

TESTAREA MATERIALELOR CU POTENȚIAL ÎN AMORTIZAREA ȘOCURILOR

Ș.I. dr. ing. Daniel Dragoș TRUȘCĂ¹, Ing. Ștefan COJOIANU¹,
Ș.I. dr. ing. Marius Nicolae BABA¹, Conf. univ. dr. ing. Mariana Domnica STANCIU¹

¹ Facultatea de Inginerie Mecanică, Universitatea „Transilvania” din Brașov, , România

REZUMAT. Lucrarea prezintă studiul privind testarea materialelor cu potențial în amortizarea șocurilor. În prima parte a studiului sunt prezentate tipurile de teste omologate pentru testarea căștilor de motocicletă. În partea a doua sunt prezentate metodologia și rezultatele experimentale privind eficiența diminuării impactului asupra craniului a căștilor de protecție a motocicliștilor. În acest sens, s-a utilizat un cap un cap de manechin din silicon fixat în locul impactorului pe mașina de testare la impact. Ulterior, pe capul de manechin a fost fixată casca de protecție, repetându-se testele de impact pe diferite suprafețe (materiale), de la înălțimi definite. Rezultatele au evidențiat faptul că atât casca de protecție, cât și structura suprafeței de impact are un rol foarte important în amortizarea șocurilor.

Cuvinte cheie: test de impact, amortizarea la impact, casca de protecție.

ABSTRACT. The paper presents the study on the testing of materials with potential in shock absorption. In the first part of the study, the types of tests approved for testing motorcycle helmets are presented. In the second part, the methodology and experimental results are presented regarding the effectiveness of reducing the impact on the skull of motorcycle helmets. In this regard, a silicone dummy head fixed in place of the impactor on the impact testing machine was used. Afterwards, the protective helmet was fixed on the dummy head, repeating the impact tests on different surfaces (materials), from defined heights. The results highlighted the fact that both the protective helmet and the structure of the impact surface have a very important role in shock absorption.

Keywords: impact test, shock absorption, protective helmet.

1. IMPORTANȚA CĂȘTILOR DE PROTECȚIE A MOTOCICLIȘTILOR

Cel mai important aspect în viața unui motociclist este siguranța în trafic, aceasta fiind obținută atât prin modul de conducere a motocicletei (viteză) cât și prin echipamentul de protecție de bună calitate. În cazul unui impact, echipamentul de protecție reușește să absoarbă o parte din șoc, oferind astfel o protecție suplimentară a zonelor vulnerabile ca de exemplu: coloana vertebrală, cot, rotulă sau mână. Pe lângă protecția la impact, echipamentul asigură și o protecție sporită la abraziune. În multe cazuri, în urma căzăturii, motociclistul alunecă pe asfalt, putând să se rănească ca urmare a fenomenului de frecare ce apare între piele și calea de rulare sau suprafața de impact. Una dintre cele mai importante componente ale echipamentului de protecție este casca de motociclist care are rolul de a proteja cutiea craniană și în cazul unui impact major. Astfel, casca de protecție a motociclistului oferă protecție la impact, fapt pentru care casca trebuie să își păstreze integritatea în cazul unui accident unde aceasta va suferi un impact puternic. Designul căștii de protecție este astfel conceput încât stratul exterior al căștii este unul foarte rigid, rezistent, rezistând la

șocul inițial, iar stratul interior este unul moale, format din materiale ce se deformează ușor (spumă de polistiren, bureți) cu rolul de a absorbi și atenua energia de impact pentru a evita traumatismele creierului.

Casca oferă protecție la abraziune; în cazul unui accident, asupra căștii de protecție a motociclistului vor apărea forțe de frecare cu asfaltul fiind necesar un strat exterior rigid rezistent. Pe lângă protecția capului de vânt, casca are rolul de a opri obiecte de mici dimensiuni precum pietricele, mici bucați de metal sau chiar insecte, casca având și rolul de protecție la penetrare prin intermediul vizierii. Nu în ultimul rând, casca asigură și o protecție termică atât datorită forțelor de frecare cu asfaltul când stratul exterior al căștii este supus unei temperaturi crescute ce nu trebuie resimțite la nivelul craniului, cât și la temperaturi scăzute. Chiar dacă argumentele prezentate mai sus susțin necesitatea utilizării căștii de protecție, pe lângă nevoia evidentă de siguranță atât conducătorul cât și pasagerul motocicletei este obligat prin lege să poarte cască de protecție omologată. Pentru a fi omologată, o cască de protecție pentru motocicletă trebuie să corespundă unor anumite standarde. În Codul Rutier, la articolul 36 alineatul (2), se prevede: “pe timpul deplasării pe drumurile publice, conducătorii motocicletelor, mopedelor și persoanele transportate pe acestea au obligația să poarte cască de protecție omologată”. Conform articolului 99 din

Codul rutier: „Constituie contravenție și se sancționează cu amendă prevăzută în clasa I de sancțiuni nerespectarea obligației de către conducătorul de motocicletă sau moped de a purta, în timpul deplasării pe drumurile publice, casca de protecție omologată”. Motocicleta fiind definită “autovehicul cu doua roți, cu sau fără ataș, echipat cu un motor care are o capacitate cilindrică mai mare de 50 cm³ și/sau a cărei viteză maximă, prin construcție, depășește 45 km/oră”.

2. STRUCTURA CĂȘTILOR DE PROTECȚIE

Deși există mai multe variante de design al căștilor de protecție, în continuare este prezentată structura generală a unei căști de protecție integrală pentru motociclete de drum lung (Fig. 2.1). *Învelișul exterior* reprezintă partea exterioară, colorată, vizibilă a căștii. Aceasta este realizată de obicei din Kevlar, fibre de carbon, policarbonat, materiale plastice turnate individual sau combinate. Funcția principală este de a proteja capul în cazul unui impact sau abraziune și de a prevenii pătrunderea obiectelor din exterior cum ar fi pietre, insecte etc.



Fig. 2.1. Structura căștilor de protecție
Adaptare după <https://www.motorcyclelegalfoundation.com/types-of-motorcycle-helmets/>

Căptușeala din polistiren se află pe partea interioară a carcasei având rolul de absorbi energia în timpul unui impact, diminuându-i intensitatea astfel încât craniul să resimtă o energie de impact redusă. Aceasta este realizată din spumă EPS (polistiren expandat). Există atât modele de căști cu straturi realizate dintr-un singur tip de spumă (aceeași densitate) cât și modele multistrat ce includ un strat cu densități diferite. *Stratul cu rol de confort* este zona care intră în contact direct cu capul în timpul utilizării. Acesta este alcătuit dintr-o spumă cu celule deschise acoperită cu un al doilea material de pânză, concepută pentru a elimina transpirația și a menține temperatura scăzută. De obicei, este detașabil pentru curățare și este interschimbabil pentru a se potrivi cu diferite forme ale capului. *Curea cu sistem de închidere* este fixată sub

bărbie pentru a menține casca pe cap în timpul deplasării. Este realizat dintr-un material țesut și fixat cu două inele. Curea pentru bărbie ar trebui să permită doar două degete între curea și bărbie atunci când este fixată corespunzător. *Sistemul de ventilație al căștii* are rolul de a menține o temperatură scăzută în interiorul acesteia. Ventilația este mai răspândită pe căștile integrale dar este prezentă pe aproape toate tipurile. Cele mai multe orificii de ventilație au opțiunea de a se deschide și închide pentru diferite condiții meteorologice ceea ce le face o opțiune bună pentru confortul pasagerului. *Viziera* este o caracteristică de siguranță pentru a obtura contactul direct cu diferite particule, insectele, resturi, în timpul rulării motocicletei. Sunt proiectate pentru a fi detașabile. Căștile integrale au *perne pentru obraji* în interior. Sunt detașabile pentru curățare și sunt personalizabile pentru a se potrivi cu diferite forme de cap. Sunt o caracteristică suplimentară de confort similară căptușelii de confort căptușite, menite să ofere o protecție suplimentară feței și să ajute la menținerea căștii pe cap.

3. METODE DE TESTARE ȘI STANDARDE DE SIGURANȚĂ

3.1. METODE DE TESTARE

Testele pentru căști sunt concepute pentru a fi măsurabile și includ o gamă fixă de situații pe care le-ar putea întâlni o cască. Este o măsurare a modului în care o cască reacționează în timpul unui eveniment pentru a proteja creierul motociclistului. Fundația Snell are una dintre cele mai avansate și mai aglomerate instalații de testare a căștilor din lume. Laboratorul de testare a căștilor Snell din California este unul dintre puținele din Statele Unite acreditate conform ISO 17025 de către Asociația Americană pentru Acreditarea Laboratoarelor (A2LA). Înainte ca o cască să poată fi certificată Snell, aceasta este testată în instalația de testare de ultimă generație a Snell. Tehnicienii Snell efectuează o varietate de teste pentru a determina performanța căștii și capacitatea de a rămâne pe cap în diferite condiții de mediu - ambiantă, umedă, căldură, frig. În funcție de aplicație și de standard, fiecare cască trebuie să treacă toate sau unele dintre următoarele teste.

3.1.1. Testul de impact

Acest test implică o serie de șocuri controlate în care o cască este poziționată pe un cap de manechin din metal și apoi scăpată într-o cădere ghidată pe diferite nicovale de testare din oțel care simulează impactul cu suprafețe diferite (Fig. 3.1). Manechinul

TESTAREA MATERIALELOR CU POTENȚIAL ÎN AMORTIZAREA ȘOCURILOR

este echipat cu un accelerometru pentru a măsura forța sau accelerația de vârf G care se măsoară în unități gravitaționale „G”. Energia impactului (înălțimea și masa căderii) sau cât de puternic sunt lovite căștile sunt unice pentru fiecare standard. Cu toate acestea, în orice test valabil, dacă accelerația de vârf transmisă formei capului depășește o anumită valoare de prag (aproximativ 260-300 G, în funcție de standard și de tipul testului), cască este respinsă.



Fig. 3.1. Test de impact

<https://www.motorcycleid.com/articles/helmet-certifications-what-are-differences-among-dot-ece-sharp-snell.html>

3.1.2. Testul de stabilitate a poziției căștii

Cască este montată pe un cap de manechin, din metal, astfel încât să fie îndreptată cu fața în jos la un unghi de 135 de grade, iar curelele și cataramele sunt ajustate pentru a obține o potrivire corespunzătoare. O frânghie este agățată de marginea din spate a căștii și este adusă în față, astfel încât capătul său liber să treacă peste cască și în jos spre podea. Capătul liber al frânghiei are un opritor mecanic cu o greutate de 4 kg sprijinită pe opritor. Greutatea se ridică la o înălțime prescrisă și se aruncă pe opritor. Șocul rezultat plasează o sarcină de rotație pe cască. Cască poate fi deplasată, dar nu trebuie să se rostogolească de pe capul de manechin. Ulterior, capul de manechin cu tot cu cască este rotit la 180 de grade, cască reglată și testată cu funia de sârmă prinsă de marginea din față a căștii. Ca și în primul caz, cască poate fi deplasată, dar nu trebuie să se rostogolească de pe cap (Fig. 3.2).

3.1.3. Testul dinamic de retenție

Cască este așezată pe o formă de cap de manechin, iar bărbia este prinsă sub un dispozitiv care aproximează conturul maxilarului. Cască este încărcată cu o greutate de 23 kg timp de aproximativ un minut. Sistemul de reținere este testat prin îndepărtarea simultană a greutății de 23 kg și aplicarea unei mase de 38 kg într-o cădere bruscă ghidată. Sistemul de reținere eșuează dacă nu poate suporta sarcinile mecanice sau

dacă deformarea (întinderea) instantanee maximă a sistemului de reținere depășește 30 mm. Înălțimile de cădere pentru fronturile cu masa de 38 kg sunt diferite pentru fiecare standard, totuși mecanismul și criteriile de defecțiune sunt similare pentru alte tipuri de accesorii pentru cap.



Fig. 3.2. Test de stabilitate pozițională

<https://www.motorcycleid.com/articles/helmet-certifications-what-are-differences-among-dot-ece-sharp-snell.html>



Fig. 3.3. Testul dinamic de retenție

<https://www.motorcycleid.com/articles/helmet-certifications-what-are-differences-among-dot-ece-sharp-snell.html>

3.1.4. Test de rigiditate a zonei bărbiei

Testul bărbiei se aplică căștilor integrale pentru motociclete de curse sau cu aplicații speciale (Fig. 3.4). Cască este fixată pe o bază rigidă, cu bărbia orientată în sus. O greutate de 5 kg este aruncată printr-o cădere ghidată pentru a lovi porțiunea centrală a bărbiei. Deformarea maximă în jos a bărbiei nu trebuie să depășească distanța menționată.

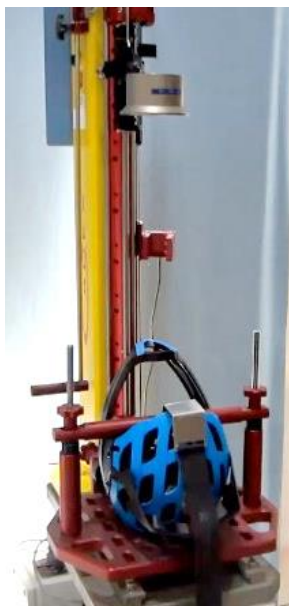


Fig. 3.4. Test de rigiditate a bărbiei
<https://www.motorcycleid.com/articles/helmet-certifications-what-are-differences-among-dot-ece-sharp-snell.html>

3.1.5. Test de penetrare a carcasei

Testul de penetrare a carcasei se aplică pentru motocicletele de curse sau cu aplicații speciale. Casca este fixată pe o bază rigidă. Un impactor cu vârf ascuțit de 3 kg este aruncat într-o cădere ghidată pe cască de la o înălțime prescrisă (Fig. 3.5). Lovitorul de testare nu trebuie să pătrundă în cască și nici măcar să realizeze un contact momentan cu forma capului.



Fig. 3.5. Test de penetrare a carcasei
<https://www.motorcycleid.com/articles/helmet-certifications-what-are-differences-among-dot-ece-sharp-snell.html>

3.1.6. Test de penetrare a vizierii

Testul de penetrare a vizierii se aplică căștilor de motociclete integrale. Ecranul facial este fixat pe cască și împușcat de-a lungul liniei centrale în trei locuri separate cu o pușcă cu aer comprimat folosind o granulă de plumb moale cu forme ascuțite (Fig. 3.6).

Viteza proiectilelor va fi de aproximativ 500 km/h. Proiectilul nu trebuie să pătrundă, iar pentru casca de curse orice deformare rezultată pe interiorul scutului nu trebuie să depășească 2,5 mm.



Fig. 3.6. Test de penetrare a vizierii
<https://www.motorcycleid.com/articles/helmet-certifications-what-are-differences-among-dot-ece-sharp-snell.html>

3.1.7. Test de rezistență la flacără

Testul de rezistență la flacără se aplică numai căștilor de curse cu aplicații speciale. Testul este efectuat folosind o flacără de propan de aproximativ 790 de grade Celsius. (Fig. 3.7) Flacăra este aplicată pe carcasă, garnitură, bărbie și ecran pentru față pentru un număr specificat de secunde, iar orice incendiu rezultat trebuie să se stingă automat într-un timp specificat după îndepărtarea flăcării. Pe parcursul întregului proces, temperatura căptușelii interioare a căștii nu trebuie să depășească 70 de grade Celsius.



Fig. 3.7. Test de rezistență la flacără
<https://www.motorcycleid.com/articles/helmet-certifications-what-are-differences-among-dot-ece-sharp-snell.html>

3.1.8. Test de impact pentru zona bărbiei

Testul de impact pe bărbie se aplică doar unor căști de curse cu aplicații speciale. Casca este plasată într-un suport special care se poate mișca liber în jos de-a lungul firelor de ghidare sau a unei sau mai multor șine rigide pentru a lovi o nicovală plată. Ansamblul cu cască și manechin în forța de cap trebuie lăsat să cadă de-a lungul ghidajelor astfel încât bărbia să lovească nicovala plată. Accelerația șocului la centrul de greutate proiectat al formei capului se măsoară cu ajutorul unui accelerometru triaxial și al unui sistem de înregistrare a datelor. Dacă măsurarea vitezei de impact este

TESTAREA MATERIALELOR CU POTENȚIAL ÎN AMORTIZAREA ȘOCURILOR

de 5,5 m/s sau mai mult și magnitudinea de vârf a accelerației înregistrate a formei capului este de 275 G sau mai mică, se consideră că eșantionul îndeplinește cerințele de încercare.

3.2. STANDARDE DE SIGURANȚĂ

3.2.1. Standardul DOT

(engl. Department of Transportation)

Fiecare producător de căști care își comercializează căștile pentru utilizare rutieră în SUA trebuie să testeze și să autocertifice modelele pe care doresc să le vândă și apoi să aplice permanent emblema „DOT” care semnifică conformitatea cu FMVSS 218.

NHTSA aplică standardul prin achiziționarea de mostre aleatorii ale produsului și trimiterea acestora la un laborator de testare independent pentru a verifica conformitatea.

FMVSS 218 stabilește standarde în trei domenii ale performanței căștii: atenuarea impactului, absorbția de energie; rezistență la penetrare; și, eficacitatea sistemului de închidere. Testul de impact măsoară accelerația unui manechin de forma capului în interiorul căștii atunci când aceasta este aruncat de la o înălțime fixă pe o nicovală sferică și cu suprafață plană. Standardul permite o energie de accelerație de vârf de 400 G (G fiind constanta gravitațională). Testul de penetrare implică scăparea unui percutor de test pe cască de la o înălțime fixă. Lovitorul nu trebuie să pătrundă suficient de adânc pentru a atinge manechinul de forma capului. Testul sistemului de reținere implică plasarea curelelor de reținere ale căștii sub sarcină în tensiune. Pentru acest test sarcina este progresivă; mai întâi se aplică o sarcină de 22,7 kg timp de 30 de secunde, apoi se mărește la 136 kg timp de 120 de secunde, cu măsurarea întinderii sau deplasării unui punct fix pe cureaua de reținere de la vârful căștii.

Eticheta DOT afișată pe spatele căștii trebuie să includă, în ordine de sus în jos:

- *Numele producătorului;*
- *Numărul sau numele modelului;*
- *„DOT” sub numele producătorului;*
- *„FMVSS 218” centrat sub DOT;*
- *Cuvântul „Certificat” sub FMVSS 218.*

3.2.2. Standardul ECE 22.05

(Comisia Economică pentru Europa)

ECE înseamnă „Comisia Economică pentru Europa”, care a fost creată în baza unui acord al Națiunilor Unite în 1958. Partea 22.05 se referă la regulamentul specific în care sunt descrise standardele de testare. Standardul ECE, care este acceptat în 47 de

țări, este similar cu standardul DOT în mai multe moduri, de exemplu: ca și standardul DOT, este necesară vederea periferică printr-un arc de 105° față de linia mediană a căștii. Testarea de absorbție a impactului este efectuată într-o manieră foarte asemănătoare cu standardul DOT, implicând un test de cădere de la o înălțime fixă pe o nicovală de oțel cu un cap montat în interior pentru a măsura energia transmisă. Energia de accelerație maximă la forma capului permisă să treacă testul este de 275 G. Absorbția impactului și forțele de rotație sunt, de asemenea, testate în punctele în care orice suprafețe sau părți ies din carcasa căștii.

Sistemul de reținere este testat cu un test de cădere liberă cu o greutate de 10 kg de la o înălțime de 0,75 m atașată de cureaua de bărbie fixată. Nu este permisă o deplasare mai mare de 35 mm (1,37 in.) a punctului de atașare.

Sistemul de cataramă a curelei de bărbie este, de asemenea, testat pentru alunecare sub sarcină, iar materialul curelei în sine este testat pentru rezistența la abraziune și sarcina de rupere a tensiunii (care nu poate fi mai mică de 3 kN). Există, de asemenea, teste pentru ușurința de eliberare și durabilitatea sistemelor de cataramă cu eliberare rapidă.

Există unele zone în care standardele DOT și ECE diferă, de exemplu: suprafața căștii este testată pentru rezistența la abraziune, dar în acest test standardul de performanță cere ca suprafața căștii fie să se îndepărteze, fie să permită suprafeței de testare să alunece pe lângă cască. Acest lucru este pentru a minimiza cantitatea de forță de răsucire pe care cască ar transmite-o către capul și gâtul purtătorului. Proeminențele de pe cască (blocuri, nituri etc.) nu pot depăși 2 mm.

Un alt test evaluează rigiditatea carcasei căștii prin măsurarea deformației carcasei căștii atunci când se aplică progresiv mai multă sarcină până la 630 Newtoni

Pe lângă aceste zone, ECE 22.05 include performanța pentru viziera pe o cască, dacă aceasta este parte integrantă a căștii. DOT oferă standarde pentru viziere și alte echipamente de protecție a ochilor într-un standard separat, denumit VESC 8 (Comisia de siguranță a echipamentelor pentru vehicule). Standardele ECE nu includ un test pentru rezistența la penetrare.

Standardul ECE include cerințe pentru materiale retroreflectorizante care se pot aplica în anumite țări membre. Spre deosebire de sistemul DOT, în care produsul nu este supus testării de către terți înainte de vânzare, sistemul ECE a necesitat prelevarea de probe în loturi atunci când începe producția, prezentarea a până la 50 de eșantioane de căști/viziere la un laborator desemnat care lucrează pentru guvern care utilizează Standardele ECE conform acordului Națiunilor Unite și verificarea controlului calității în timpul producției în curs.

3.2.2. Standardul Snell (Snell Memorial Foundation M 2010)

Fundația Snell Memorial este o organizație privată, non-profit, înființată în 1957, dedicată îmbunătățirii siguranței căștilor.

Snell depășește abordarea guvernamentală de stabilire a standardelor și este disponibilă pentru a ajuta producătorii în dezvoltarea căștilor, oferind testarea prototipurilor. Odată ce dezvoltarea este finalizată, producătorii care doresc certificare trimit mostre de căști la Snell pentru testare folosind testele standardizate ale Fundației. Dacă casca trece toate testele, va primi certificare conform standardului (denumit în prezent M2010) și producătorul poate eticheta casca ca fiind certificată Snell.

Odată ce un anumit model de design este certificat, acesta nu poate fi modificat în producție. De asemenea, Fundația efectuează teste aleatorii după punerea pe piață pentru a verifica conformitatea continuă. Eșecul în timpul testării aleatorii poate duce la decertificarea căștii.

Certificarea Snell este voluntară și nu este cerută de autoritățile federale sau internaționale, dar poate fi cerută de unele organisme de sancționare a concurenței.

Testarea Snell Foundation evaluează fiecare model de cască în patru domenii și sunt utilizate specificații pentru condiționarea ambientală pre-testare a căștilor.

Ca și în cazul celorlalte două sisteme, este necesară o viziune periferică de 105° de la linia mediană.

Testarea de absorbție a impactului se face în mod similar cu ECE și DOT, folosind un test de cădere liberă de la o înălțime fixă cu o formă de cap în cască pentru a măsura energia de impact transferată în interiorul căștii atunci când este scăpată pe o nicovală fixă.

În testare sunt utilizate cinci forme diferite de nicovală. Energia de accelerație maximă permisă este de 300 G, deși accelerația maximă permisă depinde de test și majoritatea sunt oarecum mai mici.

Înălțimea de la care este lăsată casca variază; viteza atinsă de punctul de impact este cea specificată în specificațiile de testare, variind de la aproximativ cinci până la aproape opt metri pe secundă pentru testele de certificare.

Protecția oferită de carcasa căștii împotriva pătrunderii este testată prin scăparea unui percutor ascuțit de 3 kg pe cască de la o înălțime de 3 m. Casca nu trece testul dacă lovitorul pătrunde în carcasa căștii făcând contact cu forma capului.

Căștile integrale sunt testate pentru rezistența bărbiei prin montarea bărbiei căștii cu fața în sus într-un suport și scăzând o greutate de 5 kg pe punctul de mijloc al bărbiei de la o înălțime fixă și măsurând cantitatea de deformare a impactului. cauze. Deformarea de 60 mm sau mai mult sau defectarea bărbiei care

poate duce la rănirea purtătorului înseamnă eșecul testului.

Stabilitatea pozițională este testată utilizând o greutate de 4 kg atașată la prima margine din spate a căștii printr-un cordon cu casca poziționată și legată corespunzător de o formă de cap orientată în jos la un unghi de 135°, astfel încât atunci când greutatea este eliberată, ar tinde să încerce să disloce casca din poziția corectă pe forma capului. Apoi casca este rotită cu 180°, greutatea este atașată de marginea frontală a deschiderii căștii și testul se repetă. Eșecul are loc dacă casca se rostogolește de pe forma capului.

Sistemul de reținere este testat prin aplicarea mai întâi a unei sarcini de tensiune de 23 kg pe cureaua de bărbie fixată timp de un minut, apoi îndepărtând simultan acea sarcină și imprimând o sarcină de cădere ghidată de 38 kg sistemului de curele închise. Ruperea sau deformarea curelei cu peste 30 mm duce la eșecul testului.

Ecranul facial, dacă este cazul, este testat pentru rezistența la penetrare, fiind împușcat în trei puncte de-a lungul liniei centrale cu o pușcă cu aer comprimat folosind o granulă de plumb ascuțită la o viteză de aproximativ 500 km/h. Pătrunderea scutului înseamnă defecțiune și pentru căștile de curse, orice denivelare ridicată de impactul pe suprafața interioară a scutului nu poate depăși 2,5 mm înălțime.

Rezistența la flacăra este, de asemenea, testată conform standardelor Snell, dar numai pentru anumite tipuri de căști de curse.

Eticheta Snell identifică tipul de aplicație pentru care este certificată casca, folosind coduri de litere:

- *M = motocicletă;*
- *SA = aplicație specială;*
- *SAH = aplicație specială, sistem de tetiere frontală;*
- *K = karting;*
- *CMR = sporturile cu motor pentru copii restricționate;*
- *CMS = standardul sporturilor cu motor pentru copii.*

4. STUDIUL EXPERIMENTAL PRIVIND TESTUL DE IMPACT

Se execută la impactul cu placa tip sandwich, respectiv placa din metal (Fig. 4.1).

Testele au vizat eficiența diminuării impactului asupra craniului a căștilor de protecție a motocicliștilor. În acest sens, s-a utilizat un cap un cap de manechin din silicon din dotarea Laboratorului de Accidentologie a Departamentului de Autovehicule Rutiere. (Fig. 3.2) fixat în locul impactorului pe mașina de

TESTAREA MATERIALELOR CU POTENȚIAL ÎN AMORTIZAREA ȘOCURILOR

testare, cu masa de 7,6 kg, din Dotarea Departamentului de Inginerie Mecanică. Ulterior pe capul de manechin a fost fixată casca de protecție, repetându-se testele de impact pe diferite suprafețe, de la înălțimi definite. Un alt obiectiv al testelor a fost analiza diferitelor materiale utilizate ca absorbitori dinamici, respectiv s-au testat diferite suprafețe de impact cu amortizări dinamice diferite.

4.1. DESCRIEREA METODEI DE TESTARE

Metoda de testare a constat din două etape.

În prima etapă s-a fixat capul de manechin pe suportul culisant al mașinii de impact. În sub învelișul de silicon al capului de manechin a fost montat accelerometrul triaxial prin intermediul căruia se vor achiziționa accelerațiile la impact. Accelerometrul este conectat la placa de achiziție cu ajutorul căreia se vor înregistra datele. În partea inferioară la nivelul soluului se montează pe placa suport, suprafețe de impact din materiale diferite. Pentru testare, s-au stabilit trei înălțimi diferite de impact: 0,5 m; 1 m și 1,5 m. În prealabil capul de manechin a fost cântărit, având 7,6 kg iar casca 1,54 kg.

Testul a constat în căderea liberă a impactorului de la înălțimile stabilite (Fig. 4.1).

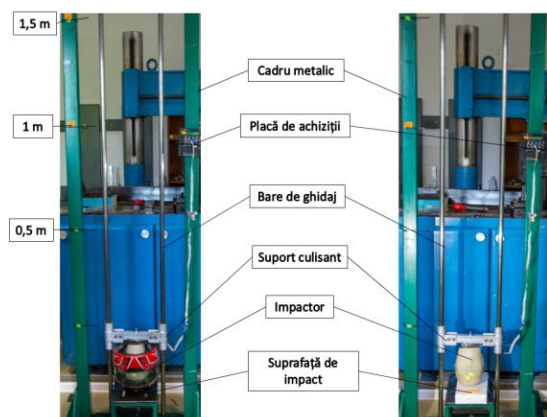


Fig. 4.1. Descrierea standului de testare

În a doua etapă, a fost atașată casca pe capul de manechin, fiind testată de la aceleași

Datele achiziționate au fost vizualizate în softul Pocket daq analyzer, de unde s-au extras semnalele în excel. Acestea au fost prelucrate obținându-se valoarea forței de impact și accelerația în timpul testului pentru toate cazurile.

4.2. TIPURI DE MATERIALE TESTATE

S-au utilizat 5 tipuri de materiale cu diferite proprietăți. Descrierea acestor materiale folosite este prezentată în Tabelul 4.1.

Tabelul 4.1. Tipuri de suprafețe de impact testate

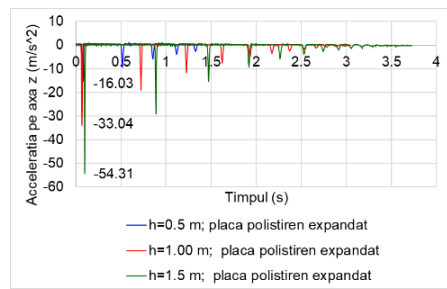
| Denumire material | Fotografie | Înălțime impact | Tip impactor |
|------------------------|------------|-----------------|-------------------------------------|
| Polistiren expandat | | 0,5 m | Cap manechin |
| | | 1 m | |
| | | 1,5 m | |
| Placă tip sandwich | | 0,5 m | Cap manechin / Cap manechin + Cască |
| | | 1 m | |
| | | 1,5 m | |
| Polistiren extrudat | | 0,5 m | Cap manechin |
| | | 1 m | |
| | | 1,5 m | |
| Placă aşchii lemn-lână | | 0,5 m | Cap manechin |
| | | 1 m | |
| | | 1,5 m | |
| Placă aşchii abs | | 0,5 m | Cap manechin |
| | | 1 m | |
| | | 1,5 m | |
| Placă metal | | 0,5 m | Cap manechin + Cască |
| | | 1 m | |
| | | 1,5 m | |

5. REZULTATE ȘI DISCUȚII

Primele teste au constat în căderea capului de manechin de la distanțele de 0.5 m ; 1 m și 1.5 m pe suprafețele de impact: polistiren expandat, placă tip sandwich, polistiren extrudat, placă aşchii lemn-lână, placă aşchii ABS, rezultând următoarele variații ale accelerației în funcție de timp și distanța de impact (Fig. 5.1).

Din Fig. 5.1 rezultă că accelerația crește cu creșterea înălțimii de impact, cea mai mare valoare înregistrându-se pentru cazul impactului de la 1.5 m, cu placa de aşchii de ABS, iar cea mai mică valoare în cazul impactului cu placa de polistiren expandat (54.31 m/s^2). Pe baza calculelor analitice, s-a determinat forța de impact pentru fiecare caz, aceasta având aceeași tendință ca și accelerația.

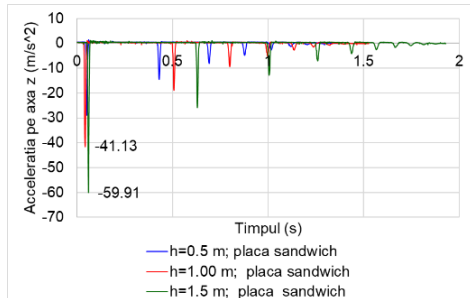
În următoarea etapă s-a urmărit identificarea *diferențelor de accelerație și a forței de impact* în funcție de suprafața de contact în timpul impactului. S-au analizat două cazuri – capul de manechin acoperit cu casca de protecție la impactul cu placa de metal, respectiv capul de manechin acoperit cu casca de protecție la impactul cu placa de tip sandwich (Fig. 5.2).



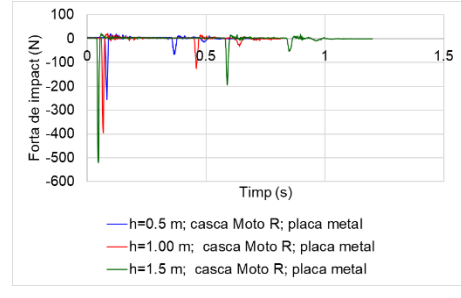
a)



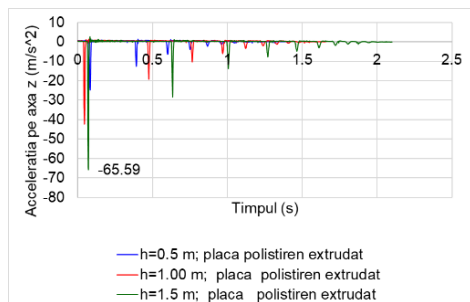
a)



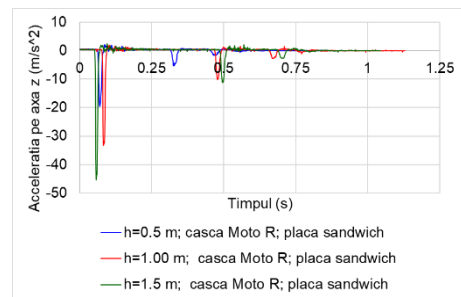
b)



b)



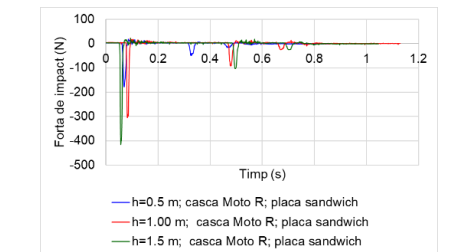
c)



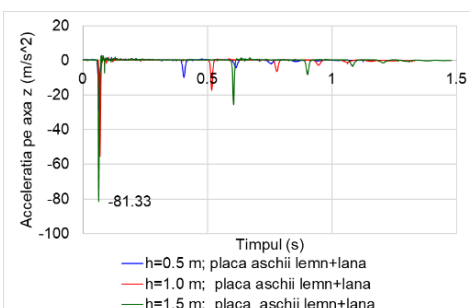
c)



d)



d)



e)

Fig. 5.1. Variația accelerației pentru diferite înălțimi de impact și suprafețe: a) polistiren expandat; b) placa sandwich; c) polistiren extrudat; d) placa așchii ABS; e) placa așchii lemn și lână.

Fig. 5.2. Variația accelerației și a forței de impact pentru cele trei înălțimi de impact, la impactul cu placa de metal (a,b) și placa de tip sandwich (c, d)

S-a observat că atât accelerațiile cât și forțele de impact sunt mai mari la contactul cu placa de metal. Astfel se poate aprecia faptul că suprafața de contact este foarte importantă în energia de impact resimțită la nivelul craniului – în cazul analizat, placa de tip sandwich reduce impactul cu aproximativ 20 - 25% față de placa de metal (Fig. 5.3).

În Fig. 5.4 sunt prezentate graficele comparative privind eficiența utilizării căștii de protecție la impact. Astfel, au fost extrase semnalele de tip accelerație și forță în cazul în care impactorul este capul de manechin și apoi în cazul în care capul de manechin a fost acoperit cu casca de protecție atașată. Suprafața de impact a fost placa tip sandwich.

TESTAREA MATERIALELOR CU POTENȚIAL ÎN AMORTIZAREA ȘOCURILOR

Astfel se dovedește că datorită căștii de protecție rezultă o diminuare a accelerației cu : 48,8 % în cazul impactului de la înălțimea de 0,5 m; 25,1 % în cazul impactului de la înălțimea de 1 m; 31,9 % în cazul impactului de la înălțimea de 1,5 m (Fig. 5.4).

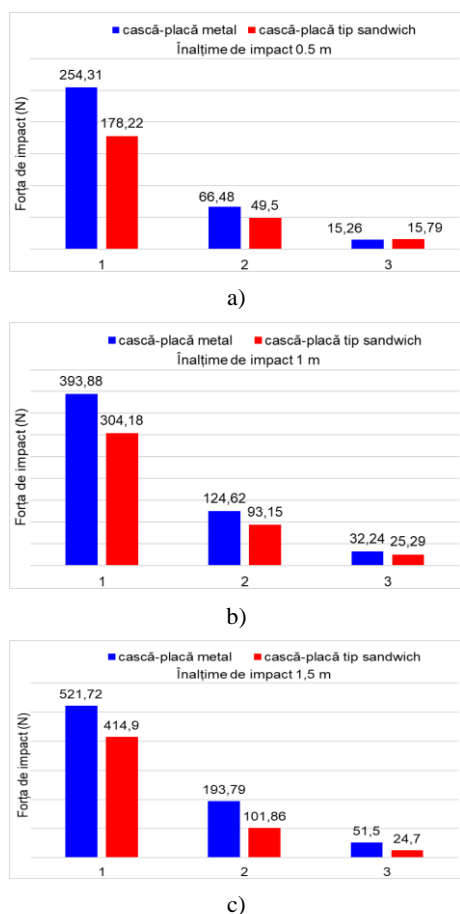


Fig. 5.3. Comparatii privind forța de impact pe suprafețe diferite: a) de la înălțimea de 0.5 m; b) de la înălțimea de 1 m; c) de la înălțimea de 1.5 m

5. CONCLUZII

Casca de protecție are un rol foarte important în acordarea unui plus de protecție în cazul unui accident. Totodată, aceasta își pierde din eficiență după o anumită variație a accelerației.

Conform studiilor din literatura de specialitate conuziile la nivelul craniului apar la o valoare a forței de impact de peste 784 N. În urma impactului căștii cu placa de metal de la înălțimea de 1,5 m s-a înregistrat o forță de impact asupra capului de manechin de 521,7 N rezultând că impactul simulat în experimentul de laborator nu ar produce leziuni fatale.

Se poate constata că accelerația și forța cea mai mare este atinsă de la înălțimea de 1,5 m cu placa din aşchii ABS ca suprafață de impact, cea mai eficientă suprafață de impact fiind placa din polistiren expandat care a redus accelerația și forța cu 72 % .

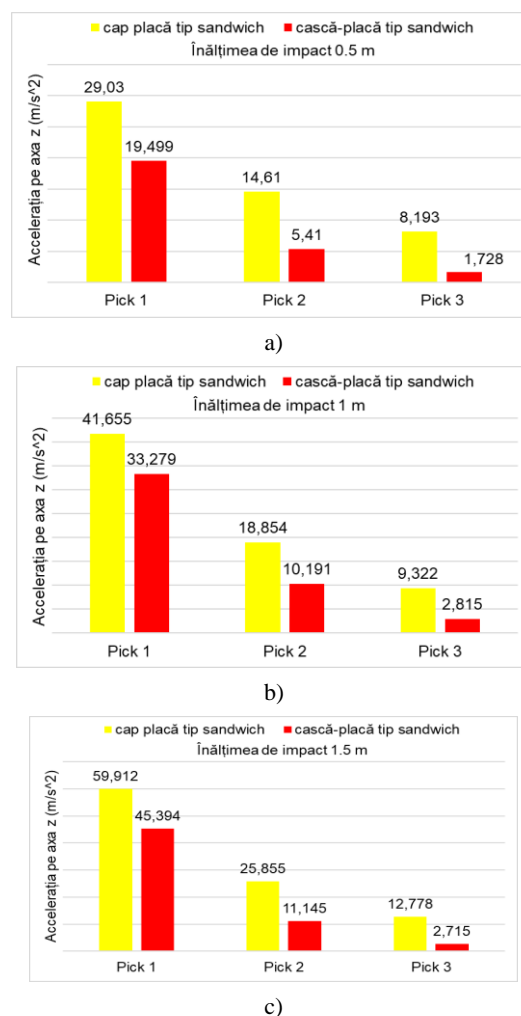


Fig. 5.3. Comparatii privind accelerația de impact în cazul capului de manechin fără cască și cu cască de protecție: a) de la înălțimea de 0.5 m; b) de la înălțimea de 1 m; c) de la înălțimea de 1.5 m

BIBLIOGRAFIE

- [1] Stanciu M. D., Curtu Ioan, Cosereanu C., Lica D. (2015) Soundproofing Performance Evaluation Of Panels Made Of Fibers Of Acrylonitrile Butadiene Styrene Copolymer (ABS), *Procedia Technology*, Volume 19, 2015, Pages 260–267
- [2] Curtu I., Stanciu M.D., Cosereanu C., Vasile O., (2012) Assessment of acoustic properties of biodegradable composite materials with textile inserts, *Materiale Plastice*, 49(1), 2012, p. 68-72
- [3] Drake, A., Haut Donahue, T., Stansloski, M., Fox, K., Whealtes, B. and Donohue S. (2016). Horn and horn core trabecular bone of bighorn sheep rams absorbs impact energy and reduces brain cavity accelerations during high impact ramming of the skull. *Acta Biomater*, Oct 15 (44) 41-50.
- [4] Evans, V. Newton's Laws, G-forces and the impact on the brain. *Australasian Journal of Neuroscience*, Volume 30, Number 1, May 2020
- [5] Lisa Falland-Cheung, J Neil Waddell, Kai C Li, Darryl C Tong and Paul A Brunto. Anatomical head model to measure impact force transfer through the head layers and their displacement. *Journal of Concussion*, Volume 2: 1–10
- [6] Standardul DOT (Department of Transportation)
- [7] Standardul ECE 22.05
- [8] Standardul Snell (Snell Memorial Foundation M 2010)

Despre autori

Ș.I. dr. ing. **Daniel Dragoș TRUȘCĂ**
Universitatea „Transilvania” din Brașov

Cadru didactic la Universitatea „Transilvania” din Brașov, specializarea ingineria transporturilor și a traficului, având ca domenii de interes: reconstrucția accidentelor; transport rutier; dinamica vehiculelor. A realizat numeroase stand-uri de simulare și testare a diferitelor tipuri de accidente, coordonând echipe de studenți la licență și master.

Ing. **Ștefan COJOIANU**
Universitatea „Transilvania” din Brașov

Absolvent în 2022 al Universității „Transilvania” din Brașov, Facultatea de Inginerie Mecanică, programul de studio – inginerie mecanică, cu lucrarea de licență: Determinarea comportării la impact a căștilor de protecție a motocicliștilor (îndrumător științific: Conf. univ. dr. ing. Mariana Domnica STANCIU).

Ș.I. dr. ing. **Marius Nicolae BABA** mariusbaba@unitbv.ro
Universitatea „Transilvania” din Brașov

Cadru didactic la Facultatea de Inginerie Mecanică a Universității „Transilvania” din Brașov, Doctor în domeniul ingineriei mecanice. Domeniile de interes: rezistența materialelor; proiectarea pe baza duratei de viață la solicitări mecanice variabile; teoria elasticității corpurilor izotrope și anizotrope.

Conf. univ. dr. ing. **Mariana Domnica STANCIU** mariana.stanciu@unitbv.ro
Universitatea „Transilvania” din Brașov

Cadru didactic la Facultatea de Inginerie Mecanică a Universității „Transilvania” din Brașov, Doctor în domeniul ingineriei mecanice din 2009, membru AGIR din 2006, membru al Societății Române de Reologie (SRR); membru al Societății Române de Mecanică Tehnică și Aplicată (SRMTA); membru al Societății de Acustică din Europa (EAA); Membru SIAR. Domenii de cercetare: mecanica, dinamica și reologia lemnului și a materialelor compozite lignocelulozice, plasticitatea și elasticitatea materialelor, rezistența materialelor, cercetări teoretice și experimentale. Director de proiect TD 2009, BG2016, PED2020.