταγωγή από το Dumfries-Shire, πιθανώς ο προαναφερθέντας εφευρέτης, “δρασκελίζοντας” ένα τρίτροχο όχημα ευφυούς κατασκευής χτύπησε ένα μικρό κορίτσι στη Γλασκώβη και χρεώθηκε με πρόστιμο ύψους πέντε σελινίων. Στις αρχές της δεκαετίας του 1860, το γαλλικό δίδυμο Pierre Michaux και Pierre Lallement οδήγησαν το σχεδιασμό ποδηλάτου σε μια νέα κατεύθυνση, προσθέτοντας και ενσωματώνοντας μια μηχανική μανιβέλα με πετάλια στο μεγεθυμένο εμπρόσθιο τροχό. Έτσι, γεννήθηκε η γνωστή “velocipede”.



Εικόνα 3: Η γνωστή Velocipede.

Αργότερα, ο Pierre Michaux θα εισάγει τη χρήση συμπαγούς καουτσούκ στους τροχούς, δείχνοντας ουσιαστικά το δρόμο προς τα γνωστά στις μέρες μας λάστιχα. Το 1870 οι Βρετανοί Τζέιμς Στάρλεϋ και Γουίλλιαμ Χίλμαν σχεδιάζουν ένα ποδήλατο με αρκετά μεγαλύτερο μπροστινό τροχό. Με αυτό τον τρόπο καταφέρνουν την εκπληκτική, για την εποχή, ταχύτητα των 24 χλμ/ώρα. Το μοντέλο που κατασκεύασαν ονομάστηκε “ariel” και ήταν το πρώτο ποδήλατο εξ’ ολοκλήρου κατασκευασμένο από μέταλλο. Βασικό μειονέκτημα του μεγέθους του μπροστινού τροχού του “ariel” αποτελούσε η ιδιαίτερα υψηλή θέση της σέλας που, λόγω της φτωχής κατανομής βάρους, είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση της ασφάλειας του αναβάτη.



Εικόνα4: Μια penny-farthings ή ordinary bicycle, όπως φωτογραφίζεται στο μουσείο Auto Skoda στη Δημοκρατία της Τσεχίας.

Στην Αγγλία, στα χαρακτηριστικά ποδήλατα με μεγάλο μπροστινό τροχό, αποδόθηκε η χαϊδευτική ονομασία “penny-farthings”. Η αιτία βρίσκεται στην παρομοίωση του μεγέθους των τροχών ενός τέτοιου ποδήλατου με τα νομίσματα της εποχής. Ο μεγάλος μπροστινός τροχός δίπλα στον μικρό οπίσθιο, θύμιζε το μεγάλο νόμισμα του ενός penny δίπλα σε αυτό του ενός farthing. Τα επόμενα χρόνια, μια σειρά από ενδιαφέρουσες ιδέες και εφευρέσεις εφαρμόζονται στο ποδήλατο, βελτιώνοντάς το συνεχώς: η μετάδοση κίνησης μέσω αλυσίδας, η χρήση ταχυτήτων, τα φρένα, ο “κούφιος” σκελετός και η σαμπρέλα αποτελούν τις πλέον χαρακτηριστικές αυτών των εφευρέσεων. Για παράδειγμα, μετά την εισαγωγή της αλυσίδας

και των ταχυτήτων, δεν υπήρχε η ανάγκη ένα ποδήλατο να διαθέτει μεγάλου μεγέθους μπροστινό τροχό προκειμένου να κατορθώνει μεγάλες ταχύτητες. Έτσι, το 1885 είναι η χρονιά που κατασκευάζεται το μοντέλο “toner”, το οποίο συχνά χαρακτηρίζεται ως το πρώτο σύγχρονο ποδήλατο. Κατασκευαστής του ήταν ο Τζον Κεμπ Στάρλεϋ, ανιψιός του Τζέιμς Στάρλεϋ. Η επιστροφή σε μικρότερου μεγέθους τροχούς βελτίωσε σημαντικά την άνεση με την οποία κανείς θα μπορούσε πλέον να κάνει ποδήλατο. Ως φυσικό επακόλουθο, τα τελευταία χρόνια του 19^{ου} αιώνα το ενδιαφέρον του αγοραστικού κοινού για το ποδήλατο είχε αυξηθεί κατακόρυφα. Με το πέρασμα στον 20^ο αιώνα ένας μεγάλος αριθμός ποδηλατικών λεσχών κατακλύζει και τις δύο πλευρές του ατλαντικού ωκεανού, αντικατοπτρίζοντας την καινούργια μόδα. Παράλληλα, εμφανίζονται οι πρώτες βιομηχανίες κατασκευής ποδηλάτων. Ως παράδειγμα μπορεί να αναφερθεί η βιομηχανία Raleigh, η οποία λίγα χρόνια μετά την ίδρυσή της έφτασε να παράγει περίπου 30.000 ποδήλατα το χρόνο. Ιδρυτής της ήταν ο Άγγλος Φρανκ Μπάουντεν. Μέσα στο πρώτο μισό στα μέσα του 20^{ου} αιώνα, το ποδήλατο έχει γίνει το βασικό μέσο μετακίνησης για εκατομμύρια κατοίκους του πλανήτη. Ιδιαίτερα βοηθητική προς αυτήν την κατεύθυνση ήταν η επαφή πολλών υπανάπτυκτων χωρών με τις ευρωπαϊκές χώρες, λόγω της αποικιοκρατίας. Από την άλλη πλευρά βέβαια, η ανάπτυξη των μηχανοκίνητων μέσων μεταφοράς είχε ως αποτέλεσμα να μειωθεί αρκετά το ενδιαφέρον για το ποδήλατο σε αρκετές αναπτυγμένες χώρες. Εξαιρεση αποτελούν ορισμένες ευρωπαϊκές χώρες, όπως η Γερμανία, η Δανία και η Ολλανδία, στις οποίες η χρήση του ποδηλάτου διατηρήθηκε σε υψηλά επίπεδα.



Εικόνα 5: Έμβλημα της μεγάλης Βιομηχανίας παραγωγής ποδηλάτων Raleigh.

4.1.1 ΤΟ ΠΟΔΗΛΑΤΟ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Στην Ελλάδα το πρώτο ποδήλατο ήρθε το 1885, ενώ το 1890, τη χρονιά ίδρυσης της Διεθνούς Ποδηλατικής Ομοσπονδίας, έγιναν οι πρώτοι ποδηλατικοί αγώνες. Το πρώτο ποδηλατοδρόμιο της χώρας κατασκευάζεται στην Αθήνα για τις ανάγκες των πρώτων Ολυμπιακών Αγώνων. Πρόκειται για το μετέπειτα ποδοσφαιρικό Γήπεδο Καραϊσκάκη. Στους Αγώνες του 1896 οι ποδηλάτες Κωνσταντινίδης και Παρασκευόπουλος αναδεικνύονται Ολυμπιονίκες στα δύο αγωνίσματα ποδηλασίας (85 και 320 χιλιόμετρα αντίστοιχα). Στην Ελλάδα το πρώτο ελληνικό ποδήλατο με χειροποίητο σκελετό κατασκευάστηκε από την Rafbikes (HERMES) στο Ναύπλιο. Υπάρχουν διάφορες βιομηχανίες κατασκευής ποδηλάτων.

4.2 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΠΟΔΗΛΑΤΙΚΟΥ ΚΡΑΝΟΥΣ

Εύκολα γίνεται κατανοητό, το γεγονός ότι μία επιτακτική ανάγκη οδήγησε την ανθρωπότητα στην άμεση αναζήτηση λύσης. Η ανάγκη αυτή δεν ήταν άλλη από την προστασία του ανθρώπου από τον πιθανό τραυματισμό του, προκαλούμενο από κάποιο ατύχημα, προφανώς συμπεριλαμβανομένου του ποδηλάτου. Η απαραίτητη λύση ενσαρκώθηκε σε μια καταλυτική εφεύρεση · το ποδηλατικό κράνος.

Αρκετές δεκαετίες μετά την εφεύρεση του ποδηλάτου, στα τέλη του 19^{ου} αιώνα και πιο συγκεκριμένα γύρω στα 1880, εντοπίζεται το πρώτο ποδηλατικό κράνος. Περισσότερο θα το χαρακτηρίζαμε ως ένα απλό καπέλο, το οποίο, προφανώς, ήταν ικανό να επιφέρει μια υποτυπώδη προστασία και κυρίως να δώσει μορφή και ώθηση

στην μετεξέλιξη του κράνους. Το υλικό, που χρησιμοποιήθηκε ήταν η ψίχα-μυελός φυτού (εντεριώνη) προερχόμενη από ένα φυτό με επιστημονική ονομασία *Aeschynomene aspera* L. Το εν λόγω μακρύφυλλο φυτό εντοπίζεται σε χώρες όπως το Μπαγκλαντές, η Καμπότζη, η Ινδονησία, η Ινδία, η Μιανμάρ, το Νεπάλ, οι Φιλιππίνες, η Σρι Λάνκα, η Ταϊλάνδη, το Βιετνάμ και ο καρπός του ζυγίζει κατά μέσο όρο 36 mg. Το συγκεκριμένο υλικό



Εικόνα 7: Το εν λόγω προστατευτικό κράνος-καπέλο.



Εικόνα 8: *Aeschynomene aspera* L.



Εικόνα 6: "Hairnet"

καταστρεφόταν πολύ εύκολα, όμως ήταν το καλύτερο διαθέσιμο και επίσης οι συγκρούσεις ήταν ελάχιστες, οπότε εξυπηρετούσε ικανοποιητικά τα δεδομένα της εποχής. Στην αλλαγή του αιώνα, εμφανίστηκε ένα κράνος αποτελούμενο από ένα δερμάτινο δαχτυλίδι, το οποίο κάλυπτε περιμετρικά το κεφάλι, και ένα μάλλινο δαχτυλίδι από πάνω του. Αυτή η ιδέα μετεξελίχθηκε και οι δερμάτινες ταινίες κάλυπταν ακτινωτά όλο το κεφάλι. Τα κράνη αυτά ονομάστηκαν "hairnets" (δερμάτινο δίκτυο πάνω στο τριχωτό της κεφαλής) και

τα καλύτερα κατασκευάζονταν στην Ιταλία από μαλακό δέρμα υψηλής ποιότητας. Στη συνέχεια, γέμισαν το εσωτερικό των δερμάτινων ταινιών με αφρώδες υλικό, το οποίο όμως σάπιζε από τον ιδρώτα και την παρατεταμένη χρήση. Μαρτυρίες αναβατών, οι οποίοι χρησιμοποιούσαν τέτοια κράνη, κατέγραψαν ότι τα κράνη αυτά δε σε προστάτευαν στην αρχική σύγκρουση αλλά κάλυπταν τους λοβούς των αυτιών κατά την πτώση και το πιθανές σύρσιμο.

Μέχρι τη δεκαετία του '70 τα πράγματα ήταν κάπως συγκεχυμένα όσον αφορά στο ποδηλατικό κράνος. Οι αναβάτες χρησιμοποιούσαν από προστατευτικά του χόκεϊ μέχρι οποιονδήποτε εξοπλισμό εντόπιζαν στην αγορά. Η πλειοψηφία, βέβαια, αγνοούσε τη χρήση του κράνους ούτως ή άλλως. Όσπου το 1970 ο αμερικανικός μη κερδοσκοπικός οργανισμός Snell Foundation Inc., συνέταξε την πρώτη τυποποίηση για ποδηλατικά κράνη στην ιστορία. Σχεδόν κανείς δεν ακολούθησε την προαναφερθείσα τυποποίηση, με αποτέλεσμα ο καταναλωτής να μη γνωρίζει ποιο κράνος είναι κατάλληλο και ποιο προστατεύει περισσότερο και πιο αποτελεσματικά. Το 1974, η Ένωση Ποδηλάτου στην Ουάσιγκτον (Washington Area Bicyclist Association-WABA) συνέστησε μια επιτροπή κράνους με σκοπό τη συλλογή στοιχείων και τη διεξαγωγή πειραμάτων για την εύρεση των χαρακτηριστικών του ασφαλούς κράνους. Εκείνη την περίοδο στην αγορά τα κράνη αποτελούνταν από κάποιου είδους κέλυφος γεμισμένο με ένα κοινό αφρώδες υλικό. Όμως κανένα από αυτά δεν περιείχε τον προστατευτικό αφρό από διογκωμένο πολυστυρένιο (Expanded Polystyrene Foam-EPS), μέχρι που κυκλοφόρησαν στην αγορά το Bell Biker Helmet και το Mountain Safety Research Bike Helmet στα μέσα της δεκαετίας του '70.



Εικόνα 9: Bell Biker Helmet

4.3 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΕΩΝ-STANDARDS

Στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής, το Snell Memorial Foundation, ένας μη κερδοσκοπικός οργανισμός, ο οποίος ιδρύθηκε αρχικά για τη δημιουργία προτύπων για μοτοσυκλέτες και αγωνιστικά κράνη, υλοποιεί ένα από τα πρώτα πρότυπα, το οποίο στη συνέχεια ανανεώθηκε και ενημερώθηκε καταλλήλως. Το συγκεκριμένο πρότυπο περιείχε δοκιμές σε τυχαία δείγματα. Γύρω στα 1990 η βρετανική ένωση καταναλωτών διεξάγει έρευνα, στην οποία διαφαινόταν ότι το 90% της αγοράς των κρανών είχε την πιστοποίηση Snell B90. Μέχρι το 1998 αντίστοιχες έρευνες έδειξαν ότι οι πιστοποιήσεις του οργανισμού Snell σε σύνδεση με τις πωλήσεις ήταν σχεδόν μηδενικές. Αυτό δείχνει τη ραγδαία εξέλιξη των προτύπων σε διάστημα μόλις οκτώ ετών. Πράγμα που υπερτονίζει την ανάγκη της αγοράς για επιστημονικά ολοκληρωμένη προσέγγιση του ζητήματος, ούτως ώστε να καλύπτονται πλήρως οι ανάγκες του εκάστοτε αναβάτη.

Το 1984 το εθνικό αμερικανικό ινστιτούτο προτύπων-American National Standards Institute (ANSI) δημιουργεί το πρότυπο ANSIZ80.4. Αργότερα, στις Ηνωμένες Πολιτείες η επιτροπή καταναλωτών για την ασφάλεια των προϊόντων (Consumer Product Safety Commission) δημιουργεί το δικό της πρότυπο για ποδηλατικά κράνη, το οποίο εφαρμόστηκε το Μάρτιο του 1999 και ήταν υποχρεωτικό για όλα τα προς πώληση ποδηλατικά κράνη στην Αμερική.

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση το τρέχον εφαρμόσιμο πρότυπο είναι το EN 1078:1997, ενώ στη Βρετανία είναι το BSEN 1078:1997, το οποίο είναι πανομοιότυπο με το Ευρωπαϊκό και είναι αυτό που αντικατέστησε το BS 6863:1989 το 1997.

Στην Αυστραλία και τη Νέα Ζηλανδία, το τρέχον νομικά απαιτούμενο πρότυπο είναι το AS/NZS 2063. Οι απαιτήσεις στην απόδοση αυτού του προτύπου είναι ελαφρότερα λιγότερο αυστηρές από το Snell B95 αλλά ενσωματώνει απαιτήσεις διασφάλισης της ποιότητας. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να θεωρείται ασφαλέστερο. Ο SAI Global(ένας κερδοσκοπικός βραχίονας του αυστραλιανού οργανισμού προτύπων) τρέχει ένα πρόγραμμα marketing βασισμένο στο πρότυπο AS/NZS 2063, κατά το οποίο οι κατασκευαστές πληρώνουν δικαιώματα και τέλη για την απόκτηση ενός αυτοκόλλητου σήματος πιστοποίησης πέντε κριτηρίων και την τοποθέτησή του πάνω στα προς πώληση ποδηλατικά κράνη.

Παρά το γεγονός ότι τα πρότυπα κρανών έχουν εξασθενήσει στην πάροδο του χρόνου δεν υπάρχουν στοιχεία στα οποία να μπορεί να βασιστεί μια εκτίμηση για το πώς αυτό έχει επηρεάσει το στόχο του σχεδιασμού για την ελαχιστοποίηση των μικροτραυματισμών. Ουσιαστικά, οι μικροτραυματισμοί είναι δύσκολο να καταγραφούν και να μετρηθούν έγκυρα σε μεγάλους πληθυσμούς.

Εν συντομία, ο πρωταρχικός στόχος του σχεδιασμού ενός κράνους είναι να μειωθεί σημαντικά η επιτάχυνση του κρανίου του αναβάτη και κατ' επέκταση του εγκεφάλου σε σχέση με το αποτέλεσμα στην περίπτωση που δε φορούσε κράνος. Η βελτίωση της ικανότητας ενός κράνους για τον έλεγχο της γραμμικής επιβράδυνσης, θα μπορούσε να επιτευχθεί με την παροχή ενός μεγαλύτερου πάχους διογκωμένου αφρού πολυστυρένιου και κάνοντας το εν λόγω αφρώδες υλικό πιο μαλακό. Όμως, αυτή η αλλαγή θα κατασττούσε το κράνος ογκώδες, βαρύτερο, πιο ζεστό για να φορεθεί από τον αναβάτη και θα αύξανε σημαντικά τις πιθανότητες για εγκεφαλικές κακώσεις περιστροφικού τύπου. Εν τέλει, κάθε σχέδιο ποδηλατικού κράνους διακατέχεται από κάποιας μορφής συμβιβασμού, με τη γενικότερη τάση στη σημερινή εποχή να οδηγείται σε λεπτότερα κράνη με πολλά και μεγάλα ανοίγματα.

4.4 ΤΡΕΧΟΥΣΕΣ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΕΙΣ-STANDARDS

Όλα τα σύγχρονα πρότυπα ελέγχουν το κράνος τοποθετώντας το σε ένα ομοίωμα κεφαλής, γυρίζοντάς το ανάποδα και αφήνοντάς το να πέσει πάνω σε έναν άκμονα από συγκεκριμένο ύψος. Ο άκμονας μπορεί να είναι επίπεδος, στρογγυλεμένος ή σε σχήμα ακρόλιθου. Το σύνηθες ύψος πτώσης ορίζεται μεταξύ ενός και δύο μέτρων. Κατά τη διάρκεια της σύγκρουσης, τα όργανα πρέπει να καταγράψουν λιγότερα από 300 g, κάποιες φορές λιγότερα από 250 g ή ακόμα και 200 g. Τα πρότυπα, επίσης, καθορίζουν την κάλυψη που απαιτείται καθώς και τη δύναμη των ιμάντων και τη σταθερότητα στο κεφάλι. Τα περισσότερα πρότυπα απαιτούν περισσότερη κάλυψη στο πίσω μέρος για κράνη που απευθύνονται σε μικρά παιδιά. Επίσης, ορίζεται από κάποια πρότυπα (μεταξύ αυτών το Ευρωπαϊκό) ως αξιόπιστος τρόπος πιστοποίησης ποδηλατικών κρανών η ρίψη πίπτουσας μάζας πάνω σε κράνος, το οποίο έχει φορεθεί

σε ομοίωμα ανθρώπινης κεφαλής. Παρακάτω, θα αναλυθεί το πρότυπο που ακολουθήθηκε καθώς και η διαδικασία. Στη συνέχεια, ακολουθεί η λίστα με τα πέντε βασικά σύγχρονα πρότυπα :

- Consumer Product Safety Commission (CPSC): Αμερικανικό κυβερνητικό πρότυπο, το οποίο καθορίζει κάθε κράνος που πωλείται στις Η.Π.Α.
- American Society for Testing and Materials (ASTM) – F1447 Q Πανομοιότυπο με το CPSC και περισσότερο δημοφιλές.
- Snell B90-S: Ουσιαστικά ίδιο με το CPSC.
- Snell B95: Αυστηρότερο από το CPSC, αλλά πολύ περιορισμένης χρήσης.
- CENή EN1078: Το Ευρωπαϊκό πρότυπο, το οποίο επιτρέπει ελαφρύτερα, λεπτότερα (λιγότερο προστατευτικά) κράνη από οποιοδήποτε από τα προαναφερθέντα.
- BSEN 13087-2:2000: Η Βρετανική εκδοχή του Ευρωπαϊκού Προτύπου, η οποία ισχύει σε όλα τα κράτη-μέλη και η οποία ακολουθείται παρακάτω.

5 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΟΔΗΛΑΤΙΚΟΥ ΚΡΑΝΟΥΣ

5.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Όπως θα δούμε και παρακάτω πιο αναλυτικά, υπάρχουν πολλά είδη ποδηλατικών κρανών. Στην παρούσα διπλωματική εργασία θα αναφερόμαστε στο κοινό ποδηλατικό κράνος δρόμου, το οποίο άλλωστε χρησιμοποιήθηκε και στη διεξαγωγή του πειραματικού μέρους που επακολουθεί.

Σε αυτήν την παράγραφο θα περιγράψουμε συνοπτικά και απλά το κοινό ποδηλατικό κράνος, μιας και στη συνέχεια θα αναφερθούμε ενδελεχώς στα μέρη που το αποτελούν, στο πως κατασκευάζονται, τα υλικά που χρησιμοποιούνται και άλλα. Ανεξάρτητα από τη μάρκα, τα ποδηλατικά κράνη έχουν ένα ζεύγος ιμάντων ανά πλευρά της κεφαλής. Κάθε ζεύγος ιμάντων διασταυρώνεται και στη συνέχεια καταλήγει σε μια ένωση γρήγορης απελευθέρωσης, που αποτελείται από ένα αρσενικό και ένα θηλυκό κομμάτι. Τα ζεύγη αυτά είναι καλά εφαρμοσμένα στις δύο πλευρές του βασικού σώματος του κράνους. Το βασικό σώμα του κράνους (Σχέδια και μεγέθη ποικίλουν) συνήθως κατασκευάζεται από EPS (ανάλυση υλικών ακολουθεί σε παρακάτω παράγραφο) αφρό και καλύπτεται από ένα λεπτό πλαστικό κέλυφος, το οποίο δίνει και το τελικό σχήμα.

5.2 ΤΥΠΟΙ

Υπάρχουν διάφορα είδη ποδηλατικών κρανών, τα οποία θα αναφέρουμε επιγραμματικά εδώ και στη συνέχεια θα ακολουθήσει περαιτέρω ανάλυση. Έχουμε τα εξής είδη :

- Κράνος δρόμου και αγώνων δρόμου
- Κράνος καθημερινής μετακίνησης
- Cyclo-Cross Κράνος
- Κράνος αγώνων κατάβασης
- Κράνος τύπου BMX
- Κράνος τύπου Chrono

5.2.1 ΓΙΑ ΔΡΟΜΟ ΚΑΙ ΑΓΩΝΕΣ ΔΡΟΜΟΥ

Τα αρχικά σχέδια ποδηλατικών κρανών, φτιάχτηκαν για χρήση στο δρόμο και για αγώνες δρόμου. Καθώς εξελίχτηκαν, απέκτησαν ως επί το πλείστον ένα πιο επίμηκες σχήμα, το οποίο πάντα έχει οπές και συνήθως κατασκευάζεται από αφρό EPS και καλύπτεται από ένα λεπτό πλαστικό κέλυφος. Αυτό το



Εικόνα 10 : Διαδεδομένο σχέδιο κράνους για χρήση σε δρόμο και σε αγώνες δρόμου.

είδος αποτελεί το πιο διαδεδομένο στον κόσμο και είναι αυτό με τις περισσότερες πωλήσεις το χρόνο παγκοσμίως.

5.2.2 ΓΙΑ ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗ

Ο όρος “κράνος μετακίνησης” (commuter helmet) επινοήθηκε το 2004 από τον Bell, όταν εισήχθη στην αγορά το μοντέλο του μετρό. Έχει φτάσει πια να σημαίνει ένα κράνος με στρογγυλεμένο σχήμα, σε αντίθεση με το



Εικόνα 11: Commuter Bicycle Helmet

επίμηκες του δρόμου, το οποίο επίσης έχει οπές, κατασκευάζεται με EPS αφρό και καλύπτεται από λεπτό πλαστικό κέλυφος. Κάποιες σημαντικές διαφορές είναι ότι συνήθως είναι εξοπλισμένα με καθρέφτες, αυτάκια για προστασία κατά τη χειμωνιάτικη περίοδο και οπίσθιους ανακλαστήρες για να κάνουν την καθημερινή μετακίνηση πολύ πιο εύκολη.

5.2.3 CYCLO-CROSS

Αναφερόμαστε σε αγώνες πολλών γύρων μιας σύντομης διαδρομής (2.5-3.5 χιλιόμετρα), η οποία αποτελείται από πεζοδρόμια, δασώδη μονοπάτια, γρασιδί, απότομους λόφους και εμπόδια που απαιτούν από τον αναβάτη να κατέβει γρήγορα από το ποδήλατο και να πλοηγηθεί ευέλικτα ανάμεσα σε απροσπέλαστα εμπόδια πεζή. Τα κράνη που χρησιμοποιούνται σε αυτήν την κατηγορία μοιάζουν με αυτά των αγώνων δρόμου με τη διαφορά ότι είναι συνήθως πιο επιμήκη και αεροδυναμικά και φέρουν πολλές οπές και αγωγούς αερισμού. Κατά τα άλλα το υλικό που χρησιμοποιείται και εδώ είναι συνήθως αφρός EPS καλυμμένος από ένα λεπτό κέλυφος πλαστικού.



Εικόνα 12: Κράνος τύπου Cyclo-Cross

5.2.4 DOWNHILL MOUNTAINBIKE RACING-ΑΓΩΝΕΣΚΑΤΑΒΑΣΗΣ

Ένα ελαφρύ κράνος τύπου μοτοσυκλέτας, το οποίο συνήθως συνοδεύεται από μία προστατευτική μπάρα στο πηγούνι για να ενισχύσει την προστασία του προσώπου. Χρησιμοποιείται σε εκτός δρόμου αγώνες κατάβασης και κυρίως σε δασώδεις εκτάσεις με άγριες και απότομες διαδρομές. Γενικά, έχει οπές και κατασκευάζεται από EPS αφρό, ο οποίος καλύπτεται είτε με ένα λεπτό πλαστικό κέλυφος είτε με ένα παχύτερο κατασκευασμένο από πλαστικό ή από ένα σύνθετο υλικό, όπως ίνες υάλου ή ίνες άνθρακα. Αποτελεί μία από τις λίγες επιλογές για αναβάτες δρόμου που επιθυμούν πλήρη προστασία προσώπου αλλά με αρκετές οπές



Εικόνα13 : Downhill Mountain Bike Racing Helmet

αερισμού. Τα καλύτερα είναι πιστοποιημένα από το πρότυπο ASTM F1952 για τέτοιου είδους κράνη.

5.2.5 BMX RACING (BICYCLE MOTOCROSS)

Ο όρος BMX εξηγεί το άθλημα που εμπλέκει αγωνιστικού τύπου ποδήλατα σε διαδρομές με ταυτόχρονη εκκίνηση των αναβατών και με εμπόδια. Επίσης, αναφέρεται στο ίδιο το ποδήλατο, το οποίο είναι κατασκευασμένο για διαδρομές με σκόνη και χώμα, στοιχεία που συνιστούν γενικότερα την ποδηλασία τύπου motocross. Το κράνος που χρησιμοποιείται σε τέτοιες περιστάσεις είναι ελαφρύ σε κατασκευή και πολλές φορές είναι μέχρι και κράνη μοτοσυκλέτας που πωλούνται σε αναβάτες BMX ποδηλάτων. Πάντα έχει προστατευτική μπάρα για το πηγούνι και το πρόσωπο ενώ επιπλέον εφαρμόζεται βιδωτά και μια μεγάλη τετράγωνη προστατευτική ζελατίνα για την προστασία επίσης του προσώπου αλλά και των ματιών από τη σκόνη και το χώμα. Κατασκευάζεται και αυτό από αφρό EPS, ο οποίος καλύπτεται από ένα πλαστικό κέλυφος ή από κέλυφος σύνθετου υλικού, όπως υαλονήματα ή ανθρακονήματα. Συνήθως, έχει μικρούς αεραγωγούς μιας και οι συγκεκριμένοι αγώνες είναι μικροί σε διάρκεια. Μερικά έχουν πιστοποιηθεί με το πρότυπο ASTM F 2032 BMX ή και με το πρότυπο για μοτοσυκλέτες DOT. Μόνο το πρότυπο μοτοσυκλέτας Snell M-2005 απαιτεί έλεγχο της ενέργειας πρόσκρουσης στην προστατευτική μπάρα με τη μορφή θλιπτικού αφρού.



Εικόνα 14: Κράνος ποδηλάτου τύπου BMX

5.2.6 CHRONO

Από τον ίδιο τον όρο (προερχόμενος από την ελληνική λέξη “χρόνος”), αντιλαμβανόμαστε ότι αναφερόμαστε σε διαδρομές ή πίστες, όπου οι αναβάτες επιδιώκουν τον καλύτερο χρόνο και συνεπώς τις μέγιστες ταχύτητες. Οπότε τα εν λόγω χρησιμοποιούμενα κράνη απαιτούν υψηλό αεροδυναμικό σχεδιασμό προορισμένο για υψηλές ταχύτητες. Υπάρχουν δύο κατηγορίες, από τις οποίες επικρατεί η μία περισσότερο. Στη μία κατηγορία έχουμε κράνη σε σχήμα μιας μπάλας και από την άλλη πλευρά έχουμε την επικρατέστερη κατηγορία με το επίμηκες σχήμα, το οποίο θυμίζει δάκρυ. Αυτά με το επίμηκες σχήμα πολλές φορές έχουν μια ουρά, η οποία κάθετα στην πλάτη του αναβάτη και προσφέρει έτσι συνδυαστικά ένα πολύ πιο αεροδυναμικό σύνολο. Όταν οι αναβάτες απλά κάθονται ή σκύβουν η ουρά ανυψώνεται στο ρεύμα του αέρα. Τα πιο αεροδυναμικά και συνήθη μοντέλα δεν έχουν οπές ή αγωγούς αερισμού για να μη χαλάσει η ομαλή ροή του αέρα γύρω από το περίβλημα. Αυτά τα χαρακτηριστικά καθιστούν το συγκεκριμένο είδος κράνους ακατάλληλο για χρήση σε άλλες διαδρομές παρά μόνο σε αυτές για τις οποίες κατασκευάστηκε εξ’ αρχής. Άλλωστε σε



Εικόνα 15: Ποδηλατικό κράνος τύπου Chrono

περίπτωση σύγκρουσης η ουρά θα λειτουργούσε σα μοχλός, ο οποίος θα τράνταζε το κεφάλι.

Σήμερα, οι διοργανωτές τέτοιων αγώνων απαιτούν πια αυτά τα κράνη να πιστοποιούνται σε περιπτώσεις σύγκρουσης και γι' αυτό κατασκευάζονται από αφρό EPSκαλυμμένο με ένα λεπτό πλαστικό κέλυφος.

6 ΒΑΣΙΚΑ ΜΕΡΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΡΑΝΟΥΣ

6.1 ΕΠΕΝΔΥΣΗ

Η επένδυση είναι το σημαντικότερο κομμάτι του βασικού σώματος του κράνους. Μιλώντας για επένδυση, εννοούμε το στρώμα αφρού, το οποίο είναι υπεύθυνο για την απορρόφηση και τη διαχείριση της ενέργειας κατά τη διάρκεια της σύγκρουσης. Το εν λόγω στρώμα, κατασκευάζεται, ως επί το πλείστον, από διογκωμένο πολυστυρένιο (EPS-Expanded Polystyrene). Για τα φθηνότερα κράνη, τα οποία καλύπτουν και το μεγαλύτερο μέρος στη σύγχρονη αγορά, ακολουθούνται τυπικές διαδικασίες παραγωγής του αφρού, όπως γίνεται για οποιοδήποτε άλλο αντικείμενο που κατασκευάζεται από EPS. Οι κόκκοι του EPS γνωστοί και ως “σφαιρίδια”, τοποθετούνται σε ένα καλούπι και με τη βοήθεια ατμού και πίεσης διογκώνονται και μετατρέπονται στο γνωστό σε όλους φελιζόλ. Στην επόμενη παράγραφο θα αναλύσουμε λεπτομερώς το εν λόγω υλικό.

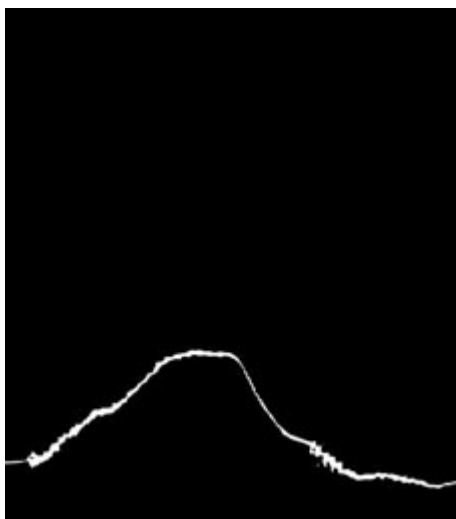
Στα κορυφαία κράνη ποδηλάτων, δεν είναι αρκετή η χρήση του EPS. Τα συγκεκριμένα απαιτούν εσωτερική ενίσχυση και συνήθως μεγαλύτερους αγωγούς αερισμού. Οι τεχνικές για να συμπεριληφθεί η ενίσχυση στο καλούπι του κράνους με τον ορθότερο τρόπο είναι κρίσιμες και καθοριστικές για την παραγωγική διαδικασία. Αυτές τις τεχνικές, οι κατασκευαστές τις κρατούν επτασφράγιστα μυστικά. Για την ενίσχυση οι κατασκευάστριες εταιρείες χρησιμοποιούν μια ποικιλία υλικών όπως το νάιλον, το πολυπροπυλένιο ή ακόμα και μέταλλο ή και μεταλλικό πλέγμα. Το πρώτο κράνος που χρησιμοποίησε αυτήν την τεχνική ήταν στα τέλη της δεκαετίας του 80' το ProTecMirage, το οποίο περιείχε ενίσχυση με πλέγμα νάιλον. Τυπικά, η ενίσχυση είναι θαμμένη μέσα στο στρώμα αφρού και ο χρήστης συνήθως δεν καταλαβαίνει ότι υπάρχει. Η ύπαρξή της όμως είναι κρίσιμη και ιδιαίτερα σε κράνη με μεγάλες οπές, για να μην σπάσουν σε κομμάτια μετά από μια σφοδρή ή μη σύγκρουση. Η χρήση του πλέγματος ενίσχυσης σε καμία περίπτωση δε θα πρέπει να συγχέεται με την ευρωπαϊκή τακτική τοποθέτησης πλεγμάτων στους μπροστινούς αεραγωγούς, τα οποία το μόνο που καταφέρνουν είναι να φιλτράρουν τον αέρα κατά τη διέλευσή του.

Ο EPS αφρός τοποθετείται σε στρώματα με κριτήριο τη διαφορετική πυκνότητα, ούτως ώστε να γίνεται καλύτερη και ομαλότερη διαχείριση της ενέργειας κατά τη διάρκεια της σύγκρουσης. Ουσιαστικά, με αυτόν τον τρόπο, επιτυγχάνεται ότι τα μαλακότερα επίπεδα αντιδρούν και απορροφούν την ενέργεια σε μικρότερες συγκρούσεις, ενώ τα σκληρότερα επίπεδα ανταποκρίνονται και απορροφούν

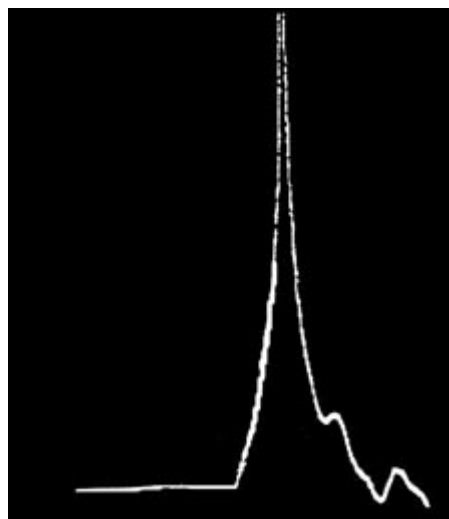
δυνατότερες συγκρούσεις με πολύ μεγαλύτερα ποσά ενέργειας. Σε μερικές περιπτώσεις, η πυκνότητα ποικίλει σε περιοχές γύρω από τους αεραγωγούς για να επιτρέψει στο κράνος να τηρεί το πρότυπο σύγκρουσης και ταυτόχρονα να γίνεται λεπτότερη η επένδυση και ελαφρύτερη. Επίσης, έχουν κάνει την εμφάνισή τους στην αγορά και άλλα είδη αφρών, όπως Διογκωμένο Πολυπροπυλένιο (Expanded Polypropylene-EPP) και Διογκωμένο Πολυουρεθάνιο (Expanded Polyurethane-EPU-PU).

6.1.1 ΒΑΣΙΚΑ ΥΛΙΚΑ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ : ΑΦΡΟΙ ΚΑΙ ΑΛΛΑ ΥΛΙΚΑ

Αρχικά, πρέπει να γίνει σαφές ότι ένα κράνος εκτελεί δύο βασικές διαδικασίες. Η πρώτη επιτάσσει ότι μέσω της συντριβής ή της παραμόρφωσης του αφρού, προσπαθεί να μετατρέψει ένα μικρό μέρος της ενέργειας σε θερμότητα. Στη δεύτερη, το κράνος επιβραδύνει τη διαδικασία σταματήματος του κεφαλιού σε περίπου έξι χιλιοστά του δευτερολέπτου αντί του ενός χιλιοστού ή και λιγότερο του ενός. Η πιο σημαντική λεπτομέρεια βρίσκεται στη δεύτερη διαδικασία, όπου το κράνος ουσιαστικά επιβραδύνει το κεφάλι μέχρι αυτό να σταματήσει. Η ενέργεια της σύγκρουσης κατακερματίζεται και ισομοιράζεται σε αυτά τα πολύ σημαντικά και μικρής διάρκειας έξι χιλιοστά του δευτερολέπτου, μειώνοντας το peak point της ακίδας της ενέργειας στο κεφάλι και στον εγκέφαλο. Παρακάτω ακολουθούν δύο τυπικά γραφήματα από πείραμα εργαστηρίου για πρόσκρουση, όπου μια ομαλή καμπύλη εκτείνεται στη διάρκεια των έξι χιλιοστών του δευτερολέπτου για ένα καλό κράνος (αριστερά) ενώ αντίθετα ένα μεγάλο peak διαφαίνεται για ένα γυμνό κεφάλι(δεξιά).



Εικόνα 16 : Γράφημα ενέργειας με χρήση καλού κράνους



Εικόνα 17 : Γράφημα ενέργειας για γυμνό κεφάλι

Κάπου στα μέσα της διαδρομής της ενεργειακής ακίδας της εικόνας 17, ξεκινά η μόνιμη εγκεφαλική βλάβη.

Με βάση την Αρχή Διατήρησης της Ενέργειας, γνωρίζουμε ότι ένα ποσό ενέργειας δεν μπορεί απλά να απορροφηθεί και να “εξαφανιστεί” αλλά αυτό που συμβαίνει

είναι ότι μετατρέπεται σε κάποια άλλης μορφής ενέργεια. Για αυτόν το λόγο, αναφερόμαστε στο ότι το κράνος είναι ουσιαστικά ένα μέσο διαχείρισης της ενέργειας πρόσκρουσης. Για να γίνει περισσότερο κατανοητό, θα πάρουμε για παράδειγμα ένα κομμάτι φελιζόλ και θα το χτυπήσουμε με ένα σφυρί απότομα σε μία εντοπισμένη περιοχή μία φορά. Μετά το χτύπημα, η οδόντωση θα είναι θερμή στην αφή, το οποίο καταδεικνύει ότι μέρος της ενέργειας μετατράπηκε σε θερμότητα. Όμως το χτύπημα ήταν πολύ δυνατό και συγκεντρωμένο σε μια πολύ μικρή περιοχή στο μέγεθος της κεφαλής του σφυριού, ενώ ταυτόχρονα η θερμότητα που αισθανόμαστε δεν αγγίζει ακραία επίπεδα τιμών. Ακόμα και έτσι το χτύπημα του σφυριού αμβλύνεται και ο ήχος νεκρώνεται.

Όπως έχουμε προαναφέρει, τα σύγχρονα κράνη διαχειρίζονται την ενέργεια πρόσκρουσης μέσω κάποιου είδους αφρού. Υπάρχουν πολλοί διαφορετικοί τύποι και ποιότητες αφρών στην αγορά. Όμως, χωρίζονται σε δύο βασικές μεγάλες κατηγορίες. Τους αφρούς που είναι σκληροί και συνθλιψίμοι και τους αφρούς που είναι ελαστικοί και εύκολοι στο να πιεστούν. Αυτά τα χαρακτηριστικά καθιστούν δυνατό να κατασκευαστούν κράνη είτε για μια πολύ δυνατή πρόσκρουση είτε για έναν αριθμό σκληρών κρούσεων είτε τελικά για ένα μεγάλο αριθμό μαλακότερων κρούσεων. Πάντα, όμως, κάθε είδος αφρού έχει τους περιορισμούς του.

Όλοι οι αφροί έχουν κάποια κοινά χαρακτηριστικά και γενικά είναι φτηνοί στην παραγωγή τους. Λόγω των αμέτρητων κυττάρων αέρα που ενσωματώνονται σε αυτούς, οι αφροί είναι πολύ καλοί μονωτές. Αυτό καθιστά σαφές το γεγονός ότι τα περισσότερα κράνη θα πρέπει να επιτρέπουν την καλή κυκλοφορία αέρα στο εσωτερικό τους για να μη γίνεται συσσώρευση θερμότητας και προκαλείται δυσφορία στον αναβάτη. Επίσης, η ποιότητα όλων των αφρών επιδεινώνεται τελικά μετά από μια σύγκρουση αν και κάποιοι τύποι μπορούν να δεχθούν πολλαπλές συγκρούσεις πριν ξεκινήσει αυτή η επιδείνωση.

Το επίπεδο αντοχής στη θλίψη και στην παραμόρφωση ποικίλει με βάση την πυκνότητα του αφρού. Αφροί με μεγαλύτερη πυκνότητα αντιστέκονται πολύ καλύτερα σε δυνατές προσκρούσεις πριν συμπιεστούν στο απόλυτο όριο κατάρρευσής τους, περνώντας μέσα από πολλές ενεργειακές διακυμάνσεις. Οι μαλακότεροι αφροί, δηλαδή αυτοί με μικρότερη πυκνότητα, συμπιέζονται ή παραμορφώνονται σε ελαφρότερες συγκρούσεις. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, να προστατεύουν τον αναβάτη καλύτερα σε ήπιους τραυματισμούς, οι οποίοι καλούνται διασεισεις. Υψηλότερου επιπέδου κράνη αποτελούνται από συνδυασμούς διαφορετικής πυκνότητας στρωμάτων αφρού, το οποίο όμως αυξάνει το πάχος του κράνους.

Η επιβράδυνση του κεφαλιού κατά την πτώση εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του αφρού και το πάχος του. Ο θεωρητικά καλύτερος αφρός παρέχει ένα βέλτιστο βαθμό κρούσης ή παραμόρφωσης για την πρόσκρουση που βιώνει ο αναβάτης. Παίζει ρόλο ακόμα και το ότι όταν ο αφρός είναι κατά μία ίντσα παχύτερος, δίνει πολύ περισσότερο χρόνο στο κεφάλι να σταματήσει σε μια σφοδρή σύγκρουση. Ένας

λιγότερο πυκνός αφρός μπορεί να δώσει μία πολύ ήπια προσγείωση σε μία ελαφιού τύπου πρόσκρουση. Όμως, σε αυτήν την περίπτωση ο πυκνότερος αφρός θα προστάτευε χωρίς να πλησιάζει καν το απόλυτο σημείο θραύσης του. Στο σημείο αυτό εγείρεται ένα άλλο χαρακτηριστικό που πρέπει να υπογραμμιστεί. Όταν ο αφρός είναι πυκνός και παχύς, το κράνος γίνεται ογκώδες και αντιαισθητικό. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μην είναι ελκυστικό στους καταναλωτές και οι πωλήσεις να μην είναι συμφέρουσες στον άξονα του κέρδους. Από την άλλη πλευρά πάλι, ένα ογκώδες κράνος που εξέχει αρκετά από την περίμετρο της κεφαλής μπορεί να προκαλέσει προστιθέμενους τραυματισμούς λόγω περιστροφής σε μια σύγκρουση.

Κοντολογίς, αναφέρουμε ότι το ιδανικό θα ήταν ο κάθε αναβάτης να φέρει κράνος με το κατάλληλο πάχος και την κατάλληλη πυκνότητα αφρού σε σχέση με τη χρήση και τις διαδρομές και το τι είδους προσκρούσεις μπορούν να προκληθούν. Αυτό όμως είναι πολύ δύσκολο και να το γνωρίζει ένας κοινός αναβάτης αλλά και να το προβλέψει. Έτσι, προκύπτει ένας βαθμός ευαισθησίας του αφρού, ο οποίος τον καθιστά σκληρότερο στις σφοδρές κρούσεις και μαλακότερο στις ελαφρύτερες.

6.1.1.1 Συνθλίψιμοι Αφροί

Οι συνθλίψιμοι αφροί είναι ιδανικοί για κράνη που έχουν σχεδιαστεί για μία πολύ δυνατή σύγκρουση. Τα κυτταρικά τοιχώματα συνθλίβονται κατά την κρούση και επιβραδύνουν το κεφάλι. Όπως προαναφέραμε, ένα μικρό ποσοστό της ενέργειας μετατρέπεται σε θερμότητα. Όταν ένας αφρός θλίβεται δε λειτουργεί στο πρότυπο ενός ελατηρίου, δηλαδή δεν έχει επαναφορά αλλά όταν περάσει το όριο θραύσης του τότε η υπόλοιπη ενέργεια πρόσκρουσης θα περάσει κατευθείαν στο κεφάλι, προκαλώντας σοβαρούς τραυματισμούς. Μία από τις κύριες παραμέτρους για την κατασκευή ενός κράνους είναι η πυκνότητα του αφρού. Η πυκνότητα καθορίζει το εύρος της έντασης των κρούσεων που μπορεί να δεχθεί το κράνος. Μεγαλύτερη πυκνότητα για σκληρότερες κρούσεις και μικρότερης πυκνότητας για ελαφρύτερες κρούσεις, με τον κίνδυνο όμως να φτάσει εύκολα το κράνος στο σημείο ενός σκληρού πλήγματος για τον αναβάτη.

Για τους περισσότερους άκαμπτους αφρούς, η σύνθλιψη των κυτταρικών τοιχωμάτων εκμηδενίζει την ικανότητα διαχείρισης της κρούσης και για αυτόν τον λόγο θα πρέπει το κράνος να αντικαθίσταται άμεσα μετά ακόμα και από μία μόνο πρόσκρουση. Συνήθως, η ζημιά που προκαλείται στον αφρό δεν είναι ορατή στην εξωτερική του επιφάνεια και πολλοί αφροί δείχνουν να επανέρχονται στην αρχική τους καλή κατάσταση μετά από μια κρούση. Αυτό διαρκεί μόνο για μερικές ώρες. Ουσιαστικά, στις περισσότερες των περιπτώσεων ο αφρός υπόκειται σε μόνιμοι σοβαρή ζημιά και δεν είναι σε θέση να αντιμετωπίσει ξανά τον αντίκτυπο μιας νέας κρούσης. Μετά την κρούση ο αφρός του κράνους είναι πιο ελαστικός και πιο μαλακός. Πολλοί αναβάτες ακόμα και αν το κράνος τους μετά από μία πτώση εμφανίσει ρωγμές στον επενδεδυμένο αφρό του, δεν το λαμβάνουν υπόψη τους και υποτιμούν τις συνέπειες μιας επερχόμενης πτώσης γιατί το κράνος τους ελαχιστοποίησε το σοκ της πρώτης κρούσης.

Στη συνέχεια, θα αναλύσουμε κάποια βασικά είδη αφρών που κυκλοφορούν στην αγορά :

- ✓ Αφρός Διογκωμένου Πολυστυρενίου (Expanded Polystyrene-EPS)

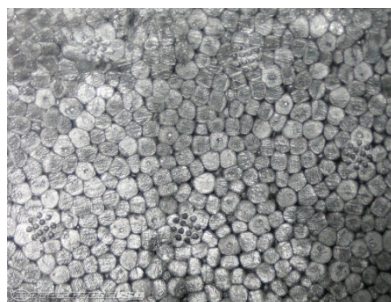


Εικόνα 18: Αφρός EPS

Το διογκωμένο πολυστυρένιο είναι ένας άκαμπτος και σκληρός αφρός. Κατά βάση είναι λευκού χρώματος. Κοινές χρήσεις περιλαμβάνουν μορφοποιημένα φύλλα για μονώσεις κτιρίων και υλικά συσκευασίας για την απορρόφηση κραδασμών εύθραυστων αντικειμένων μέσα σε κουτιά. Η θερμική αγωγιμότητα μετράται σύμφωνα με το EN 12667 και οι τυπικές τιμές κυμαίνονται από 0.032 έως 0.038 W/mK, ανάλογα

με την πυκνότητα του αφρού. Προσθέτοντας γεμίσματα (όπως γραφίτες, αλουμίνιο ή άνθρακες) καταφέραμε να μειώσουμε τη θερμική αγωγιμότητα σε ένα εύρος τιμών από 0.030 έως 0.034 W/mK. Ως εκ τούτου έχει προκύψει ένα γκρι/μαύρο χρώμα που το ξεχωρίζει από τον κοινό αφρό.

Διαμορφώνεται, τοποθετώντας σφαιρίδια πολυστυρενίου (κόκκους) περίπου στο μέγεθος του επιτραπέζιου αλατιού, σε ένα καλούπι πίεσης στο σχήμα ενός κράνους και διογκώνεται από δύο έως πενήντα φορές, με ένα παράγοντα διογκώσεως όπως αυτόν του πεντανίου υπό πίεση και θερμότητα. Τα



Εικόνα 19: Διογκωμένα σφαιρίδια πολυστυρενίου (EPS)

σφαιρίδια διογκώνονται για να σχηματίσουν τις κυψέλες και να γεμίσουν το καλούπι. Τα διογκωμένα σφαιρίδια, υπό ιδανικές συνθήκες,

είναι σφιχτά συνδεδεμένα με ισχυρούς δεσμούς. Υπό κακές συνθήκες, όπου η θερμοκρασία του ατμού πεντανίου δεν ήταν σωστή ή η πίεση δεν είχε τη σωστή τιμή, τότε δεν υπάρχει ομοιομορφία στον αφρισμό και δημιουργούνται μικρές εσοχές εκεί όπου οι κόκκοι δεν διογκώθηκαν καταλλήλως. Η επένδυση ενός κράνους με τέτοιες εσοχές παράγει έναν χαρακτηριστικό θόρυβο όταν κουνηθεί, σα να έχει μικρά κομματάκια στο εσωτερικό της. Για αυτόν το λόγο η διαμόρφωση του αφρού δεν είναι μια απλή διαδικασία και συνήθως ανατίθεται σε κατασκευαστές εξειδικευμένους εκτός της εταιρείας παραγωγής και συναρμολόγησης του κράνους. Η πυκνότητα του αφρού μετράται αρχικά ζυγίζοντας την επένδυση και μετά μετρώντας το βάρος του νερού που εκτοπίζεται κατά τη βύθισή της και συγκρίνοντας τις δύο τιμές.

Η ποιότητα του αφρού που χρησιμοποιείται στα κράνη είναι πολύ μεγαλύτερη από τις κοινές χρήσεις του αφρού. Επίσης, σε πολλές περιπτώσεις χρησιμοποιούνται πρόσθετα για να αυξήσουν την προσκόλληση των κυψελών,

μειώνοντας κατά πολύ το σπάσιμο-διαχωρισμό σε ιδιαίτερα σκληρές κρούσεις. Παράδειγμα ενός πρόσθετου είναι κάποιο είδος ρητίνης που χρησιμοποιείται για να αυξήσει την αντοχή στις ρωγμές. Επίσης, πρόσθετα χρησιμοποιούνται για να χρωματίσουν τον αφρό, κάτι που επιδρά αρνητικά στην αντοχή της επένδυσης. Οι κατασκευαστές προσθέτουν εσωτερική ενίσχυση χρησιμοποιώντας νάιλον, ίνες άνθρακα ή διάφορα είδη πλαστικών για να μειώσουν τις ρωγμές και να επιτρέψουν στους σχεδιαστές να φτιάξουν περισσότερα ανοίγματα-αεραγωγούς, περνώντας επιτυχώς όμως τις εργαστηριακές δοκιμές αντοχής.

Οι τεχνικές καλουπώματος και διαμόρφωσης έχουν εξελιχθεί με την πάροδο του μισού αιώνα, επιτρέποντας στους κατασκευαστές να συνδυάζουν στρώματα σκληρότερου αφρού με στρώματα μαλακότερου αφρού (μεταβλητής πυκνότητας αφρώδες υλικό). Με το πέρασμα των χρόνων



Εικόνα 20: Κράνος εταιρείας Kali με χρήση EPS

υπάρχουν αρκετά κράνη που βασίστηκαν σε αυτήν την τεχνική. Ένα από τα πιο προχωρημένα είναι το κράνος της εταιρείας Kali, μιας αμερικανικής προέλευσης κατασκευάστριας εταιρείας, η οποία εισήρθε στην αγορά το 2008.

✓ Αφρός Διογκωμένου Πολυπροπυλενίου (Expanded Polypropylene-EPP)



Εικόνα 22: EPP

Παρόμοιο σε εμφάνιση με το διογκωμένο πολυστυρένιο, το διογκωμένο πολυπροπυλένιο είναι ένας αφρός χαρακτηριζόμενος ως αφρός πολλαπλών κρούσεων, ο οποίος ανακτά το σχήμα του σιγά σιγά μετά από μια κρούση. Η επεξεργασία του αποδεικνύεται πιο περίπλοκη από αυτή του EPS και επίσης κοστίζει λίγο περισσότερο. Από τεχνικής άποψης θα λέγαμε ότι έχει έναν λιγότερο ευνοϊκό συντελεστή επαναφοράς. Αυτό σημαίνει ότι το μεγαλύτερο ποσοστό της επαναφοράς του λαμβάνει χώρα αργά και σταθερά για αρκετή ώρα μετά από την κρούση και για αυτό το λόγο χρειάζεται παχύτερη επένδυση στο κράνος από αυτή του EPS. Παρότι, όπως προείπαμε, είναι σχεδόν πανομοιότυπο οπτικά με το EPS, η βασική του διαφορά είναι ότι είναι υλικό πολλαπλών κρούσεων σε αντίθεση με το EPS, το οποίο είναι μιας χρήσης. Αυτό το χαρακτηριστικό το κατατάσσει άμεσα για εφαρμογή σε κατηγορίες αθλημάτων με πιθανότητα πολλαπλών κρούσεων, όπως το skateboard. Το 2004 η εταιρεία ProTec εισήγαγε ένα τροποποιημένο και βελτιωμένο κράνος EPP, του οποίου τη νέα τεχνολογία ονόμασε SXP. Το καινοτόμο χαρακτηριστικό ήταν ότι κατάφεραν να

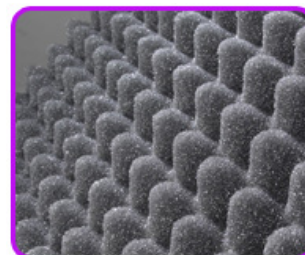


Εικόνα 21:
Κράνος εταιρείας ProTec με
τεχνολογία SXP/ multi-
impact

ισορροπήσουν τη δυνατότητα πολλαπλών κρούσεων χωρίς να αναγκάζονται να κατασκευάσουν ένα παχύτερο κράνος.

✓ Αφρός Διογκωμένης Πολυουρεθάνης (Expanded Polyurethane-PU-EPU)

Η διογκωμένη πολυουρεθάνη είναι ένας άλλος συνθλιψίμος αφρός, αρκετά παρόμοιος με τον αφρό EPS. Έχει πυκνή, λεπτή και ομοιόμορφη δομή κυττάρων. Κατά τη διαδικασία καλουπώματός της δημιουργεί μια ομαλή επιφάνεια, ικανή να προστατέψει το κάτω μέρος του κράνους από μικρούς κραδασμούς ενώ παράλληλα βελτιώνει κατά πολύ και την



Εικόνα 23: PU-EPU

αισθητική άποψη. Κατά τα άλλα είναι βαρύτερο από τον αφρό EPS και έχει σταθερή αίσθηση στην αφή. Το μεγαλύτερο ποσοστό κράνος με βάση το EPU, κατασκευάζεται στην Ταιβάν. Αυτό συμβαίνει λόγω του ότι κατά τη διαδικασία παραγωγής τους, παράγονται τοξικά υποπροϊόντα, τα οποία επιτρέπονται εκεί ενώ στις περισσότερες άλλες χώρες όχι.

6.2 ΚΕΛΥΦΟΣ



Εικόνα 24: Κέλυφος κράνους

Όσον αφορά στο κέλυφος ενός κράνους, συνήθως, ξεχωρίζουμε δύο κατηγορίες. Η πρώτη κατηγορία είναι αυτή στην οποία ανήκουν τα κατά βάση “ανέξοδα” ή φτηνά κράνη. Σε αυτήν την περίπτωση, το υλικό του κελύφους είναι συμπιεσμένο PET (τερεφθαλικό πολυαιθυλένιο) ή κάποιο άλλο παρόμοιο πλαστικό.

Συνήθως, είναι κολλημένο πάνω στην επένδυση και στη συνέχεια με χρήση ταινίας προσαρμόζεται στο εμφανές σύνορο του κράνους.

Από την άλλη πλευρά, υπάρχει η κατηγορία στην οποία ανήκουν τα πιο ακριβά κράνη, δηλαδή αυτά που έχουν υποστεί καλύτερη επεξεργασία και συναρμολόγηση, χρησιμοποιώντας καλύτερα και αποδοτικότερα υλικά. Σε αυτές τις περιπτώσεις, το κέλυφος συμπεριλαμβάνεται στο καλούπι, στο οποίο διογκώνεται ο αφρός της επένδυσης. Συνεπώς, θα πρέπει να είναι ένα υλικό που θα αντέχει τη θερμότητα. Το υλικό αυτό δεν μπορεί να είναι το τερεφθαλικό πολυαιθυλένιο, γιατί θα λιώσει, αλλά κάποιο πολυανθρακικό ή κάποιο άλλο πλαστικό υψηλότερης ποιότητας για να μπορεί να λάβει τη θερμότητα του καλουπιού. Οι σημερινές εξελιγμένες τεχνικές μπορούν να προσθέσουν περισσότερα από ένα τμήματα του κελύφους στο καλούπι και έως πέντε κομμάτια μπορούν να παρέχουν την προστασία το κέλυφος στο κάτω μέρος του κράνους και ακόμα και στο εσωτερικό του. Όπως αντιλαμβανόμαστε, εδώ δεν είναι

απαραίτητη η χρήση κόλλας μιας και το κέλυφος συνδέεται εξ' αρχής με την επένδυση μέσα στο καλούπι. Η τεχνική αυτή, επίσης, αποφέρει δυνατότερα κράνη και οι σχεδιαστές τη χρησιμοποιούν για να ανοίξουν μεγαλύτερους αεραγωγούς, μειώνοντας ταυτόχρονα τον αφρό και μένοντας πιστοί στα απαιτούμενα πρότυπα αντοχής.

Λίγα κράνη ποδηλάτων έχουν σκληρό κέλυφος φτιαγμένο από ABS (εμπορική ρητίνη γνωστή και ως ABS-ρητίνη, η οποία προέρχεται από συμπολυμερισμό στυρενίου με ακρυλονιτρίλιο και βουταδιένιο) ή πολυανθρακικό πλαστικό. Τα κράνη BMX και μερικά παλιότερα κράνη έχουν συνθετικά σκληρά κελύφη με στρώσεις από fiberglass (πλαστικό ενισχυμένο με γυαλί) ή ακόμα και ίνες Kevlar. Τα κράνη από ABS καλουπώνονται, ενώ τα κελύφη με fiberglass γενικότερα δουλεύονται στο χέρι.

6.3 ΙΜΑΝΤΕΣ

Οι ιμάντες των κρανών γενικά κατασκευάζονται από νάιλον ή πολυπροπυλένιο. Όλοι μοιάζουν μεταξύ τους αλλά διαφέρουν σημαντικά σε ύφασμα, φινίρισμα επιφάνειας, ύφανση και άλλα λεπτά χαρακτηριστικά. Για κράνη στα οποία κολλάται το κέλυφος, οι ιμάντες προστίθενται στην επένδυση πριν κολληθεί το κέλυφος και συνήθως ξεκινούν από την κορυφή της επένδυσης για να καλυφτούν στη συνέχεια από το ίδιο το κέλυφος. Στην άλλη προαναφερθείσα περίπτωση, όπου το κέλυφος είναι μέσα στο καλούπι, οι ιμάντες δεν μπορούν να μπουν και αυτοί από τόσο νωρίς γιατί λόγω θερμότητας θα καταστραφεί το πλέγμα. Συνεπώς, προστίθενται στη συνέχεια αφού ολοκληρωθεί η διαδικασία του καλουπώματος με έναν εξελεγμένο τρόπο αγκύλωσης στο κέλυφος του κράνους και με πολύ γερό βίδωμα σε αυτό.



Εικόνα 25: Ιμάντες κράνους

Επίσης, συνδέονται στο πίσω μέρος του κράνους, σε έναν ινιακό σταθεροποιητή που μπορεί να είναι από ένα απλό λουρί έως ένα σύνθετο κομμάτι πλαστικού, που εμπλέκεται με τον ινιακό λοβό της κεφαλής (το εξόγκωμα στο πίσω μέρος της κεφαλής).

6.4 ΠΟΡΠΗ

Η πόρπη είναι το τελευταίο κύριο κομμάτι του κράνους και προστίθεται όταν έχουν εγκατασταθεί οι ιμάντες. Οι πιο πρόσφατες και εξελεγμένες πόρπες κράνους είναι πλαστικές ή νάιλον και φέρουν πλαγιασμένη απελευθέρωση.



Εικόνα 26: Πόρπη κράνους

7 ΟΡΘΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΡΑΝΟΥΣ

Είναι θεμιτό έως επιτακτικό, μετά την ιστορική αναδρομή του ποδήλατου και του κράνους αλλά και την ενδελεχή προσέγγιση στην κατασκευή και τα υλικά χρήσης για τη διαμόρφωση του ποδηλατικού κράνους, να επιστήσουμε την προσοχή μας σε ένα κομμάτι που πολλές φορές περνά απαρατήρητο και θεωρείται ασήμαντο. Ειδικοί αναλυτές και επιστήμονες που καταπιάνονται με το κράνος, όμως, τοποθετούν τον ορθό και συστηματικό έλεγχο σε εξέχουσα θέση, μιας και τις περισσότερες φορές, όλες οι ανεπιθύμητες παρενέργειες και τα πιθανά λάθη ξεκινούν από εκεί. Ο σωστός έλεγχος του κράνους μας οδηγεί σε συμπεράσματα για την κατάσταση στην οποία βρίσκεται και μας βοηθά να καταλήξουμε σε συμπεράσματα για επισκευή ή και ολικά αντικατάσταση, όταν αυτές κρίνονται απαραίτητες. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, να είναι η αρχή και η βάση ούτως ώστε ο αναβάτης να αποφύγει σφάλματα που, πολύ πιθανά, θα τον είχαν οδηγήσει στο κρίσιμο σημείο του σοβαρού τραυματισμού ή ακόμα και του θανατηφόρου.

7.1 ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ ΚΕΛΥΦΟΣ

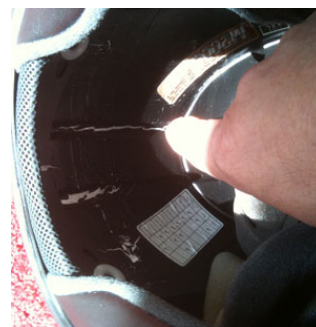


Εικόνα 27: Ξεθωριασμένο κέλυφος σε συνδυασμό με ρωγμές στην επένδυση

Το κέλυφος, όπως προείπαμε, είναι το εξωτερικό πλαστικό κομμάτι που καλύπτει την εσωτερική επένδυση. Βασικός σκοπός του είναι να παραμείνει ενσωματωμένο καθ' όλη τη διάρκεια της κρούσης στον κύριο κορμό του κράνους. Αρχικά, ερευνούμε για ρωγμές ή φθορές στην επιφάνειά του, οι οποίες μπορεί να μαρτυρούν την ύπαρξη μιας πτώσης. Ακόμα και στην περίπτωση όπου ο αναβάτης θεωρεί ότι δεν έχει υποστεί κάποια κρούση προηγουμένως το κράνος, θα πρέπει αυτό να ελέγχεται εξονυχιστικά. Στατιστικά είναι αποδεδειγμένο ότι πολλοί αναβάτες δεν έχουν συνειδητοποιήσει ότι έχουν λάβει μέρος σε κάποια κρούση και ότι ίσως να έχει προκύψει έστω κάποιος μικροτραυματισμός από αυτήν. Μικρές ρωγμές στην περίμετρο του κελύφους ή οπουδήποτε αλλού καταδεικνύουν τη γήρανση ή και την ανάγκη αντικατάστασης. Οφείλουμε να ασκήσουμε πίεση με τα δάχτυλα προσεκτικά σε όλο το κέλυφος του κράνους για να παρατηρήσουμε αν λαμβάνει χώρα το φαινόμενο όπου το πλαστικό “βαθουλώνει” και επιστρέφει αμέσως μετά στην αρχική του κατάσταση. Αν το κέλυφος συμπιέζεται σε σχετικά μεγάλο βαθμό, αυτό δείχνει κάποιο χτύπημα από το εσωτερικό του κράνους, δηλαδή πρόβλημα στην επένδυση. Τότε το κράνος χρήζει άμεσης αντικατάστασης. Στην περίπτωση των πιο ακριβών κρανών όπου η επένδυση έχει διαμορφωθεί στο καλούπι μαζί με το κέλυφος, όπως έχουμε προαναφέρει, δε θα πρέπει το κέλυφος να “βαθουλώνει” σε κανένα σημείο του. Τέλος θα πρέπει να ελέγχεται το χρώμα του κελύφους για ξεθώριασμα. Το ξεθώριασμα του χρώματος, συνήθως, δείχνει ότι το κέλυφος έχει γίνει εύθραυστο και χρειάζεται άμεση αντικατάσταση το κράνος.

7.2 ΕΠΕΝΔΥΣΗ

Στα περισσότερα κράνη είναι δυνατό να ξεχωρίσουμε το κέλυφος από την επένδυση αν υπάρχουν και βγαίνουν τα “τακάκια” στήριξης. Στις περιπτώσεις αυτές, επιθεωρούμε την επένδυση για να εντοπίσουμε πιθανές ρωγμές ή συμπιεσμένα κομμάτια αφρού. Αυτή η διαδικασία είναι αρκετά δύσκολα με γυμνό μάτι γι’ αυτό σε περίπτωση αμφιβολίας μπορούμε να μετρήσουμε το πάχος του αφρού στο υπό εξέταση σημείο και να το συγκρίνουμε με τη μέτρηση του πάχους στο αντιδιαμετρικό σημείο, που δείχνει ότι είναι σε άριστη κατάσταση. Αλλιώς μπορούμε να κάνουμε τη σύγκριση με κάποιο άλλο πανομοιότυπου μεγέθους και τύπου κράνος. Δεν θα πρέπει να ξεχνάμε ότι ο αφρός EPS ανακτά μέρος του αρχικού του πάχους αλλά σε καμία περίπτωση δε θα λειτουργήσει στο 100 % του σε κάποια πιθανή επόμενη κρούση. Ακόμα και αν δεν παρατηρούμε κάποια παραμόρφωση αλλά γνωρίζουμε ότι το κράνος έχει ήδη λάβει μέρος σε κάποια κρούση, τότε συνιστάται από ειδικούς να αντικαθίσταται πάραυτα. Τέλος, στην κατηγορία των λίγων κρανών από αφρό EPP ή άλλων αφρών πολλαπλών κρούσεων, ενεργούμε με τον τρόπο που περιγράψαμε παραπάνω. Αυτοί οι αφροί ναι μεν ανακάμπτουν αλλά και πάλι όχι στο 100 % της απόδοσής τους. Μετά από ένα περιορισμένο αριθμό πτώσεων θα παρατηρήσουμε σημαντικές εμφανείς βλάβες που θα πρέπει να μας οδηγήσουν στην άμεση αντικατάσταση του κράνους.



Εικόνα 28: Σοβαρές ρωγμές και φθορές στην επένδυση

7.3 ΠΟΡΠΗ ΚΑΙ ΙΜΑΝΤΕΣ

Ελέγχουμε τους ιμάντες του κράνους για σημάδια φθοράς και τους αντικαθιστούμε αν φαίνονται φθαρμένοι, ξεθωριασμένοι ή αν οποιαδήποτε από τις ραφές τους αρχίζουν να χαλαρώνουν. Το συσσωρευμένο αλάτι θα πρέπει να απομακρύνεται πριν από την επιθεώρηση. Επίσης, κάνουμε επισταμένο έλεγχο στην πόρπη και αντικαθιστούμε κομμάτια που ίσως να λείπουν. Τα πλαστικά πτερύγια που κλειδώνουν μέσα στη θηλυκή πλευρά της πόρπης, τις περισσότερες φορές είναι πολύ εύκολο να σπάσουν. Η πόρπη ναι μεν θα φαίνεται κουμπωμένη και με ένα πτερύγιο αλλά δε θα αντέξει σε καμία περίπτωση κατά τη διάρκεια μιας πτώσης.

7.4 ΟΠΙΣΘΙΟΣ ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΤΗΣ

Στα σημερινά σύγχρονα κράνη ο οπίσθιος σταθεροποιητής δεν αποτελεί μέρος του συστήματος συγκράτησης του κράνους στο κεφάλι αλλά περισσότερο ένα μέσο προσθήκης μεγαλύτερης σταθερότητας για επίτευξη μεγαλύτερης άνεσης. Παρ’ όλα αυτά θα πρέπει να επιθεωρείται για τη σωστή κατασκευαστική του ενσωμάτωση στο κράνος και να



Εικόνα 29: Οπίσθιος σταθεροποιητής μοντέρνου κράνους

βεβαιώνεται ότι λειτουργεί σωστά. Τεντώνοντας ή τραβώντας τον με κάποια μέση δύναμη, κατά βάση μπορεί να μας δείξει αν λειτουργεί σωστά.

8 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΧΡΗΣΗΣ ΚΡΑΝΟΥΣ

Σε αυτό το κεφάλαιο, θεωρήσαμε χρήσιμο να παραθέσουμε και να αναλύσουμε κάποια πολύ σημαντικά στατιστικά στοιχεία που αφορούν στο κράνος του ποδηλάτου. Τα στατιστικά στοιχεία προέρχονται από ιδιωτικούς ή μη κερδοσκοπικούς φορείς διαφόρων κρατών. Όπως γίνεται αντιληπτό, η ενασχόληση κάποιων φορέων με αυτό το ζήτημα στο επίπεδο της στατιστικής ανάλυσης, γίνεται σε χώρες που είναι διαδεδομένη η χρήση ποδηλάτου και κατ' επέκταση η χρήση κράνους, είτε βάσει νόμου είτε όχι. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, τα στοιχεία να προέρχονται κατά βάση από τις Η.Π.Α., τον Καναδά, την Ολλανδία, το Ηνωμένο Βασίλειο και γενικότερα χώρες με ανεπτυγμένο δίκτυο ποδήλατου αλλά και ενσωματωμένη χρήση στην καθημερινή ζωή των πολιτών. Σε αυτές τις περιπτώσεις, παρατηρούμε ότι υπάρχει μέριμνα της πολιτείας για τους εν δυνάμει ποδηλάτες, η οποία συμπεριλαμβάνει μέτρα προστασίας, ενημέρωση αλλά και κατασκευαστικές υποδομές στα μεγάλα αστικά κέντρα (ποδηλατόδρομοι, ειδικές λωρίδες, σήμανση κλπ.).

8.1 ΗΝΩΜΕΝΕΣ ΠΟΛΙΤΕΙΕΣ ΑΜΕΡΙΚΗΣ

8.1.1 INSURANCE INSTITUTE FOR HIGHWAY SAFETY (IIHS) - ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΣΤΟΥΣ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΥΣ

Το ινστιτούτο ασφάλειας στους αυτοκινητόδρομους (IIHS) είναι μια ανεξάρτητη, επιστημονική, μη κερδοσκοπική και εκπαιδευτική οργάνωση αφιερωμένη στη μείωση των απωλειών (θάνατοι, τραυματισμοί και υλικές ζημιές) λόγω τροχαίων ατυχημάτων στους εθνικούς δρόμους των Η.Π.Α.

Στο σύνολο των θανάτων, λιγότερο από δύο τοις εκατό ανήκει στους ποδηλάτες. Στην πλειοψηφία αυτών που σκοτώθηκαν ο σοβαρότερος τραυματισμός εντοπίζεται στο κεφάλι, κάτι που υπογραμμίζει ακόμα περισσότερο την αναγκαιότητα χρήσης κράνους. Ογδόντα εννέα τοις εκατό (89%) των θανάτων αφορούν σε άτομα ηλικίας άνω των 16 ετών, γι' αυτό είναι επιτακτικό να συμπεριλαμβάνονται στη νομοθεσία περί υποχρεωτικής χρήσης κράνους οι έφηβοι και οι ενήλικες. Η χρήση κράνους εκτιμάται ότι μειώνει τον κίνδυνο τραυματισμού στο κεφάλι κατά 85 %.

Από τον πίνακα που ακολουθεί συμπεραίνουμε ότι το 90% των ποδηλατιστών που σκοτώθηκαν μέσα στο 2009 δε φορούσαν κράνος.

ΘΑΝΑΤΟΙ ΠΟΔΗΛΑΤΙΣΤΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΚΡΑΝΟΥΣ

Έτος	Χωρίς χρήση κράνους		Με χρήση κράνους		Άγνωστο		Σύνολο	
	Αριθμός	Ποσοστό	Αριθμός	Ποσοστό	Αριθμός	Ποσοστό	Αριθμός	Ποσοστό
1994	776	97	19	2	1	0	796	100
1995	783	95	34	4	11	1	828	100
1996	731	96	27	4	3	0	761	100
1997	785	97	23	3	3	0	811	100
1998	741	98	16	2	0	0	757	100
1999	698	93	42	6	10	1	750	100
2000	622	90	50	7	17	2	689	100
2001	616	84	60	8	53	7	729	100
2002	589	89	54	8	20	3	663	100
2003	535	85	58	9	33	5	626	100
2004	602	83	87	12	33	5	722	100
2005	676	86	77	10	31	4	784	100
2006	730	95	37	5	2	0	769	100
2007	646	92	50	7	4	0	699	100
2008	654	91	59	8	3	0	716	100
2009	573	91	52	8	3	0	628	100
2010	429	70	94	15	93	15	616	100

Πίνακας 1: Έρευνα του IIHS που αφορά σε θανάτους ποδηλατιστών με βάση τη χρήση κράνους

Στη συνέχεια, θα παραθέσουμε στατιστικά δεδομένα θανάτων με βάση την ηλικία γιατί είναι, επίσης, αποδεδειγμένο ότι άτομα ηλικίας άνω των 16 ετών δε συνηθίζουν

**Τυποποίηση και Έλεγχος Ποδηλατικού Κράνους Μέσω Προσομοίωσης Πρόσκρουσης
Αναβάτη Ποδηλάτου**

να φορούν κράνος σε αντίθεση με τα παιδιά κάτω των 16 ετών, όπου, συνήθως, παρακινούνται από τη γονική συναίνεση, φορούν κράνος. Άλλωστε, όπως θα δούμε και στον παρακάτω πίνακα, οι θάνατοι παιδιών κάτω των 16 ετών έχουν μειωθεί κατά 87% από το 1975 ενώ των ατόμων άνω των 16 ετών έχουν αυξηθεί κατά 69%. Επίσης, οι θάνατοι των ποδηλατιστών κάτω των 16 ετών κατείχαν το 13% των θανάτων στο σύνολο μέσα στο 2009.

ΘΑΝΑΤΟΙ ΠΟΔΗΛΑΤΙΣΤΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗΝ ΗΛΙΚΙΑ

Έτος	Κάτω των 16 ετών		Άνω των 16 ετών		Σύνολο
	Αριθμός	Ποσοστό	Αριθμός	Ποσοστό	
1975	675	67	323	32	1,003
1976	605	66	306	33	914
1977	613	66	306	33	922
1978	570	64	320	36	892
1979	552	59	373	40	932
1980	529	55	431	45	965
1981	479	51	438	47	936
1982	413	48	446	52	864
1983	434	52	392	47	830
1984	410	49	415	50	838
1985	424	49	435	50	869
1986	435	47	485	52	929
1987	443	47	494	53	940
1988	393	44	502	56	901
1989	371	45	449	55	822
1990	292	34	551	65	853
1991	300	36	530	63	836
1992	297	41	418	58	717
1993	303	38	500	62	806
1994	294	37	495	62	796
1995	278	34	542	65	828
1996	248	33	507	67	761
1997	248	31	560	69	811
1998	229	30	526	69	757
1999	211	28	537	72	750
2000	191	28	496	72	689
2001	155	21	570	78	729
2002	153	23	503	76	663
2003	143	23	481	77	626
2004	149	21	569	79	722
2005	142	18	636	81	784
2006	111	14	653	85	769
2007	106	15	586	84	699
2008	94	13	618	86	716
2009	85	13	545	87	630

Πίνακας 2: Έρευνα του ΠHS που αφορά σε θανάτους ποδηλατιστών με βάση την ηλικία

8.1.2 SNELL MEMORIAL FOUNDATION

Στις Η.Π.Α. αλλά και παγκοσμίως, από το 1975, το Snell Memorial Foundation κατέχει ηγετική θέση στα θέματα ασφαλείας του ποδηλατικού κράνους. Ως μη κερδοσκοπικός οργανισμός παραμένει μοναδικός γιατί είναι αφιερωμένος στην ανάπτυξη προτύπων αλλά και στη διεξαγωγή εργαστηριακών δοκιμών για την αντοχή κρανών. Στη συνέχεια, θα παραθέσουμε κάποια δεδομένα που έχουν προκύψει από εθνικές στατιστικές έρευνες των Η.Π.Α. και μας έχουν δοθεί από το Snell Memorial Foundation.

- Στις Η.Π.Α., μέσα στο 2007, 700 ποδηλατιστές σκοτώθηκαν και 43.000 τραυματίστηκαν σε συγκρούσεις στα πλαίσια μεγάλων και πολυσύχναστων αστικών κέντρων.
- Στις συγκρούσεις με ποδήλατο τα 2/3 των νεκρών και το 1/8 των τραυματισμένων υπέφεραν από σοβαρές εγκεφαλικές κακώσεις.
- Αναφορικά, το 95% των ποδηλατιστών που σκοτώθηκαν, μέσα στο 2006, δε φορούσαν κράνος.
- Εκτιμάται ότι το 85% των εγκεφαλικών κακώσεων μπορεί να προληφθεί με τη χρήση κράνους.
- Η εκτιμώμενη ετήσια έμμεση κρατική δαπάνη για τους τραυματισμούς στο κεφάλι λόγω μη χρήσης κράνους ανέρχεται στα 2,3 δισεκατομμύρια δολάρια.

9 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

9.1.1 ΣΚΟΠΟΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία γεννήθηκε μέσα από την προσέγγιση και ανάλυση της ροής ενέργειας κατά τη διάρκεια μιας κρούσης, μετά από την πτώση ενός ποδηλάτη. Αισθανθήκαμε την ανάγκη, μέσα από μια πειραματική διαδικασία προσομοίωσης, να εξετάσουμε λεπτομερώς την απόκριση ενός κοινού κράνους εμπορίου κατά τη διάρκεια της κρούσης του, σε μια πρόσκρουση, η οποία αντιπροσωπεύει το μέσο όρο. Συνεπώς, χρησιμοποιήσαμε τέσσερα (4) στον αριθμό ποδηλατικά κράνη και τα υποβάλλαμε σε μια δυναμική καταπόνηση, προσομοίωσης της πρόσκρουσης, στη σφύρα πίπτουσας μάζας της σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών Ε.Μ.Π., ούτως ώστε να εξάγουμε κάποια τελικά συμπεράσματα που αφορούν στην έκβαση του γεγονότος της πρόσκρουσης, στο αν ήταν φονική για τον αναβάτη ή όχι. Ταυτόχρονα, λόγω έλλειψης ενημέρωσης και εκπαίδευσης απέναντι στο μέσο αναβάτη-χρήστη, η εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας, έχει ως επιπρόσθετο στόχο να αφυπνίσει και να ενημερώσει για τη σημαντικότητα της χρήσης του ποδηλατικού κράνους σε απόλυτη συνάρτηση με τη ζωή του αναβάτη.

9.1.2 ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

Με δεδομένα την αυξανόμενη χρήση του ποδήλατου από το μέσο αναβάτη-χρήστη αλλά και την επισυναπτόμενη χρήση του ποδηλατικού κράνους ως μέσου προστασίας, εντοπίσαμε ένα κενό στη σύγχρονη ελληνική πραγματικότητα. Το εν λόγω κενό αφορά στην πιστοποίηση του κοινού κράνους, που κυκλοφορεί στο ελληνικό εμπόριο και απευθύνεται στο ευρύ κοινό, όσον αφορά στην ασφάλεια του αναβάτη. Κρίναμε, λοιπόν, απαραίτητη τη διεξαγωγή του πειράματος για να απαντήσουμε στο μεγάλο ερώτημα : *"Παρέχουν προστασία και ασφάλεια τα κοινά ποδηλατικά κράνη εμπορίου στο σύγχρονο αναβάτη-χρήστη;"*

9.1.3 ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

9.1.3.1 Σφύρα πίπτουσας μάζας

Για την προσομοίωση της πρόσκρουσης του ποδηλάτη με το έδαφος, χρησιμοποιήθηκε η σφύρα πίπτουσας μάζας του εργαστηρίου του τομέα Τεχνολογίας των Κατεργασιών του Ε.Μ.Π. Η εν λόγω σφύρα χρησιμοποιείται για την αξονική δυναμική καταπόνηση δοκιμίων με ωφέλιμο ύψος πτώσης περίπου τα τέσσερα (4) μέτρα. Η σχετική διάταξη αποτελείται από δύο κατακόρυφους δοκούς διατομής I, οι οποίοι φέρουν τροχιές διατομής U. Στις τροχιές αυτές κινείται κατακόρυφα ένα φορείο και η πίπτουσα μάζα ($m=70\text{ kg}$). Το φορείο φέρει μηχανική αρπάγη για τη συγκράτηση της πίπτουσας μάζας και μια τροχαλία διαμέσου της οποίας περνά το συρματόσχοινο, το οποίο χρησιμοποιείται για την ανύψωση του φορείου και της μάζας. Το συρματόσχοινο ξεκινά από την κορυφή της σφύρας, περνά από την τροχαλία και καταλήγει στο τύμπανο του βαρούλκου ανύψωσης της πίπτουσας



Εικόνα 30 : Σφύρα Πίπτουσας Μάζας Ε.Μ.Π.

μάζας. Έχοντας συγκρατήσει τη μάζα στην αρπάγη του φορείου, χειριζόμαστε το βαρούλκο για να ανυψώσουμε την πίπτουσα μάζα στο επιθυμητό για την προσομοίωσή μας ύψος. Στη συνέχεια, απελευθερώνουμε την αρπάγη, οπότε και η μάζα μας πραγματοποιεί ελεύθερη πτώση στο δοκίμιό μας. Η απελευθέρωση της αρπάγης πραγματοποιείται με απότομη έλξη ειδικού συρματόσχοινου. Επίσης, να τονίσουμε ότι η πίπτουσα μάζα έχει ειδική θεμελίωση ανεξάρτητη από το δάπεδο του υπόλοιπου εργαστηρίου ούτως ώστε να μη μεταδίδονται οι κραδασμοί λόγω της πρόσκρουσης.

Η σφύρα πίπτουσας μάζας είναι εξοπλισμένη με ειδικά αισθητήρια (transducers), τα οποία μετατρέπουν τα μηχανικά μεγέθη σε ηλεκτρικά σήματα. Στη συνέχεια, τα ηλεκτρικά σήματα ενισχύονται καταλλήλως και καταγράφονται με παλμογράφο σε μορφή διαγραμμάτων, έτοιμων για περαιτέρω ανάλυση.



Εικόνα 31 : Παλμογράφος

9.1.3.2 Είδη ποδηλατικών κρανών

Για τη διεξαγωγή του πειράματος-προσομοίωσης, προμηθευτήκαμε με αντιπροσωπευτικά δείγματα ποδηλατικών κρανών, ούτως ώστε να προχωρήσουμε στον περαιτέρω έλεγχό τους. Συλλέξαμε τέσσερα (4) δείγματα ποδηλατικών κρανών, τα οποία αναλύονται παρακάτω :

- Ποδηλατικό κράνος της εταιρείας Prowell μικρού μεγέθους (small) με επένδυση εσωτερικού αφρού τύπου EPU (Διογκωμένη πολουρεθάνη), προέλευσης Ταιβάν και χρώματος γαλάζιο-λευκό.



Εικόνα 32 : Ποδηλατικό Κράνος Prowell (Γαλάζιο/Λευκό)

- Ποδηλατικό κράνος της εταιρείας Prowell μικρού μεγέθους (small) με επένδυση εσωτερικού αφρού τύπου EPU (Διογκωμένη πολουρεθάνη), προέλευσης Ταϊβάν και χρώματος κίτρινο-μαύρο.



Εικόνα 33 : Ποδηλατικό Κράνος Prowell (Κίτρινο/Μαύρο)

- Ποδηλατικό κράνος της εταιρείας ABUS μεγάλου μεγέθους (large) με επένδυση εσωτερικού αφρού τύπου EPS (Διογκωμένο πολυστυρένιο), προέλευσης Γερμανίας και χρώματος μπλε.



Εικόνα 34 : Ποδηλατικό Κράνος ABUS (Μπλε)

- Ποδηλατικό κράνος της εταιρείας ABUS μεσαίου μεγέθους (medium) με επένδυση εσωτερικού αφρού τύπου EPS (Διογκωμένο πολυστυρένιο), προέλευσης Γερμανίας και χρώματος ασημί.



Εικόνα 35 : Ποδηλατικό Κράνος ABUS (Ασημί)

9.1.3.3 Ομοίωμα ανθρώπινης κεφαλής



Εικόνα 36 : Χαλύβδινο Ομοίωμα Ανθρώπινης Κεφαλής

Για να είμαστε ακριβείς στα πλαίσια της διεξαγωγής του πειράματός μας, κατασκευάσαμε ένα ομοίωμα ανθρώπινης κεφαλής. Το ομοίωμα κατασκευάστηκε σε χυτήριο στο Βιομηχανικό Πάρκο Περάματος με τη διαδικασία της χύτευσης σε άμμο (sand casting). Ουσιαστικά, προμηθευτήκαμε με ένα ομοίωμα ανθρώπινης κεφαλής κατασκευασμένο από πολυστυρένιο, γνωστό και ως



Εικόνα 37 : Ομοίωμα Ανθρώπινης Κεφαλής από φελιζόλ

φελιζόλ, το οποίο χρησιμοποιείται κυρίως σε

εμπορικά καταστήματα για επίδειξη ρουχισμού και άλλων ειδών. Στη συνέχεια, το εν λόγω ομοίωμα καταστράφηκε κατά τη χύτευση σε άμμο και με αυτόν τον τρόπο καταλήξαμε στο τελικό επιθυμητό αποτέλεσμα, το οποίο είναι ένα ομοίωμα ανθρώπινης κεφαλής κατασκευασμένο από κοινό χάλυβα και βάρους σαράντα (40) κιλών.

9.1.4 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Τα τέσσερα πειράματα πραγματοποιήθηκαν με βάση το Ευρωπαϊκό Πρότυπο EN 13087-2:2000. Το εν λόγω πρότυπο ισχύει για όλα τα κράτη-μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης και στο δεύτερο μέρος του τόμου, αναφέρει λεπτομερώς τον τρόπο με τον οποίο είναι αποδεκτό να διεξάγεται ένα πείραμα απορρόφησης κραδασμών (shock absorption test) για να πιστοποιηθεί η χρήση ενός ποδηλατικού κράνους. Πιο συγκεκριμένα, υπάρχουν κάποια προαπαιτούμενα (όπως φαίνονται στο πρότυπο που παρατίθεται στο παράρτημα), τα οποία πρέπει να καλύπτονται για να διεξαχθεί ορθά η πειραματική διαδικασία. Το πιο σημαντικό είναι η εκλογή του τρόπου ή αλλιώς της μεθόδου ελέγχου. Δύο είναι οι ενδεδειγμένοι τρόποι. Ο πρώτος αφορά σε ελεύθερη πτώση μάζας πάνω στο ποδηλατικό κράνος και ο δεύτερος στην ελεύθερη πτώση ποδηλατικού κράνους πάνω σε κατάλληλη μάζα. Λόγω συνθηκών του εργαστηρίου της Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών Ε.Μ.Π., επιλέχθηκε ο πρώτος εκ των δύο τρόπων. Συνεπώς, συλλέξαμε τα ποδηλατικά κράνη, επιλέχθηκε η σειρά με βάση την ομαδοποίηση των εταιρειών κατασκευής και πραγματοποιήθηκαν τα πειράματα. Αρχικά, εισάγαμε τα επιθυμητά δεδομένα στον παλμογράφο και πραγματοποιήσαμε μια δοκιμαστική ρίψη της πίπτουσας μάζας σε ένα μεταλλικό δοκίμιο, για να διαπιστωθεί η ορθή λειτουργία όλων των οργάνων. Εκκινώντας τα πειράματα, τα κράνη δέθηκαν προσεκτικά και σύμφωνα με τις οδηγίες των κατασκευαστών πάνω στο ομοίωμα της ανθρώπινης κεφαλής. Στη συνέχεια, καλιμπράραμε τα κράνη, έτσι ώστε η πίπτουσα μάζα της σφύρας να έρχεται σε επαφή με την κορυφή του κράνους και όχι με οποιοδήποτε άλλο τυχαίο σημείο. Ανυψώσαμε την πίπτουσα μάζα στο ένα (1) μέτρο και απελευθερώσαμε το συρματόσχοινο, για να πραγματοποιήσει ελεύθερη πτώση. Τελικά, παραλάβαμε εικόνες από την κατάσταση των κρανών μετά το πείραμα αλλά και τις απαραίτητες μετρήσεις του παλμογράφου σε μορφή έντυπων γραφικών παραστάσεων. Ακολουθεί σύντομος πίνακας των προαπαιτούμενων με βάση το Ευρωπαϊκό Πρότυπο EN 13087-2:2000 :

Η ενέργεια κρούσης, που απαιτείται βάσει προτύπου, υπολογίζεται παρακάτω αναλυτικά

Προαπαιτούμενα

	Απαιτήσεις Επίδοσης	Αριθμός Δειγμάτων	Προετοιμασία- Κατάσταση Δειγμάτων	Αλληλουχία Δοκιμών	Μέθοδος Πειράματος	Μέγεθος Δειγμάτων*	Τύπος Πίπτουσας Μάζας	Οδηγίες Πρόσδεσης	Αριθμός/περιοχή σημείων πρόσκρουσης πάνω στο κράνος
Prowell/γαλάζιο-λευκό	Αστική Χρήση- Προστασία αναβάτη	1 ^ο	Άριστη Κατάσταση	1 ^η Δοκιμή	Πίπτουσα Μάζα	A-C	Ορθογώνιος Παρ/μος Όγκος Σφύρας E.M.Π.	Σύμφωνα με τον κατασκευαστή	Ένα σημείο πρόσκρουσης στην κορυφή του ποδηλατικού κράνους
Prowell/κίτρινο-μαύρο	Αστική Χρήση- Προστασία αναβάτη	2 ^ο	Άριστη Κατάσταση	2 ^η Δοκιμή	Πίπτουσα Μάζα	A-C	Ορθογώνιος Παρ/μος Όγκος Σφύρας E.M.Π.	Σύμφωνα με τον κατασκευαστή	Ένα σημείο πρόσκρουσης στην κορυφή του ποδηλατικού κράνους
ABUS/μπλέ	Αστική Χρήση- Προστασία αναβάτη	3 ^ο	Άριστη Κατάσταση	3 ^η Δοκιμή	Πίπτουσα Μάζα	K-M-O	Ορθογώνιος Παρ/μος Όγκος Σφύρας E.M.Π.	Σύμφωνα με τον κατασκευαστή	Ένα σημείο πρόσκρουσης στην κορυφή του ποδηλατικού κράνους
ABUS/ασημί	Αστική Χρήση- Προστασία αναβάτη	4 ^ο	Άριστη Κατάσταση	4 ^η Δοκιμή	Πίπτουσα Μάζα	E-G-J-K	Ορθογώνιος Παρ/μος Όγκος Σφύρας E.M.Π.	Σύμφωνα με τον κατασκευαστή	Ένα σημείο πρόσκρουσης στην κορυφή του ποδηλατικού κράνους

Πίνακας 3: Προαπαιτούμενα βάσει του Ευρωπαϊκού Προτύπου 13087-2:2000

*Για το μέγεθος δειγμάτων, παρατίθεται επεξηγηματικός πίνακας, βάσει προτύπου.

Κωδικό Γράμμα	Εσωτερική Περιφέρεια Κράνους (mm)
A	500
C	520
E	540
G	560
J	570
K	580
M	600
O	620

Πίνακας 4 : Ερμηνεία Αναγραφόμενων Μεγεθών Ποδηλατικών Κράνων

9.1.5 ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ

Λόγω συνθηκών του εργαστηρίου της Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών Ε.Μ.Π., παραδεχθήκαμε ότι οι τριβές που προκαλούνται από την αντίσταση του αέρα είναι αμελητέες. Επίσης, γνωρίζουμε ότι κατά την πρόσκρουση ενός αναβάτη με το έδαφος και κατ'επέκταση την κρούση του ανθρώπινου κρανίου στο έδαφος, η ασκούμενη δύναμη και μετέπειτα η παραγόμενη ενέργεια απορροφάται σε πρώτο βαθμό από το ποδηλατικό κράνος και σε δεύτερο βαθμό από τον αυχένα της ανθρώπινης κεφαλής. Λόγω του άκαμπτου και συμπαγούς της κατασκευής του ομοιώματος της ανθρώπινης κεφαλής, δε δύναται η προσομοίωση της απορρόφησης ενέργειας από τον αυχένα. Συνεπώς, θεωρούμε ότι η παραγόμενη ενέργεια απορροφάται ολοκλήρου από το ποδηλατικό κράνος.

9.1.6 ΠΑΡΑΘΕΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

Αρχικά, παραθέτουμε τη σειρά με την οποία δοκιμάστηκαν τα ποδηλατικά κράνη :

- 1^η ΔΟΚΙΜΗ-Ποδηλατικό κράνος Prowell χρώματος γαλάζιο-λευκό.
- 2^η ΔΟΚΙΜΗ-Ποδηλατικό κράνος Prowell χρώματος κίτρινο-μαύρο.
- 3^η ΔΟΚΙΜΗ-Ποδηλατικό κράνος ABUS χρώματος μπλε.
- 4^η ΔΟΚΙΜΗ-Ποδηλατικό κράνος ABUS χρώματος ασημί.

Καταγράφουμε τα κοινά δεδομένα στις τέσσερις δοκιμές καθώς και τα μετρηθέντα ύψη :

	ΔΟΚΙΜΕΣ			
	1 ^η	2 ^η	3 ^η	4 ^η
Ύψος πτώσης πίπτουσας μάζας	1 m	1 m	1 m	1 m
Βάρος πίπτουσας μάζας	70 kg	70 kg	70 kg	70 kg

Τυποποίηση και Έλεγχος Ποδηλατικού Κράνους Μέσω Προσομοίωσης Πρόσκρουσης
Αναβάτη Ποδηλάτου

Βάρος ομοιώματος ανθρώπινης κεφαλής	40 kg	40 kg	40 kg	40 kg
Αρχικό Ύψος*	351.5 mm	347 mm	355 mm	356 mm
Τελικό Ύψος*	330 mm	330 mm	333 mm	332 mm

Πίνακας 5 : Κοινά Στοιχεία Δοκιμών

*Αρχικό Ύψος** = Απόσταση κορυφής προσδεμένου κράνους από τη βάση του ομοιώματος ανθρώπινης κεφαλής.

*Τελικό Ύψος** = Αρχικό Ύψος μετά τη διεξαγωγή του πειράματος, δηλαδή την πτώση τηςπίπτουσας μάζας.

Στη συνέχεια, ακολουθεί μια σχηματική αναπαράσταση της μεταβολής των υψών λόγω της πρόσκρουσης. Να σχολιάσουμε ότι είναι πολύ σημαντική η μεταβολή αυτή και διόλου αμελητέα, πράγμα που υπερτονίζει την παραμόρφωση που υπέστησαν τα ποδηλατικά κράνη μέσα σε ελάχιστο χρονικό διάστημα. Όπως θα αναλύσουμε παρακάτω, αποτελεί πολύ σημαντικό παράγοντα για την επιβίωση του αναβάτη η ένταση του φαινομένου της πρόσκρουσης. Με άλλα λόγια, η ταχύτητα απορρόφησης της ενέργειας από το κράνος και κατ' επέκταση από το κρανίο του αναβάτη.

Διάγραμμα 1 : Σύγκριση Αρχικού/Τελικού Ύψους

Στο σημείο αυτό να αναφέρουμε ότι τα συνδεδεμένα αισθητήρια της σφύρας μετέτρεπαν τα μηχανικά μεγέθη σε ηλεκτρικά σήματα. Στη συνέχεια, τα ηλεκτρικά σήματα, όπως προείπαμε, ενισχύονταν καταλλήλως και ένας παλμογράφος τύπου HAMEG HM 205-3 (20 MHz) μάς έδινε σε τυπωμένη μορφή το διάγραμμα της ηλεκτρικής τάσης προς το χρόνο για κάθε δοκιμή. Από τις ρυθμίσεις του

παλμογράφου γνωρίζουμε ότι ισχύει η αναλογία $1 \text{ Volt} = 17.878 \text{ kN}$. Συνεπώς, τα διαγράμματα μάς δίνουν τη συνάρτηση της ασκούμενης δύναμης προς το χρόνο.

Στη συνέχεια, παραθέτουμε τα διαγράμματα του παλμογράφου και ακολουθεί περαιτέρω ανάλυσή τους.

Αρχικά να εξηγήσουμε τα βασικά χαρακτηριστικά των διαγραμμάτων που ακολουθούν. Πρόκειται για συνάρτηση της ηλεκτρικής τάσης, που κατέγραψε ο παλμογράφος, κατά τη διάρκεια των πειραμάτων με το χρονικό διάστημα που ξεκινά από τη στιγμή που η πίπτουσα μάζα έρχεται σε επαφή με την κορυφή του κράνους και τελειώνει με τη στιγμή που η πίπτουσα μάζα έχει ακινητοποιηθεί πάνω στο κράνος. Ουσιαστικά, το χρονικό διάστημα των διαγραμμάτων αναπαριστά και συμπεριλαμβάνει τις στιγμές που περιγράφουν το φαινόμενο της κρούσης του ποδηλατικού κράνους στο έδαφος. Συνεπώς, στον κάθετο άξονα τοποθετείται η ηλεκτρική τάση, η οποία μετράται σε Volts και στον οριζόντιο άξονα ο χρόνος, ο οποίος μετράται σε msec (milliseconds). Επίσης, να αναφέρουμε ότι τα διαγράμματα, εκτός από τη ζητούμενη γραφική παράσταση περιέχουν μια βοηθητική πλεγματοποίηση στο πίσω μέρος. Η πλεγματοποίηση αυτή αποτελείται από τετράγωνα και μας βοηθά να εξάγουμε ακριβέστερες μετρήσεις μιας και η κάθετη πλευρά του τετραγώνου ισοδυναμεί σε 2 Volts και η οριζόντια σε 2 milliseconds. (Βάση ρυθμίσεων του παλμογράφου)

Να αναφέρουμε ότι το μηχανικό μέγεθος που μετατρέπεται σε ηλεκτρικό σήμα και διαβάζεται από τον παλμογράφο είναι η δύναμη που ασκείται από την πίπτουσα μάζα στο ποδηλατικό κράνος, κατά τη διάρκεια της κρούσης. Όπως προαναφέραμε, η ταχύτητα απορρόφησης αυτής της δύναμης από το ποδηλατικό κράνος αποτελεί βασικό παράγοντα, τον οποίο θα εξετάσουμε, για την απόδοση ασφάλειας του ποδηλατικού κράνους σε απόλυτη συνάρτηση με την επιβίωση του αναβάτη.

Τέλος, να αναφερθεί ότι σε κάθε δοκιμή μετά από την παράθεση και ανάλυση του διαγράμματος, θα ακολουθεί ο υπολογισμός του εμβαδού του χωρίου κάτω από τη γραφική παράσταση του διαγράμματος. Το εμβαδό αυτό μέσα από υπολογισμούς μάς δίνει το μέγεθος της ώθησης (Impulse), το οποίο θα αναλυθεί μαθηματικά αλλά και λογικά στα πλαίσια της συμβολής του στο φαινόμενο. Επίσης, υπολογίζεται η συνολική δυναμική ενέργεια της πίπτουσας μάζας, η μέγιστη ταχύτητα πρόσκρουσης και η συνολική διάρκεια της μέγιστης απορρόφησης της δύναμης από το κράνος.

1^η ΔΟΚΙΜΗ

Ποδηλατικό Κράνος Prowell

Εσωτερική επένδυση αφρού τύπου EPU (Διογκωμένη Πολυουρεθάνη)

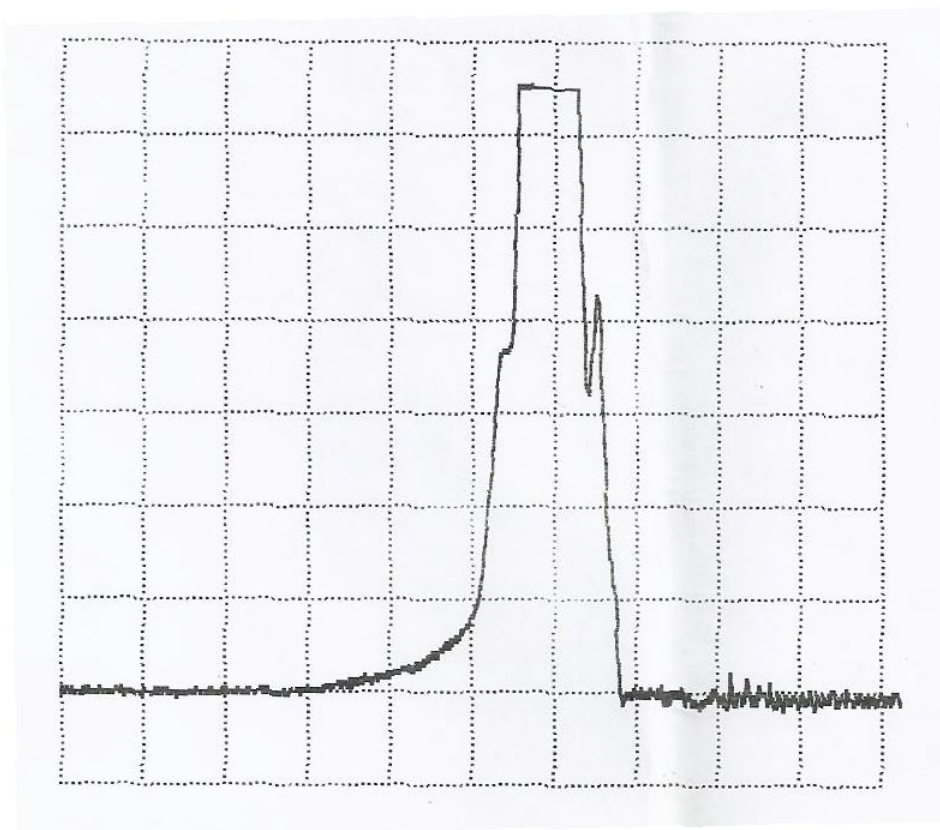
Μέγεθος : A-C

Χρώμα : Άσπρο-Μπλέ

Προέλευση : Ταιβάν

Όπως έχουμε προαναφέρει ο αφρός διογκωμένης πολυουρεθάνης χρησιμοποιείται για την κατασκευή ποδηλατικών κράνων κατά βάση στην Ταιβάν, λόγω μη επιτρεπτών εκλύσεων τοξικών υποπροϊόντων σε άλλες χώρες. Είναι βαρύτερος του διογκωμένου πολυστυρενίου, έχει σταθερή δομή στην αφή και είναι ικανός να απορροφήσει δονήσεις στο εσωτερικό του κράνους. Το συγκεκριμένο ποδηλατικό κράνος ανήκει στην οικονομική κατηγορία της αγοράς με όλα εκείνα τα χαρακτηριστικά που του δίνουν την προοπτική να είναι μια καλή επιλογή για την προστασία του αναβάτη.

Ακολουθεί η διαγραμματική αναπαράσταση της 1^{ης} Δοκιμής :



Διάγραμμα 2 : 1η Δοκιμή

Από το ανωτέρω διάγραμμα μπορούμε να εξάγουμε πολλαπλά συμπεράσματα για τη συμπεριφορά του κράνους κατά τη διάρκεια της κρούσης. Αρχικά, παρατηρούμε ότι μετά την πρώτη επαφή του κράνους με την πίπτουσα μάζα, αρκούν μερικά milliseconds για να επέλθει απότομη αύξηση της δύναμης που ασκείται στο ποδηλατικό κράνος. Η απότομη αύξηση στην τιμή της ασκούμενης δύναμης, συνήθως οφείλεται, εκτός από τις συνθήκες της πρόσκρουσης οι οποίες στα δικά μας πειράματα θεωρούνται κοινές και αμετάβλητες, στην ποιότητα υλικών και κατασκευής του ποδηλατικού κράνους. Το γεγονός αυτό έχει να κάνει με την ικανότητα της εκάστοτε κατασκευής και κυρίως του εκάστοτε αφρού να

απορροφήσει την προκύπτουσα ενέργεια με ομαλό τρόπο, ούτως ώστε να προστατευτεί το ανθρώπινο κρανίο στο μέγιστο δυνατό βαθμό.

Επιπρόσθετα, παρατηρούμε στην κορυφή της γραφικής παράστασης, όταν η ασκούμενη δύναμη έχει φτάσει στη μέγιστη τιμή της, μια μικρή διατήρηση της τιμής αυτής στο χρόνο μέχρι να αρχίσει να μειώνεται απότομα, μετά το τέλος της πρώτης κρουστικής επαφής. Η διατήρηση της τιμής αυτής εξηγείται από το γεγονός ότι η κρούση δεν είναι καταστροφική για το υπό εξέταση ποδηλατικό κράνος. Δηλαδή, η κρούση δε στέκεται ικανή να καταστρέψει-σπάσει σε μεγάλη κλίμακα την κατασκευή του κράνους. Το γεγονός αυτό θα ήταν αντιληπτό και αποδεκτό, σύμφωνα με το Ευρωπαϊκό Πρότυπο EN 13087-2:2000, αν η πίπτουσα μάζα μετά την κρούση στην κορυφή του ποδηλατικού κράνους, βρισκόταν σε άμεση επαφή με το ομοίωμα της ανθρώπινης κεφαλής. Κάτι το οποίο δε συνέβη σε καμία από τις δοκιμές μας. Συνεπώς, το ποδηλατικό κράνος "αντιστέκεται" στη δύναμη της πίπτουσας μάζας, καταβάλλοντας προσπάθεια να προστατέψει το ανθρώπινο κρανίο. Αυτό το γεγονός μεταφράζεται με τη διατήρηση της μέγιστης τιμής και τη συνεχή ασκούμενη πίεση, ώσπου το φαινόμενο να εξαντληθεί και να αρχίσει η απότομη μείωση. Ένα άλλο χαρακτηριστικό, το οποίο γίνεται αντιληπτό, είναι στα σημεία μετά την απότομη μείωση της τιμής της ασκούμενης δύναμης, όπου παρατηρούμε αρκετές ανωμαλίες στη μορφή της γραφικής παράστασης. Οι ανωμαλίες αυτές οφείλονται στις ελαφρές αναπηδήσεις της πίπτουσας μάζας μετά την πρώτη κρουστική επαφή πάνω στο ποδηλατικό κράνος. Αυτές οι αναπηδήσεις οφείλονται στο γεγονός ότι λόγω της πρώτης κρούσης και του φαινομένου της δράσης αντίδρασης, υπάρχει πολύ μικρό ποσοστό της ενέργειας το οποίο συνεχίζει να απελευθερώνεται μέσα από αυτό το φαινόμενο (γνωστό και ως bouncing).

Αναφορικά με τις πληροφορίες που μπορούμε να αντλήσουμε από το δοθέν διάγραμμα, προστίθενται και αυτές που αφορούν σε μαθηματικά μοντέλα και υπολογισμούς μέσα από τις οποίες μπορούμε να αναλύσουμε καλύτερα τα φυσικά φαινόμενα. Συνεπώς, μπορούμε να υπολογίσουμε το εμβαδόν που περικλείει η γραφική παράσταση. Με τη χρήση του σχεδιαστικού προγράμματος Corel Draw x6, καταφέραμε να υπολογίσουμε το προαναφερθέν εμβαδό. Λαμβάνοντας υπόψη τα δεδομένα με τα οποία ήταν ρυθμισμένος ο παλμογράφος, γνωρίζαμε από την αρχή ότι υπάρχει ένα σταθερό βήμα μεγεθών στους δύο κάθετους άξονες. Στον οριζόντιο άξονα η κάθε πλευρά του κάθε ορθογώνιου παραλληλόγραμμου αντιστοιχεί σε 2 milliseconds και στον κάθετο άξονα, η κάθε πλευρά αντιστοιχεί σε 2 Volts. Άρα, με τη βοήθεια του προγράμματος υπολογίσαμε το εμβαδόν της επιφάνειας ενός από τα ορθογώνια παραλληλόγραμμα, το οποίο αποτέλεσε το πρότυπο για τον υπολογισμό του συνολικού εμβαδού. Πιο συγκεκριμένα έχουμε :

Πρότυπο Εμβαδό

Οριζόντια πλευρά :

$$x = 2 \text{ msec} = 8.334 \text{ mm}$$

Κάθετη πλευρά :

$$y = 2 \text{ Volts} = 9.578 \text{ mm}$$

Εμβαδόν Ορθ. Παραλληλογράμμου :

$$E_{\text{παρ/μου}} = x \cdot y = 79.82 \text{ mm}^2 = 4 \text{ Volts} \cdot \text{msec}$$

Το άνωθεν εμβαδό του παραλληλογράμμου θα το χρησιμοποιήσουμε ως πρότυπο στις μετρήσεις των συνολικών εμβαδών των τεσσάρων διαγραμμάτων μας, ούτως ώστε να καταλήξουμε μέσα από τα τετραγωνικά χιλιοστά στα Volts·msec.

Συνολικό Εμβαδόν :

$$E_{\text{ολ}} = 1501.74 \text{ mm}^2$$

Συνεπώς :

$$\frac{E_{\text{ολ}}}{E_{\text{παρ/μου}}} = \frac{1501.74 \text{ mm}^2}{79.82 \text{ mm}^2} = 18.81$$

Οπότε μέχρι αυτού του σημείου, έχουμε υπολογίσει πόσες φορές περιέχεται το πρότυπο εμβαδό μας στο συνολικό. Στη συνέχεια, πολλαπλασιάζουμε τον άνωθεν αριθμό με το πρότυπο εμβαδό σε Volts·mm² και έχουμε :

$$18.81 \cdot 4 \text{ Volts} \cdot \text{msec} = 75.26 \text{ Volts} \cdot \text{msec}$$

Από τα δεδομένα του παλμογράφου γνωρίζουμε ότι για κάθε Voltαντιστοιχούν 17.878 kN. Οπότε, έχουμε :

$$75.26 \cdot 17.878 \text{ kN} \cdot \text{msec} = 1345.43 \text{ kN} \cdot \text{msec}$$

Στο σημείο αυτό είναι απαραίτητο να εισάγουμε την έννοια του αριθμού, στον οποίο μόλις καταλήξαμε. Το μέγεθος, στο οποίο καταλήξαμε, ονομάζεται **ώθηση (Impulse)** και συμβολίζεται με I_1 . Η ώθηση ορίζεται ως το γινόμενο της δύναμης επί το χρονικό διάστημα για το οποίο αυτή ασκείται. Πιο αναλυτικά :

$$I_1 = F_1 \cdot \Delta t$$

Η ώθηση μάς δίνει τη μεταβολή της ορμής του σώματος, στο οποίο ασκούμε τη δύναμη. Στη δική μας περίπτωση, η ώθηση αφορά στο ποδηλατικό κράνος, στο οποίο ασκούμε τη δύναμη λόγω της ελεύθερης πτώσης της πίπτουσας μάζας. Συνεπώς :

$$I_1 = 1345.43 \text{ kN} \cdot \text{msec}$$

Υπολογίζουμε το χρονικό διάστημα εφαρμογής της μέγιστης ασκούμενης δύναμης στο ποδηλατικό κράνος, δηλαδή τη διάρκεια του peak του διαγράμματος. Για την 1^η Δοκιμή το χρονικό διάστημα παρατηρούμε ότι ανέρχεται στα 1.56 msec. Υπολογίζουμε με αντίστοιχο τρόπο την τιμή της ώθησης κατά το χρονικό διάστημα

του peak του διαγράμματος. Οπότε, διαιρώντας την ώθηση με το εν λόγω χρονικό διάστημα, προκύπτει η τιμή της μέγιστης ασκούμενης δύναμης. Έχουμε :

$$E_{max} = 459.27 \text{ mm}^2$$

$$\frac{E_{max}}{E_{\text{παρ/μou}}} = \frac{459.27 \text{ mm}^2}{79.82 \text{ mm}^2} = 5.75$$

$$5.75 \cdot 4 \text{ Volts} \cdot \text{msec} = 23.02 \text{ Volts} \cdot \text{msec}$$

$$23.02 \cdot 17.878 \text{ kN} \cdot \text{msec} = 411.552 \text{ kN} \cdot \text{msec}$$

$$I_{1max} = 411.552 \text{ kN} \cdot \text{msec}$$

$$F_{1max} = \frac{I_{1max}}{\Delta t} = \frac{411.552 \text{ kN} \cdot \text{msec}}{1.56 \text{ msec}} = 263.82 \text{ kN}$$

2^η ΔΟΚΙΜΗ

Ποδηλατικό Κράνος Prowell

Εσωτερική επένδυση αφρού τύπου EPU (Διογκωμένη Πολυουρεθάνη)

Μέγεθος : A-C

Χρώμα : Κίτρινο-Μαύρο

Προέλευση : Ταιβάν

Αντίστοιχα, με την 1^η Δοκιμή πραγματοποιήσαμε το πείραμα για το δεύτερο κράνος-δείγμα. Το εν λόγω κράνος ανήκει στην ίδια κατασκευάστρια εταιρεία με το πρώτο και έχει επίσης εσωτερική επένδυση αφρού τύπου EPU (Διογκωμένη Πολυουρεθάνη). Η μοναδική διαφοροποίηση στη 2^η Δοκιμή εντοπίζεται στην αντιστοιχία των mm με τα Volts στο πρότυπο εμβαδό. Ουσιαστικά, μεταβάλλαμε τη ρύθμιση του παλμογράφου από την αντιστοιχία των 2 Volts σε αυτή των 5Volts, για να παρατηρήσουμε αν προκύπτουν τυχούσες αλλοιώσεις στις μετρήσεις μας και στα αναμενόμενα αποτελέσματα. Παρατηρούμε, λοιπόν, μια εμφανή αλλαγή στην εστίαση του διαγράμματός μας, η οποία ήταν αναμενόμενη, αλλά από την άλλη πλευρά, όπως θα φανεί παρακάτω, δεν υπάρχει κάποια ιδιαίτερη μεταβολή στα αποτελέσματα από την αναμενόμενη. Παρατίθεται το διάγραμμα της 2^{ης} Δοκιμής :



Διάγραμμα 3 : 2η Δοκιμή

Όπως προαναφέρθηκε, παρατηρούμε την εμφανώς αλλαγμένη εστίαση στο εν λόγω διάγραμμα. Με αυτόν τον τρόπο, επαληθεύσαμε την ορθή παραλαβή αποτελεσμάτων από τον παλμογράφο και τα υπόλοιπα μετρητικά όργανα της εγκατάστασης. Ακολουθεί η μαθηματική ανάλυση του μοντέλου μας :

Πρότυπο Εμβαδό

Οριζόντια πλευρά :

$$x = 2 \text{ msec} = 8.334 \text{ mm}$$

Κάθετη πλευρά :

$$y = 5 \text{ Volts} = 9.578 \text{ mm}$$

Εμβαδόν Ορθ. Παραλληλογράμμου :

$$E_{\text{παρ/μou}} = x \cdot y = 79.82 \text{ mm}^2 = 10 \text{ Volts} \cdot \text{msec}$$

Συνολικό Εμβαδόν Διαγράμματος :

$$E_{\text{oλ}} = 603.27 \text{ mm}^2$$

Συνεπώς :

$$\frac{E_{ολ}}{E_{παρ/μou}} = \frac{603.27 \text{ mm}^2}{79.82 \text{ mm}^2} = 7.56$$

Οπότε μέχρι αυτού του σημείου, έχουμε υπολογίσει πόσες φορές περιέχεται το πρότυπο εμβαδό μας στο συνολικό. Στη συνέχεια, πολλαπλασιάζουμε τον άνωθεν αριθμό με το πρότυπο εμβαδό σε Volts·mm² και έχουμε :

$$7.56 \cdot 10 \text{ Volts} \cdot \text{msec} = 75.6 \text{ Volts} \cdot \text{msec}$$

Από τα δεδομένα του παλμογράφου γνωρίζουμε ότι για κάθε Voltαντιστοιχούν 17.878 kN. Οπότε, έχουμε :

$$75.6 \cdot 17.878 \text{ kN} \cdot \text{msec} = 1351.58 \text{ kN} \cdot \text{msec}$$

Όπως προαναφέραμε, το μέγεθος, στο οποίο καταλήξαμε, ονομάζεται *ώθηση* (*Impulse*). Πιο αναλυτικά :

$$I_2 = F_2 \cdot \Delta t$$

και

$$I_2 = 1351.58 \text{ kN} \cdot \text{msec}$$

Υπολογίζουμε το χρονικό διάστημα εφαρμογής της μέγιστης ασκούμενης δύναμης στο ποδηλατικό κράνος, δηλαδή τη διάρκεια του reaktου διαγράμματος. Για την 2^η Δοκιμή το χρονικό διάστημα παρατηρούμε ότι ανέρχεται, επίσης, στα 1.56 msec. Οπότε, διαιρώντας την ώθηση με το εν λόγω χρονικό διάστημα, προκύπτει η τιμή της μέγιστης ασκούμενης δύναμης. Έχουμε :

$$E_{max} = 184.27 \text{ mm}^2$$

$$\frac{E_{max}}{E_{παρ/μou}} = \frac{184.27 \text{ mm}^2}{79.82 \text{ mm}^2} = 2.31$$

$$2.31 \cdot 10 \text{ Volts} \cdot \text{msec} = 23.1 \text{ Volts} \cdot \text{msec}$$

$$23.1 \cdot 17.878 \text{ kN} \cdot \text{msec} = 412.982 \text{ kN} \cdot \text{msec}$$

$$I_{2max} = 412.982 \text{ kN} \cdot \text{msec}$$

$$F_{2max} = \frac{I_{2max}}{\Delta t} = \frac{412.982 \text{ kN} \cdot \text{msec}}{1.56 \text{ msec}} = 264.73 \text{ kN}$$

3^η ΔΟΚΙΜΗ

Ποδηλατικό Κράνος ABUS

Εσωτερική επένδυση αφρού τύπου EPS (Διογκωμένο Πολυστυρένιο)

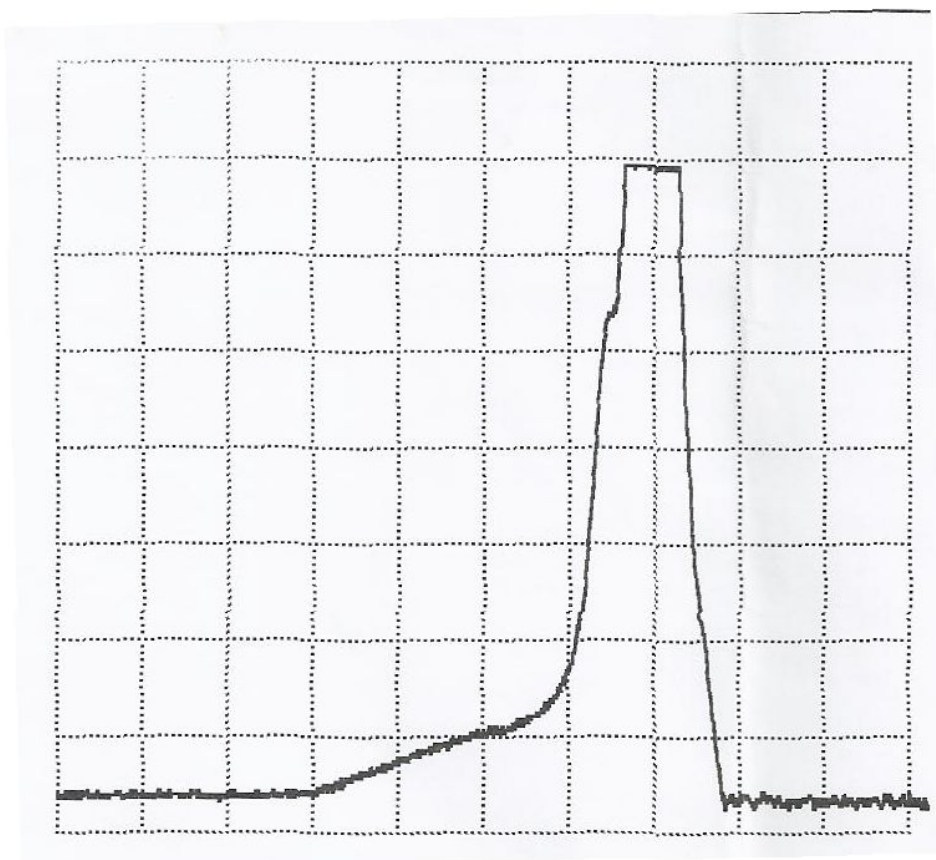
Μέγεθος : Κ-Μ-Ο

Χρώμα : Μπλε

Προέλευση : Γερμανία

Στην 3^η Δοκιμή πειραματιστήκαμε με ένα ποδηλατικό κράνος γερμανικής κατασκευάστριας εταιρείας και με εσωτερική επένδυση αφρού τύπου EPS (Διογκωμένο Πολυστυρένιο). Όπως έχουμε ήδη αναλύσει, ο συγκεκριμένος αφρός έχει σκληρή υφή και με κατάλληλη επεξεργασία μπορεί να αποτελέσει πολύ καλή επιλογή για την επένδυση του εσωτερικού ενός ποδηλατικού κράνους. Σε αυτή τη δοκιμή, όπως και στην 4^η που ακολουθεί, επαναφέραμε τη ρύθμιση του παλμογράφου στα 2 Volts. Δεν παρατηρήσαμε καμία αισθητή και άξια σχολιασμού μεταβολή στην ποιότητα και ποσότητα των μετρητικών μας αποτελεσμάτων.

Παραθέτουμε το διάγραμμα της 3^{ης} Δοκιμής :



Διάγραμμα 4 : 3η Δοκιμή

Ακολουθεί η περαιτέρω ανάλυση :

Πρότυπο Εμβαδό

Οριζόντια πλευρά :

$$x = 2 \text{ msec} = 8.334 \text{ mm}$$

Κάθετη πλευρά :

$$y = 2 \text{ Volts} = 9.578 \text{ mm}$$

Εμβαδόν Ορθ. Παραλληλογράμμου :

$$E_{\text{παρ/μου}} = x \cdot y = 79.82 \text{ mm}^2 = 4 \text{ Volts} \cdot \text{msec}$$

Συνολικό Εμβαδόν Διαγράμματος :

$$E_{\text{ολ}} = 1066.41 \text{ mm}^2$$

Συνεπώς :

$$\frac{E_{\text{ολ}}}{E_{\text{παρ/μου}}} = \frac{1066.41 \text{ mm}^2}{79.82 \text{ mm}^2} = 13.36$$

Οπότε μέχρι αυτού του σημείου, έχουμε υπολογίσει πόσες φορές περιέχεται το πρότυπο εμβαδό μας στο συνολικό. Στη συνέχεια, πολλαπλασιάζουμε τον άνωθεν αριθμό με το πρότυπο εμβαδό σε Volts·mm² και έχουμε :

$$13.36 \cdot 4 \text{ Volts} \cdot \text{msec} = 53.44 \text{ Volts} \cdot \text{msec}$$

Από τα δεδομένα του παλμογράφου γνωρίζουμε ότι για κάθε Voltαντιστοιχούν 17.878 kN. Οπότε, έχουμε :

$$53.44 \cdot 17.878 \text{ kN} \cdot \text{msec} = 955.4 \text{ kN} \cdot \text{msec}$$

Όπως προαναφέραμε, το μέγεθος, στο οποίο καταλήξαμε, ονομάζεται **ώθηση** (*Impulse*) . Πιο αναλυτικά :

$$I_3 = F_3 \cdot \Delta t$$

και

$$I_3 = 955.4 \text{ kN} \cdot \text{msec}$$

Υπολογίζουμε το χρονικό διάστημα εφαρμογής της μέγιστης ασκούμενης δύναμης στο ποδηλατικό κράνος, δηλαδή τη διάρκεια του peak του διαγράμματος. Για την 3^η Δοκιμή το χρονικό διάστημα παρατηρούμε ότι ανέρχεται στα 1.44 msec. Οπότε, διαιρώντας την ώθηση με το εν λόγω χρονικό διάστημα, προκύπτει η τιμή της μέγιστης ασκούμενης δύναμης. Έχουμε :

$$E_{max} = 366.7 \text{ mm}^2$$

$$\frac{E_{max}}{E_{\text{παρ/μou}}} = \frac{366.7 \text{ mm}^2}{79.82 \text{ mm}^2} = 4.59$$

$$4.59 \cdot 4 \text{ Volts} \cdot \text{msec} = 18.38 \text{ Volts} \cdot \text{msec}$$

$$18.38 \cdot 17.878 \text{ kN} \cdot \text{msec} = 328.53 \text{ kN} \cdot \text{msec}$$

$$I_{3max} = 328.53 \text{ kN} \cdot \text{msec}$$

$$F_{3max} = \frac{I_{3max}}{\Delta t} = \frac{328.53 \text{ kN} \cdot \text{msec}}{1.44 \text{ msec}} = 228.15 \text{ kN}$$

4^η ΔΟΚΙΜΗ

Ποδηλατικό Κράνος ABUS

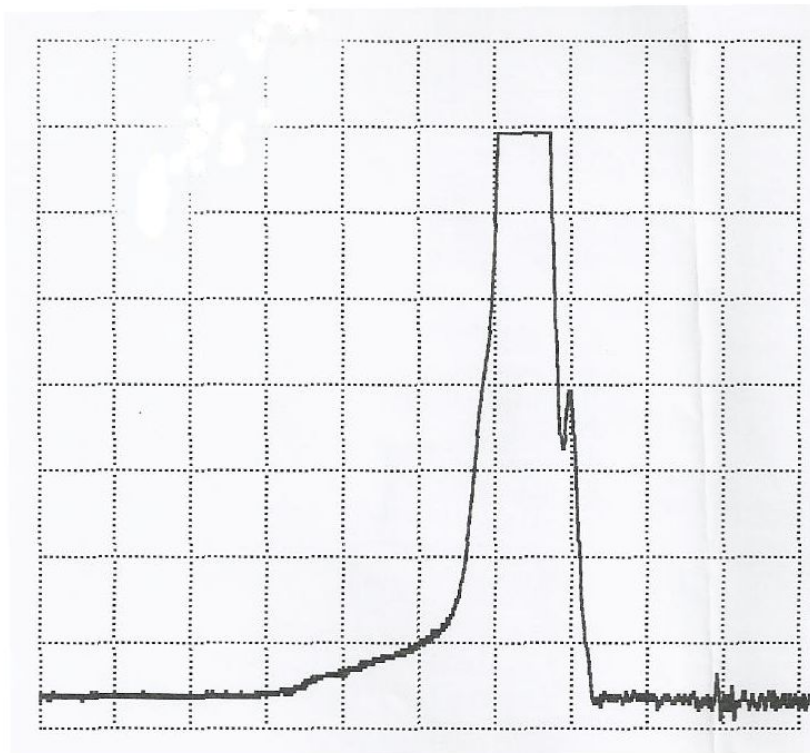
Εσωτερική επένδυση αφρού τύπου EPS (Διογκωμένο Πολυστερένιο)

Μέγεθος : E-G-J-K

Χρώμα : Ασημί

Προέλευση : Γερμανία

Στην 4^η Δοκιμή, επίσης, πειραματιστήκαμε με ένα ποδηλατικό κράνος γερμανικής κατασκευάστριας εταιρείας και με εσωτερική επένδυση αφρού τύπου EPS (Διογκωμένο Πολυστερένιο). Ακολουθεί το διάγραμμα και η μαθηματική ανάλυση :



Διάγραμμα 5 : 4η Δοκιμή

Πρότυπο Εμβαδό

Οριζόντια πλευρά :

$$x = 2 \text{ msec} = 8.334 \text{ mm}$$

Κάθετη πλευρά :

$$y = 2 \text{ Volts} = 9.578 \text{ mm}$$

Εμβαδόν Ορθ. Παραλληλογράμμου :

$$E_{\text{παρ/μου}} = x \cdot y = 79.82 \text{ mm}^2 = 4 \text{ Volts} \cdot \text{msec}$$

Συνολικό Εμβαδόν Διαγράμματος :

$$E_{\text{ολ}} = 986.65 \text{ mm}^2$$

Συνεπώς :

$$\frac{E_{\text{ολ}}}{E_{\text{παρ/μου}}} = \frac{986.65 \text{ mm}^2}{79.82 \text{ mm}^2} = 12.36$$

Οπότε μέχρι αυτού του σημείου, έχουμε υπολογίσει πόσες φορές περιέχεται το πρότυπο εμβαδό μας στο συνολικό. Στη συνέχεια, πολλαπλασιάζουμε τον άνωθεν αριθμό με το πρότυπο εμβαδό σε Volts·mm² και έχουμε :

$$12.36 \cdot 4 \text{ Volts} \cdot \text{msec} = 49.44 \text{ Volts} \cdot \text{msec}$$

Από τα δεδομένα του παλμογράφου γνωρίζουμε ότι για κάθε Volt αντιστοιχούν 17.878 kN. Οπότε, έχουμε :

$$49.44 \cdot 17.878 \text{ kN} \cdot \text{msec} = 883.9 \text{ kN} \cdot \text{msec}$$

Όπως προαναφέραμε, το μέγεθος, στο οποίο καταλήξαμε, ονομάζεται **ώθηση** (*Impulse*) . Πιο αναλυτικά :

$$I_4 = F_4 \cdot \Delta t$$

και

$$I_4 = 883.9 \text{ kN} \cdot \text{msec}$$

Υπολογίζουμε το χρονικό διάστημα εφαρμογής της μέγιστης ασκούμενης δύναμης στο ποδηλατικό κράνος, δηλαδή τη διάρκεια του peak του διαγράμματος. Για την 4^η Δοκιμή το χρονικό διάστημα παρατηρούμε ότι ανέρχεται στα 1.56 msec. Οπότε, διαιρώντας την ώθηση με το εν λόγω χρονικό διάστημα, προκύπτει η τιμή της μέγιστης ασκούμενης δύναμης. Έχουμε :

$$E_{max} = 394.27 \text{ mm}^2$$

$$\frac{E_{max}}{E_{\text{παρ/μου}}} = \frac{394.27 \text{ mm}^2}{79.82 \text{ mm}^2} = 4.94$$

$$4.94 \cdot 4 \text{ Volts} \cdot \text{msec} = 19.76 \text{ Volts} \cdot \text{msec}$$

$$19.76 \cdot 17.878 \text{ kN} \cdot \text{msec} = 353.27 \text{ kN} \cdot \text{msec}$$

$$I_{4max} = 353.27 \text{ kN} \cdot \text{msec}$$

$$F_{4max} = \frac{I_{4max}}{\Delta t} = \frac{353.27 \text{ kN} \cdot \text{msec}}{1.56 \text{ msec}} = 226.46 \text{ kN}$$

Ολοκληρώνοντας τις δοκιμές, πρέπει να υπολογίσουμε τη δυναμική ενέργεια, η οποία είναι κοινή στα τέσσερα πειράματα και όπως εξηγήσαμε στην παράγραφο 8.1.5- *Παραδοχές Πειραμάτων*, θεωρούμε ότι η δυναμική ενέργεια στο σύνολό της μετατρέπεται σε κινητική ενέργεια και αυτή απορροφάται εξολοκλήρου από το ποδηλατικό κράνος. Συνεπώς, μπορούμε να υπολογίσουμε την κοινή δυναμική ενέργεια αλλά και τη μέγιστη ταχύτητα της πύπτουσας μάζας. Έχουμε :

$$U_{ολ} = m \cdot g \cdot h = 70 \text{ kg} \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 1 \text{ m} = 686.7 \text{ N} \cdot \text{m} = 686.7 \text{ J}$$

Ισχύει η ακόλουθη ισότητα :

$$\begin{aligned} U_{ολ} = K_{ολ} &\rightarrow m \cdot g \cdot h = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \leftrightarrow \\ \leftrightarrow v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h} &\rightarrow v = \sqrt{2 \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 1 \text{ m}} \leftrightarrow \\ &\leftrightarrow v = 4.43 \frac{\text{m}}{\text{s}} \end{aligned}$$

Η μέγιστη ταχύτητα είναι αποδεκτή βάσει του ορίου που είναι θεσπισμένο από το πρότυπο και ανέρχεται στην τιμή των $4.57_0^{+0.1} \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

10 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

10.1 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

10.1.1 ΠΙΝΑΚΕΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Μετά από την ολοκλήρωση των υπολογισμών, είναι απαραίτητη και χρήσιμη η συγκέντρωση όλων των αποτελεσμάτων σε ένα σύνολο πινάκων, ούτως ώστε να γίνει πιο ξεκάθαρο το αποτέλεσμα της πειραματικής διαδικασίας αλλά και για να έχουμε τη δυνατότητα και την εύκολη πρόσβαση να περιέλθουμε σε σχολιασμό και σύγκριση.

Εμβαδόν Πρότυπου Ορθ. Παραλληλογράμμου				
	1 ^η Δοκιμή	2 ^η Δοκιμή	3 ^η Δοκιμή	4 ^η Δοκιμή
Οριζόντιος Άξονας x(mm)	8.334	8.334	8.334	8.334
Οριζόντιος Άξονας x(msec)	2	2	2	2
Κάθετος Άξονας y(mm)	9.578	9.578	9.578	9.578
Κάθετος Άξονας y(Volts)	2	5	2	2
Εμβαδό (mm²)	79.82	79.82	79.82	79.82
Εμβαδό (Volts·msec)	4	10	4	4

Πίνακας 6 : Στοιχεία Πρότυπου Ορθ. Παρ/μου

Στον παραπάνω πίνακα, παρατίθενται τα γεωμετρικά στοιχεία του πρότυπου Ορθογωνίου Παραλληλογράμμου. Σκοπός είναι να καταλάβουμε τη διαφορά στη 2^η Δοκιμή συγκριτικά με όλες τις άλλες

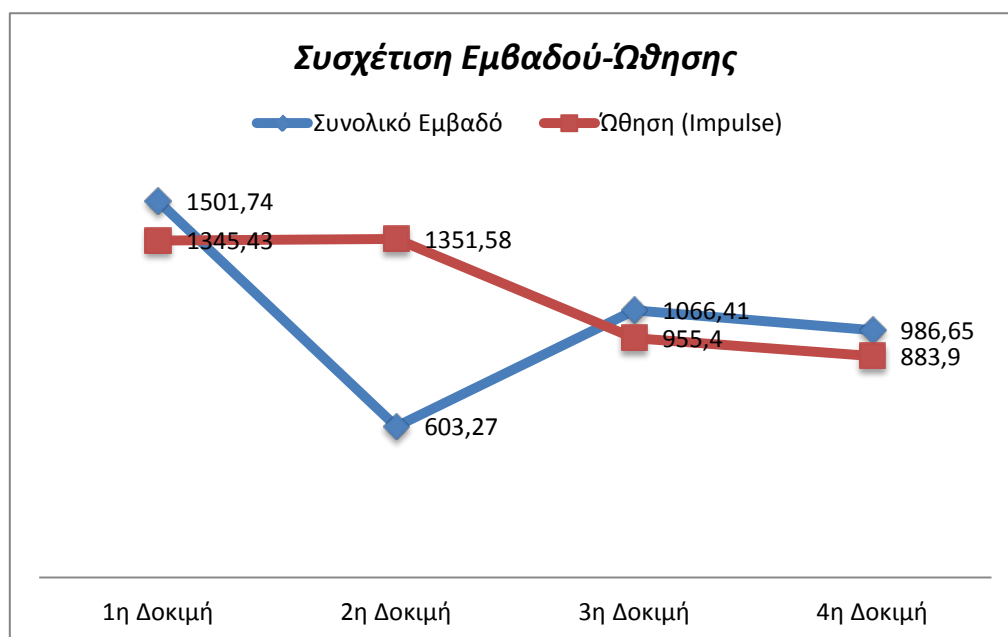
10.1.2 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ

Στον ακόλουθο πίνακα, συγκεντρώνουμε τα δεδομένα που συλλέξαμε μέσα από τις πειραματικές διαδικασίες και τα οποία είναι χρήσιμα για την περαιτέρω ανάλυση αλλά και τον σχολιασμό του φαινομένου.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ							
	Συνολικό Εμβαδό (mm ²)	Ώθηση (Impulse) (kN · msec)	Εμβαδό Peak Κρούσης (mm ²)	Μέγιστη Δύναμη (kN)	Δυναμική Ενέργεια (Joule)	Χρονικό Διάστημα Peak Κρούσης (msec)	Μέγιστη Ταχύτητα Πίπτουσας Μάζας (m/s)
1^η Δοκιμή Prowell Άσπρο-Μπλέ	1501.74	1345.43	459.27	263.82	686.7	1.56	4.43
2^η Δοκιμή Prowell Κίτρινο-Μαύρο	603.27	1351.58	184.27	264.73	686.7	1.56	4.43
3^η Δοκιμή ABUS Μπλέ	1066.41	955.4	366.7	228.15	686.7	1.44	4.43
4^η Δοκιμή ABUS Ασημί	986.65	883.9	394.27	226.46	686.7	1.56	4.43

Πίνακας 7 : Γενικός Συγκεντρωτικός Πίνακας

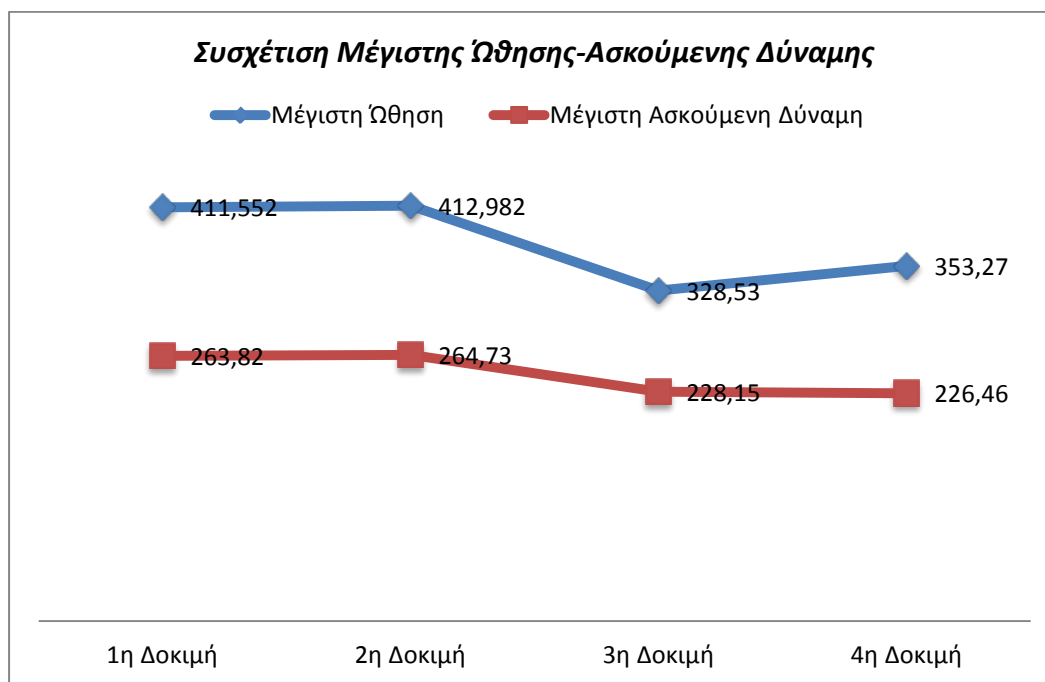
10.1.3 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ ΜΕΓΕΘΩΝ



Διάγραμμα 6 : Συσχέτιση Εμβαδού-Ωθησης

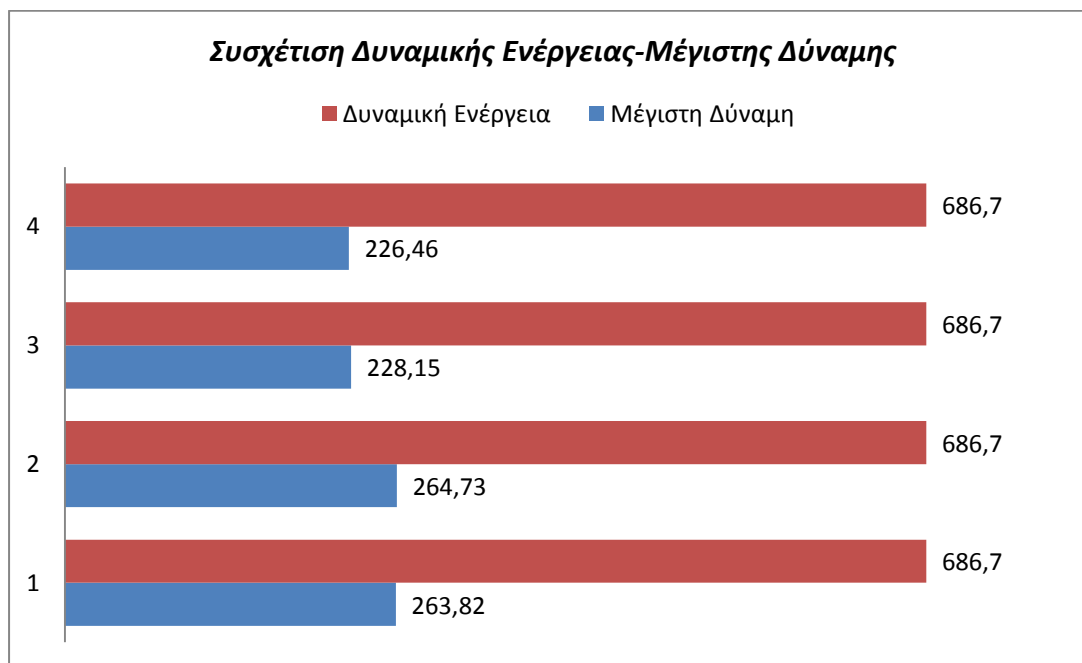
Εξαιρώντας τα αποτελέσματα της 2^{ης} Δοκιμής, παρατηρούμε τον απόλυτο συσχετισμό του Συνολικού Εμβαδού με το μέγεθος της Ωθησης. Διαφαίνεται ότι υπάρχει μια σχετική αναλογία της κατανομής της τιμής της Ωθησης συγκριτικά με τη μεταδιδόμενη ενέργεια, που δημιουργείται λόγω της κρούσης, εμπεριέχοντας πάντοτε ένα σχετικό θόρυβο. Παρόλα αυτά, σχετικά με τη συμπεριφοριστική ικανότητα των δειγμάτων μας, μπορούμε να σχολιάσουμε ότι τα δύο πρώτα δείγματα ανταποκρίνονται καλύτερα, απορροφώντας μεγαλύτερο ποσοστό ενέργειας. Η απορρόφηση μεγαλύτερου ποσοστού ενέργειας, ταυτόχρονα, σημαίνει μεγαλύτερη προστασία για το κεφάλι του αναβάτη, μιας και η ενέργεια δεν περνά στο κρανίο και το κομμάτι του αυχένα, με αποτέλεσμα να προκαλέσει, ίσως και θανατηφόρες ζημιές.

Ένα επιπλέον σχόλιο που πρέπει να καταγραφεί είναι η διαφορά στο υλικό εσωτερικής επένδυσης αφρού των δύο πρώτων δειγμάτων σε σχέση με τα δύο τελευταία. Παρατηρούμε ότι η διογκωμένη πολυουρεθάνη παρουσιάζει μεγαλύτερη αντίσταση συγκριτικά με το διογκωμένο πολυστυρένιο. Στο γεγονός αυτό συμβάλλει η πιο συμπαγής και σταθερή υφή του υλικού καθώς και η κατασκευή του ποδηλατικού κράνους, επιπρόσθετα. Σχετικά με την κατασκευή, θα σχολιάζαμε ότι τα κράνη της εταιρείας Prowell έχουν σε μεγαλύτερο βαθμό αεροδυναμικό σχεδιασμό, κάτι το οποίο συμβάλλει στη γενικότερη συμπεριφορά του κράνους.



Διάγραμμα 7 : Συσχέτιση Μέγιστης Ώθησης-Μέγιστης Δύναμης

Στον παραπάνω συσχετισμό παρατηρούμε πάλι τη σχέση της ώθησης με την ασκούμενη δύναμη αλλά αξιοσημείωτο είναι το πόσο κοντά βρίσκονται οι τιμές της μέγιστης ασκούμενης δύναμης στα πρώτα δύο κράνη και μετά στα δύο επόμενα. Σταθερό συμπέρασμα αποτελεί η παρόμοια και πιστή συμπεριφορά του κάθε είδους αφρού εσωτερικής επένδυσης.



Διάγραμμα 8 : Συσχέτιση Δυναμικής Ενέργειας-Μέγιστης Δύναμης

Στο παραπάνω διάγραμμα, παρατηρούμε ότι και στις τέσσερις δοκιμές απορροφάται το ίδιο ποσό ενέργειας και παράλληλα βλέπουμε το συσχετισμό με τη μέγιστη

αναπτυσσόμενη δύναμη. Αντιλαμβανόμαστε την ομαλότητα και την ομοιομορφία του φαινομένου. Επίσης, παρατηρούμε τη συμπεριφορά της διογκωμένης πολυουρεθάνης στα δύο πρώτα κράνη, η οποία απορροφά μεγαλύτερο ποσοστό της ενέργειας και αναπτύσσεται μεγαλύτερη δύναμη συγκριτικά. Για άλλη μια φορά, υπερτονίζεται η σταθερότητα της διογκωμένης πολυουρεθάνης σε σχέση με το διογκωμένο πολυστυρένιο. Αναπτύσσεται μεγαλύτερη δύναμη, απορροφάται μεγαλύτερο κομμάτι της ενέργειας και αντιδρά καλύτερα στους κραδασμούς, όπως θα αναλύσουμε παρακάτω.

10.1.4 ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΡΙΣΗ

Ακολουθούν εικόνες των ποδηλατικών κράνων μετά τις πειραματικές κρούσεις.

Στις πρώτες φωτογραφίες, παρουσιάζουμε μια γενική άποψη των ποδηλατικών κράνων, για να παρατηρήσουμε τη γενικότερη καταστροφή του δείγματός μας και όχι την εντοπισμένη περιοχή της διαρροής του υλικού και της ζημιάς. Αυτό επιβεβαιώνει την επιτυχή έκβαση των πειραμάτων μας, βάσει του Ευρωπαϊκού Προτύπου, το οποίο απαιτεί να μην υπάρχει άμεση επαφή της πίπτουσας μάζας και του ομοιώματος της ανθρώπινης κεφαλής μετά τη διεξαγωγή της κρούσης.



Εικόνα 38 : Γενική Άποψη Ποδηλατικού Κράνους Prowell (Γαλάζιο/Λευκό)



Εικόνα 39 : Γενική Άποψη Ποδηλατικού Κράνους Prowell (Κίτρινο/Μαύρο)



Εικόνα 40 : Γενική Άποψη Ποδηλατικού Κράνους ABUS (Μπλε)



Εικόνα 41 : Γενική Άποψη Ποδηλατικού Κράνους ABUS (Ασημί)

Ακολουθούν οι φωτογραφίες των ποδηλατικών κρανών, οι οποίες εστιάζουν στο σημείο της κρούσης.



Εικόνα 42 : Σημείο Πρόσκρουσης Ποδηλατικού Κράνους Prowell (Γαλάζιο/Λευκό)



Εικόνα 43 : Σημείο Πρόσκρουσης Ποδηλατικού Κράνους Prowell (Κίτρινο/Μαύρο)

Τα δύο πρώτα δείγματα, που απεικονίζονται παραπάνω, ανήκουν στην εταιρεία Prowell και ο αφρός τους είναι από διογκωμένη πολυουρεθάνη. Παρατηρούμε ότι μετά την κρούση το πλαστικό κέλυφος του κράνους έχει σπάσει, κάτι το οποίο ήταν αναμενόμενο. Στη συνέχεια, παρατηρούμε ότι ο αφρός καθώς απορροφά την προσδιδόμενη ενέργεια δε διαρρηγνύεται πλήρως αλλά ενώ καταστρέφεται η δομή του δε χάνει τη συμπαγή υφή του και συνεπώς την προστατευτικότητά του. Επίσης, βλέπουμε ότι στο επίμαχο σημείο της κρούσης, ο αφρός έχει σκληρύνει περισσότερο, έχει συμπιεστεί και τριβεται σε μικρά τριβλίδια, χωρίς όμως να καταρρέει πλήρως. Στο σημείο αυτό να τονίσουμε τη διαφορά των εν λόγω δειγμάτων με τα επόμενα στο σχεδιασμό του πλαστικού κελύφους. Παρατηρούμε λεπτότερους αεραγωγούς, πιο αεροδυναμικό σχήμα και περισσότερο υλικό κάλυψης των σημείων του κρανίου. Καταλήγουμε στα συμπεράσμα, ότι αυτού του τύπου τα ποδηλατικά κράνη προστατεύουν τον αναβάτη σε μεγάλο βαθμό. Στη συνέχεια, θα τα συγκρίνουμε με τα δύο επόμενα δείγματα για να δούμε ποιός τύπος υπερτερεί.

Τα δύο επόμενα δείγματα ανήκουν στην εταιρεία ABUS και έχουν εσωτερική επένδυση αφρού από διογκωμένο πολυστυρένιο. Και εδώ μετά την κρούση το πλαστικό κέλυφος έχει σπάσει. Παρατηρούμε, όμως, ότι στο σημείο της κρούσης έχει δημιουργηθεί ρήγμα ικανοποιητικού μεγέθους. Ο αφρός δε φαίνεται να έχει την ίδια σταθερότητα με αυτόν της διογκωμένης πολυουρεθάνης μιας και διαρρηγνύεται αλλά και η υφή του δεν είναι συμπαγής και ενιαία. Επίσης, ο αφρός φθίρεται σε μια τελική μορφή λεπτότοιχων εύθραυστων φύλλων, ως αποτέλεσμα της απώλειας της συμπαγούς δομής του. Αξίζει να σχολιασθεί, όμως, το μη αεροδυναμικό σχήμα σε σχέση με τα δύο πρώτα δείγματα και ο μεγαλύτερος αριθμός αεραγωγών. Όλα αυτά συμβάλλουν στη μειωμένη απόδοση αυτού του τύπου των ποδηλατικών κράνων.



Εικόνα 44 : Σημείο Πρόσκρουσης Ποδηλατικού Κράνους ABUS (Μπλε)



Εικόνα 45 : Σημείο Πρόσκρουσης Ποδηλατικού Κράνους ABUS (Ασημί)

Καταλήγουμε ότι συγκριτικά, ο αφρός της διογκωμένης πολυουρεθάνης σε σχέση με αυτόν του διογκωμένου πολυστυρενίου ανταποκρίνεται πιο θετικά στην απορρόφηση ενέργειας κατά την κρούση αλλά και ότι ο αριθμός, το μέγεθος και η κατανομή των αεραγωγών, ο αεροδυναμικός σχεδιασμός καθώς και η συνολική ποιότητα κατασκευής αποτελούν αρκετά κρίσιμους παράγοντες για την πρόβλεψη της συμπεριφοράς του ποδηλατικού κράνους.

10.1.5 ΕΝΔΕΛΕΧΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΕΛΙΚΗΣ ΜΟΡΦΗΣ ΑΦΡΟΥ



Εικόνα 46 : Τριβλίδια Διογκωμένης Πολυουρεθάνης

Στη συνέχεια, ακολουθούν εικόνες στις οποίες απεικονίζεται η μορφή που έχει πάρει ο αφρός από τις δύο διαφορετικές ποιότητες ποδηλατικών κρανών που εξετάσαμε στα πειράματά μας, μετά τις κρούσεις. Αναφέρουμε ότι ξύσαμε τις επιφάνειες στο σημείο πρόσκρουσης για να έχουμε το επιθυμητό αποτέλεσμα. Επιβεβαιώνεται, λοιπόν, αυτό που αναφέραμε παραπάνω ότι ο αφρός από διογκωμένη πολυουρεθάνη, μετά την πρόσκρουση, συμπιέζεται στο σημείο και παίρνει μορφή τριβλιδίων, τα οποία παραμένουν συμπαγή μεταξύ τους.



Εικόνα 47 : Λεπτότοιχα Φύλλα Διογκωμένου Πολυστερενίου

Από την άλλη πλευρά, στην περίπτωση της διογκωμένου πολυστερενίου παρατηρούμε ότι ο αφρός παίρνει τη μορφή λεπτότοιχων εύθραυστων φύλλων, γεγονός το οποίο τον καθιστά ιδιαίτερα ευάλωτο. Τα εν λόγω φύλλα δεν μπορούν να συγκρατήσουν μια συμπαγή μορφή με αποτέλεσμα να δημιουργείται ένα επικίνδυνο και αρκετά σημαντικό ρήγμα στο ποδηλατικό κράνος.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΗΣ ΒΑΣΕΙ ΕΡΕΥΝΑΣ

Παράγοντες επηρεασμού συμπεριφοράς	Βαρύτητα Παράγοντα	1 ^η Δοκιμή	2 ^η Δοκιμή	3 ^η Δοκιμή	4 ^η Δοκιμή
Είδος Αφρού	60%	5	5	3	3
Ποιότητα Κατασκευής (Μέθοδος κτλ.)	20%	4	4	2	2
Αεραγωγοί	15%	4	4	2	2
Αεροδυναμικός Σχεδιασμός	5%	5	5	2	2
ΣΥΝΟΛΟ	100%	4,65	4,65	2,6	2,6

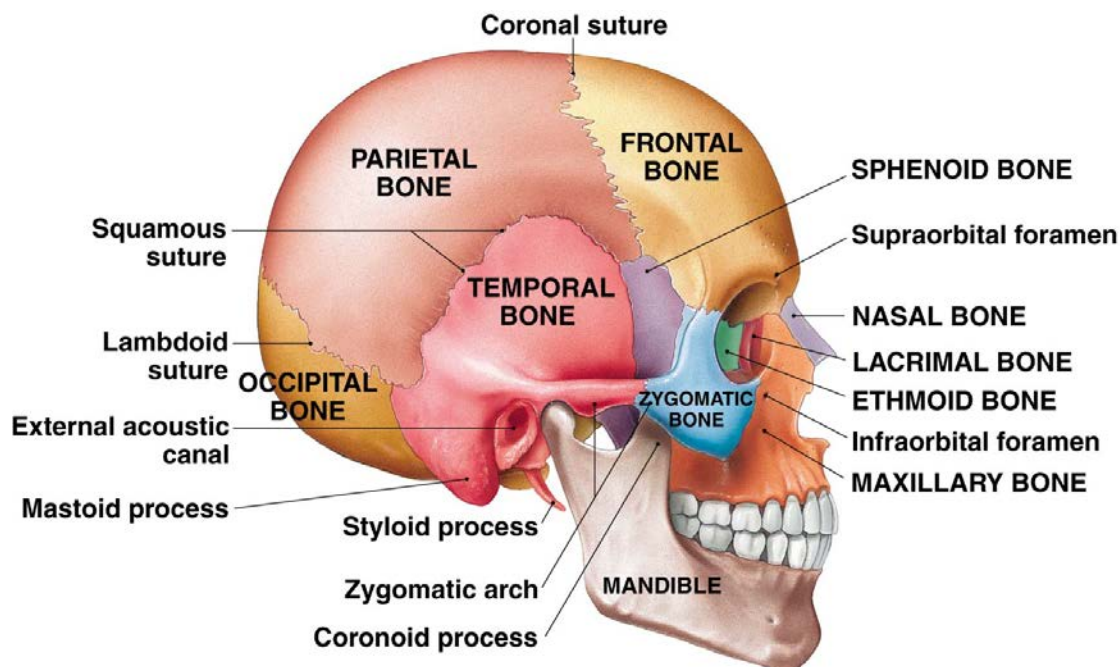
Πίνακας 8: Αξιολόγηση Ποδηλατικών Κράνων

Ο παραπάνω πίνακας, απεικονίζει μια μικρή αξιολόγηση των τεσσάρων δειγμάτων μας. Η βαρύτητα των παραγόντων προέκυψε από τα συμπεράσματα των πειραματικών διαδικασιών. Από την άλλη πλευρά, πραγματοποιήσαμε μια μικρή έρευνα σε δέκα (10) κοινούς χρήστες, οι οποίοι χρησιμοποιούν ποδηλατικά κράνη όπως τα εξεταζόμενα, ζητώντας τους να βαθμολογήσουν τα εν λόγω κράνη, βάσει της εμπειρίας τους, με τη βοήθεια μιας κλίμακας από το ένα (1) έως το πέντε (5). Τη βαθμολόγηση των χρηστών, οι οποία συνοδευόταν και από λεκτικούς χαρακτηρισμούς, την εμβαπτίσαμε στα δικά μας συμπεράσματα και έτσι προέκυψαν οι τελικές βαθμολογήσεις. Στη συνέχεια, πολλαπλασιάσαμε τους βαθμούς με το δείκτη βαρύτητας του κάθε παράγοντα και το άθροισμα αυτό μάς έδωσε το βαθμό αξιολόγησης του κάθε κράνους. Παρατηρήσαμε, λοιπόν, ότι και σε αυτήν την περίπτωση, το αποτέλεσμα ευνοούσε τα δύο πρώτα δείγματα της εταιρείας Prowell.

10.1.6 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΤΟΥ ΠΟΔΗΛΑΤΙΚΟΥ ΚΡΑΝΟΥΣ ΒΑΣΕΙ ΕΡΕΥΝΩΝ

Μια καλύτερη εικόνα για τραύματα στο κεφάλι, τα οποία σχετίζονται με πτώσεις από ποδήλατο, μπορεί να μας βοηθήσει να καθορίσουμε καλύτερα και να βελτιστοποιήσουμε τις ανάγκες που πρέπει να πληρούνται για τον ιδανικό σχεδιασμό ενός κράνους ποδηλάτου. Αρχικά, μπορεί να καταστεί ιδιαίτερα χρήσιμη η βελτίωση της γνώσης μας της εμβιομηχανικής των εγκεφαλικών θλάσεων. Το μεγαλύτερο ποσοστό των θλάσεων λαμβάνουν χώρα στην κατώτερη επιφάνεια των μετωπιαίων λοβών

και στην κάτω πλάγια επιφάνεια των κροταφικών λοβών. Υπάρχουν στοιχεία από μοντέλα πεπερασμένων στοιχείων για το ανθρώπινο κεφάλι, ότι οι εν λόγω περιοχές ανταποκρίνονται σε περιοχές υψηλών διατμητικών τάσεων σε προσομοιώσεις κρούσεων. Εκτός από αυτό, η παθογένεση αυτών των μετωπιαίων και κροταφικών θλάσεων δεν είναι ακόμα επαρκώς κατανοητή και είναι επιτακτικό να γίνει πολλή δουλειά ακόμη προτού να είναι διαθέσιμα τα ανθρώπινα επίπεδα αντοχής για αυτό το είδος της ζημίας. Στη συνέχεια, πρέπει να επανεξεταστεί η κάλυψη της ανθρώπινης κεφαλής από το ποδηλατικό κράνος. Σε πανεπιστημιακές μελέτες, έχει διαπιστωθεί ότι το 57% των επιπτώσεων έλαβαν χώρα στο πλαϊνό μέρος του κρανίου (περιοχή του βρεγματικού-parietal region, κροταφική-temporal και μετωποκροταφική-frontotemporal περιοχή) και το 27% των επιπτώσεων σημειώθηκαν στο μπροστινό μέρος της κεφαλής.



Copyright © 2007 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

Εικόνα 48 : Αναλυτικό διάγραμμα περιοχών του ανθρώπινου κρανίου

Ωστόσο, μπορεί εύκολα να παρατηρηθεί ότι τα σημερινά ποδηλατικά κράνη δεν καλύπτουν τα κατώτερα τμήματα των πλευρικών και μπροστινών πλευρών της κεφαλής, δηλαδή την κροταφική περιοχή (temporal region) και την περιοχή του

υπερκόγχιου (supraorbital region). Βάσει ερευνών πάνω σε ποδηλατικά κράνη, μετά από κρούσεις, έχει αναφερθεί και υπερτονιστεί η επικράτηση των πλευρικών και μετωπικών συγκρούσεων. Επιπλέον, αυτές οι μελέτες αναφέρουν ότι πολλές συγκρούσεις εμφανίστηκαν στο μετωπικό και πλευρικό κάτω χείλος του ποδηλατικού κράνους. Συγκεκριμένα, βρέθηκαν πολλές και σοβαρές βλάβες στο μετωπικό χείλος του κράνους που συνδέεται άμεσα με βλάβες στο ανθρώπινο μέτωπο και έτσι προτάθηκε το κράνος να επεκταθεί περαιτέρω προς το κάτω μέρος του. Μελέτη του 1995 από τους McIntosh et al. ανέφερε ότι το 25% των επιπτώσεων στη μελέτη των 42 κατεστραμμένων ποδηλατικών κρανών είχαν συμβεί στην άμεσα κρανιακή περιοχή του κράνους, η οποία συνδέεται με την κροταφική περιοχή της ανθρώπινης κεφαλής. Η προστασία της κροταφικής περιοχής του κρανίου είναι πολύ σημαντική, δεδομένου ότι το λεπτό κροταφικό οστό υπόκειται εύκολα σε κατάγματα και τουτέστιν τα κροταφικά κατάγματα προδιαθέτουν σε ρήξεις της έσω μηνιγγικής αρτηρίας και στη συνέχεια προκαλούν αιματώματα, τα οποία μπορούν να αποβούν μοιραία για τον αναβάτη.

Όπως αναφέρεται σε ποικίλη βιβλιογραφία αλλά και σε μία βελγική μελέτη, το ποσοστό μεταξύ του 30% έως και 50% των ατυχημάτων ενός ποδηλάτου εμπλέκονται με κάποιο άλλο μηχανοκίνητο όχημα. Το γεγονός αυτό καθιστά την κατάσταση του τραυματισμού πολύ πιο σοβαρή μιας και το ποσοστό κύμανσης είναι ιδιαίτερα υψηλό. Το ερώτημα που γεννιέται στο σημείο αυτό, πρέι σχεδιασμού του ποδηλατικού κράνους, είναι κατά πόσο το ποδηλατικό κράνος μπορεί να ανταπεξέλθει σε τέτοιες συγκρούσεις.

Είναι δεδομένο ότι οι πειραματικές διαδικασίες και οι προσομοιώσεις συγκρούσεων σε εργαστηριακό περιβάλλον, όπως και η δική μας, ανταποκρίνονται σε συγκρούσεις αναβατών σε σχετικά χαμηλές ταχύτητες. Από την άλλη πλευρά, είναι ουτοπικό να πιστεύουμε ότι υπάρχει ή θα υπάρξει απεριόριστη προστασία από ένα οποιοδήποτε είδος ποδηλατικού κράνους. Σε όλες τις μεγαλουπόλεις, στις οποίες συγκεντρώνονται τα περισσότερα ατυχήματα, ο τρόπος αντιμετώπισης όλου του εύρους των τραυματισμών θα έπρεπε να ξεκινά πρώτα από τη συνειδητοποίηση από την πλευρά των αναβατών ότι η προστασία της ζωής τους προκύπτει από το να φορούν ποδηλατικό κράνος.

11 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

11.1 ΕΥΡΩΠΑΙΚΟ ΠΡΟΤΥΠΟ

BS EN

13087-2:2000

Προστατευτικά Κράνη

Μέθοδοι Ελέγχου

Μέρος 2^ο: Απορρόφηση Κραδασμών

Το Ευρωπαϊκό Πρότυπο EN 13087-2:2000 έχει τη μορφή του Βρετανικού Προτύπου.

ΕΥΡΩΠΑΙΚΟ ΠΡΟΤΥΠΟ

EN 13087-2

Μάρτιος 2000

Αυτό το Ευρωπαϊκό Πρότυπο εγκρίθηκε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή Τυποποίησης (European Committee for Standardization-CEN) στις 14 Ιανουαρίου 2000.

Τα μέλη της Ευρωπαϊκής Επιτροπής Τυποποίησης οφείλουν να συμμορφώνονται με τους CEN/CENELEC Εσωτερικούς Κανονισμούς οι οποίοι ορίζουν τις συνθήκες ούτως ώστε αυτό το Ευρωπαϊκό Πρότυπο να έχει τη μορφή ενός Εθνικού Προτύπου χωρίς καμία διαφοροποίηση. Κατάλογοι και βιβλιογραφικές αναφορές που αφορούν τέτοια εθνικά πρότυπα μπορούν να λαμβάνονται μετά από αίτηση στην Κεντρική Γραμματεία ή σε οποιοδήποτε μέλος της Ευρωπαϊκής Επιτροπής Τυποποίησης.

Αυτό το Ευρωπαϊκό Πρότυπο υπάρχει σε τρεις επίσημες εκδόσεις (Αγγλικά, Γαλλικά, Γερμανικά). Μια έκδοση σε οποιαδήποτε άλλη γλώσσα μετά από μετάφραση υπό την ευθύνη ενός μέλους της Ευρωπαϊκής Επιτροπής Τυποποίησης στη δική του γλώσσα και κοινοποιηθείσα στην Κεντρική Γραμματεία έχει την ίδια ισχύ με τις επίσημες εκδόσεις.

Τα μέλη της Ευρωπαϊκής Επιτροπής Τυποποίησης είναι οι φορείς των Εθνικών Προτύπων της Αυστρίας, του Βελγίου, της Δημοκρατίας της Τσεχίας, της Δανίας, Φιλανδίας, Γαλλίας, Γερμανίας, Ελλάδας, Ισλανδίας, Ιρλανδίας, Ιταλίας, Ολλανδίας, Νορβηγίας, Πορτογαλίας, Ισπανίας, Σουηδίας, Ελβετίας και του Ηνωμένου Βασιλείου.

CEN

Ευρωπαϊκή Επιτροπή Τυποποίησης

Κεντρική Γραμματεία : Stassart 36, B-1050 Βρυξέλλες

Πρόλογος

Αυτό το Ευρωπαϊκό Πρότυπο έχει προετοιμαστεί από την Τεχνική Επιτροπή CEN/TC 158, Προστασία Κεφαλής, η γραμματεία της οποίας κατέχεται από το Ινστιτούτο Βρετανικών Προτύπων (British Standards Institution-BSI).

Αυτό το Ευρωπαϊκό Πρότυπο πρέπει να έχει ισχύ Εθνικού Προτύπου, είτε μέσω έκδοσης πανομοιότυπου κειμένου είτε μέσω έγκρισης, το αργότερο μέχρι το Σεπτέμβριο του 2000, και αντικρουόμενα εθνικά πρότυπα πρέπει να αποσυρθούν το αργότερο μέχρι το Σεπτέμβριο του 2000.

Αυτό το Ευρωπαϊκό Πρότυπο έχει προετοιμαστεί μετά από εντολή στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή Τυποποίησης από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή και την Ευρωπαϊκή Ζώνη Ελεύθερων Συναλλαγών (European Free Trade Association) και υποστηρίζει τις απαραίτητες απαιτήσεις της ευρωπαϊκής οδηγίας.

Σύμφωνα με τους CEN/CENELEC Εσωτερικούς Κανονισμούς, οι οργανισμοί εθνικών προτύπων των ακόλουθων χωρών υπόκεινται στην εφαρμογή αυτού του Ευρωπαϊκού Προτύπου : Αυστρία, Βέλγιο, Δημοκρατία της Τσεχίας, Δανία, Φιλανδία, Γαλλία, Γερμανία, Ελλάδα, Ισλανδία, Ιρλανδία, Ιταλία, Λουξεμβούργο, Ολλανδία, Νορβηγία, Πορτογαλία, Ισπανία, Σουηδία, Ελβετία και Ηνωμένο Βασίλειο.

Αυτό το Ευρωπαϊκό Πρότυπο είναι το δεύτερο μέρος του EN 13087, που

υποστηρίζει τις απαιτούμενες απαιτήσεις της ευρωπαϊκής οδηγίας και αποτελείται από τα ακόλουθα δέκα μέρη :

1. Συνθήκες και Συνθηκοποίηση
2. Απορρόφηση Κραδασμών
3. Αντίσταση στη διαπέραση
4. Διατήρηση της Αποτελεσματικότητας του Συστήματος
5. Διατήρηση της Δύναμης του Συστήματος
6. Πεδίο Ορατότητας
7. Αντίσταση στη φωτιά
8. Ηλεκτρικές Ιδιότητες
9. Μηχανική στιβαρότητα
10. Αντίσταση στη θερμική ακτινοβολία

Περιεχόμενα

Πρόλογος

Εισαγωγή

1. Σκοπός
2. Σχετικά Πρότυπα
3. Όροι και Ορισμοί
4. Προαπαιτούμενα
5. Μέθοδοι Ελέγχου
 - 5.1. Γενικά
 - 5.2. Μέθοδος Πίπτουσας Μάζας
 - 5.3. Μέθοδος Πίπτουσας Κεφαλής

Εισαγωγή

Αυτό το πρότυπο έχει το ρόλο του συμπληρώματος στις ειδικές προδιαγραφές των προϊόντων για προστατευτικά κράνη (προδιαγραφές κρανών). Αυτή η μέθοδος ή άλλες μέθοδοι ελέγχου μπορούν να εφαρμοστούν σε ολόκληρα κράνη ή σε μέρη τους και να αναφερθούν στις κατάλληλες προδιαγραφές κρανών.

Απαιτήσεις επιδόσεων δίνονται στις κατάλληλες προδιαγραφές κρανών και είναι τέτοιο προαπαιτούμενο όπως ο αριθμός των δειγμάτων, οι συνθήκες, η προετοιμασία των δειγμάτων για τον έλεγχο, η ακολουθία και η διάρκεια των ελέγχων και η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων. Αν είναι απαραίτητες τυχούσες διαφοροποιήσεις από τη μέθοδο ελέγχου που δίνεται στο εν λόγω πρότυπο, τότε αυτές πρέπει να αναφέρονται στις κατάλληλες προδιαγραφές του κράνους.

1. Σκοπός

Το Ευρωπαϊκό Πρότυπο περιγράφει τις μεθόδους ελέγχου για τα προστατευτικά κράνη. Ο σκοπός αυτών των ελέγχων είναι να πραγματοποιηθεί αξιολόγηση της επίδοσης του κράνους, όπως αυτή αναφέρεται στις προδιαγραφές του. Αυτό το Ευρωπαϊκό Πρότυπο αναλύει τη μέθοδο για τον προσδιορισμό της απορρόφησης κραδασμών.

2. Σχετικά Πρότυπα

Αυτό το Ευρωπαϊκό Πρότυπο ενσωματώνει, με χρονολογημένη αναφορά ή αχρονολογητή, διατάξεις από άλλες δημοσιεύσεις. Αυτά τα

σχετικά πρότυπα εντοπίζονται σε κατάλληλα σημεία του κειμένου και οι δημοσιεύσεις αυτές αναφέρονται στη συνέχεια. Για χρονολογημένες αναφορές, μεταγενέστερες τροποποιήσεις, ή αναθεωρήσεις αυτών των δημοσιεύσεων εφαρμόζονται σε αυτό το Ευρωπαϊκό Πρότυπο μόνο όταν ενσωματώνονται σε αυτό μέσω μιας τροποποίησης ή αναθεώρησης. Για μη χρονολογημένες αναφορές η τελευταία έκδοση της δημοσίευσης αναφέρεται στις παρακάτω εφαρμογές (συμπεριλαμβανομένων τροποποιήσεων).

EN 960:1994, Κεφαλή για χρήση σε έλεγχο προστατευτικού κράνους.

EN 13087-1, Προστατευτικά κράνη-Μέθοδοι Ελέγχου-Μέρος 1^ο: Συνθήκες και Συνθηκοποίηση.

ISO 6487, Οχήματα δρόμου-Μετρητικές τεχνικές σε κρουστικές μεθόδους.

3. Όροι και Ορισμοί

Για τους σκοπούς αυτού του Ευρωπαϊκού Προτύπου, οι όροι και οι ορισμοί που χρησιμοποιούνται σε αυτό μπορούν να βρεθούν στις κατάλληλες προδιαγραφές του κράνους.

4. Προαπαιτούμενα

Για να εφαρμοστεί το Ευρωπαϊκό Πρότυπο πρέπει τουλάχιστον οι επόμενες παράμετροι να καθοριστούν στις κατάλληλες προδιαγραφές του κράνους :

- a) Απαιτήσεις επιδόσεων
- b) Αριθμός δειγμάτων
- c) Προετοιμασία δειγμάτων

- d) Καθορισμός συνθηκών
- e) Ακολουθία μεθόδων
- f) Εκλογή μεθόδου ελέγχου- 7 ή 8
- g) Μέγεθος κρανών
- h) Τύπος πίπτουσας μάζας ή αμοιονιού
- i) Οδηγίες συναρμολόγησης και πρόσδεσης
- j) Αριθμός και περιοχή των σημείων επαφής πάνω στο κράνος
- k) Για κάθε δοκιμή, η ενέργεια κρούσης για τη μέθοδο πίπτουσας μάζας ή η ταχύτητα κρούσης του κράνους για τη μέθοδο πίπτουσας κεφαλής

5. Μέθοδοι Ελέγχου

5.1. Γενικά

Οι μέθοδοι ελέγχου πρέπει να λάβουν χώρα σε περιβαλλοντικές συνθήκες που ορίζονται στο πρότυπο EN 13087-1. Όταν η μέθοδος υποδεικνύει την πρόσδεση του ποδηλατικού κράνους πάνω σε ένα ομοίωμα κεφαλής, αυτό θα πρέπει να γίνεται με βάση τις προδιαγραφές του κατασκευαστή για το κράνος.

5.2. Μέθοδος Πίπτουσας Μάζας

5.2.1. Αρχή

Μία πίπτουσα μάζα επιτρέπεται να πέσει πάνω στο ποδηλατικό κράνος, το οποίο είναι προσδεμένο πάνω σε ένα άκαμπτα τοποθετημένο ομοίωμα κεφαλής. Η μεταφερόμενη δύναμη από τη μάζα στο κράνος καταγράφεται.

5.2.2. Εξοπλισμός

5.2.2.1. Βάση

Η βάση πρέπει να είναι στερεή, κατασκευασμένη από ατσάλι ή από συνδυασμό ατσαλιού και σκυροδέματος και να έχει μάζα όχι λιγότερο από 500 kg. Τουλάχιστον τα άνω 25 mm της βάσης πρέπει να περιέχουν ατσάλι, το οποίο πρέπει να είναι σταθερά τοποθετημένο πάνω στο σκυρόδεμα, αν αυτό υφίσταται. Κανένα μέρος της βάσης ή της κεφαλής δεν πρέπει να έχει μια συχνότητα συντονισμού ικανή να επηρεάσει τις μετρήσεις.

5.2.2.2. Μεγέθη Κρανών

Τα μεγέθη πρέπει να επιλεγούν από τα Α, Ε, J, Μ και Ο. Επίσης, όταν τοποθετούνται πάνω στο ομοίωμα θα πρέπει να ευθυγραμμίζονται ούτως ώστε ο κατακόρυφος άξονας να περνά από την πίπτουσα μάζα, το κράνος και την κεφαλή.

5.2.2.3. Πίπτουσα Μάζα

Ορίζονται δύο τύποι πίπτουσας μάζας, ένας επίπεδος και ένας ημισφαιρικός. Η πίπτουσα μάζα πρέπει να έχει μάζα (70 ± 0.5) kg.

Η επίπεδη πίπτουσα μάζα θα πρέπει να έχει ένα πρόσωπο πρόσκρουσης διαμέτρου (10 ± 2) cm. Επίσης, αν δύναται, θα μπορούσε να έχει μια κορυφή με ακτίνα μέχρι 2 mm.

Η ημισφαιρική πίπτουσα μάζα θα πρέπει να έχει ένα ημισφαιρικό πρόσωπο πρόσκρουσης με ακτίνα (50 ± 1) mm.

5.2.2.4. Σύστημα Καθοδήγησης

Πρέπει να παρέχονται μέσα για την πίπτουσα μάζα για να πέφτει είτε

ελεύθερα είτε ελεγχόμενα. Το σύστημα καθοδήγησης θα πρέπει να είναι τέτοιο ώστε να βεβαιώνεται ότι η πίπτουσα μάζα :

- πέφτει πάνω στο κράνος και την κεφαλή έτσι ώστε ο κατακόρυφος άξονας αυτών να είναι κοινός.
- πέφτει πάνω στο επιθυμητό σημείο πρόσκρουσης με ταχύτητα όχι μικρότερη από το 95% αυτής που θα είχε θεωρητικά αν έκανε ελεύθερη πτώση.

5.2.2.5. Μετρητικά Μέσα ταχύτητας πρόσκρουσης

Εξαιρούμενης της περίπτωσης της ελεύθερης πτώσης, πρέπει να παρέχονται μέσα για να μετράται η ταχύτητα πρόσκρουσης της πίπτουσας μάζας σε απόσταση όχι μεγαλύτερη από 60 mm, με ακρίβεια $\pm 1\%$.

5.2.3. Διαδικασία

Τοποθετείστε και εφαρμόστε το ποδηλατικό κράνος πάνω στην κεφαλή με βάση τις υποδείξεις του εκάστοτε κατασκευαστή. Επιτρέψτε στην πίπτουσα μάζα να πέσει πάνω στο κράνος στο επιθυμητό σημείο πρόσκρουσης, που έχετε ορίσει.

Μετά τη διεξαγωγή του πειράματος, αν το ποδηλατικό κράνος επιτρέπει την άμεση επαφή της πίπτουσας μάζας με την κεφαλή, θεωρείστε τη δοκιμή ως αποτυχημένη.

5.2.4. Έκθεση Αποτελεσμάτων

Καταγράψτε και υπολογίστε τη μεγίστη μεταδιδόμενη δύναμη κατά τη διάρκεια της κρούσης.

12 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- i. B. Depreitere, C. Van Lierde, S. Maene and C. Plets. (Jul 1, 2004).Bicycle-related head injury : a study of 86 cases (Άρθρο από το βιβλίο Accident Analysis and Prevention).
- ii. Randal P. Ching, Diane C. Thompson, Robert S. Thompson, Daniel J. Thomas, William C. Chilcott, Frederick P. Rivara.(1996).Damage to bicycle helmets involved with crashes.
- iii. N. J. Mills, A. Gilchrist. (2006). Bicycle Helmet Design.
- iv. Cycle Magazine. (Τεύχος Ιουνίου/Ιουλίου 2005). How helmets work and their limitations.
- v. www.walkolympia.org. Olympia Safe Streets Campaign with support from the Washington Traffic Safety Commission. Bike Safety Basics : Helmet Fit and Adjustment.
- vi. www.helmets.org. Bicycle Helmet Safety Institute.
- vii. www.cyclehelmets.org. Bicycle Helmet Research Foundation.
- viii. www.thinkfirst.org. National Injury Prevention Foundation.
- ix. www.bsigroup.com. British Standards Institution.
- x. www.prowellhelmets.com
- xi. www.abus.com