

Program PN III

Programul 2 - Creșterea competitivității economiei românești prin cercetare, dezvoltare și inovare,

Contract nr. 44PTE/2020

Casti de protecție echipate cu componente de amortizare din materiale poroase imbibate cu nanofluidе- DAMPCЕL

Etapa de execuție 2022

REZUMATUL ETAPEI III

Etapa a 3-a finală a proiectului prezintă îndeplinirea obiectivului final de fabricare a produsului cască de protecție echipată cu componente de amortizare din materiale poroase imbibate cu nanofluidе ca prototip industrial de serie mică. În sprijinul îndeplinirii acestui scop au fost desfășurate activități experimentale de testare a căștii în condiții de impact cu glonț și cu proiectile cilindrice pe tun cu gaz. Soluțiile tehnologice de fabricație pe bază de lipire membrană de capsulare folosind curenți de înaltă frecvență au fost îmbunătățite alături de celelalte etape tehnologice de umplere și pregătire a pernuțelor poroase. Testarea pe tunul cu gaz a permis o mai bună înțelegere a mecanismului de amortizare în condiții controlate de laborator prin evaluarea forței de impact funcție de energia proiectilului. Testarea în poligon a permis doar o evaluare calitativă a capacității de amortizare prin măsurarea deformației produse de un glonț cal. 7.62mm tras de un pistol tip "TT" la impactul cu o cască clasică (aceste măsurători au fost considerate de referință) și la impactul cu casca cu celule de amortizare.

ACTIVITATEA III.1 Realizarea de experimente pe un număr relevant de căști

În această etapă au fost concentrate testele de evaluare a performanțelor căștilor echipate cu celule de material poros îmbibat cu fluid. Testele au fost planificate astfel încât evaluarea să se facă în două condiții:

- Teste la impact cu glonț
- Teste la impact pe tunul cu gaz

Testele la impact cu glonț au fost realizate în poligon balistic cu pistol pe casca complet echipată și montată pe un surogat de cap special construit în etapa anterioară. Testele de acest permit o evaluare calitativă a performanșelor căștii prin analiza gradului de distrugere a căștii lovite de glonț și a amprente lăsate în plastilină în surogatul de cap.



Fig. 1 Căști echipate pentru testare în condiții de laborator

Pentru evaluarea căștii și în condiții de laborator, au fost realizate teste de impact și tunul cu gaz din dotarea pertenerului P1 (Academia Tehnică Militară). Testele pe tunul Taylor oferă condiții de testare diferite din punctul de vedere al energiei de impact dar similare din punct de vedere al impulsului. Sistemul de lansare al tunului cu gaz permite generarea de viteze de impact de doar până la 30m/s, un interval care depășește nivelul de impuls specific unui glonț 7,62x25 mm tras de pistolul Tokarev TT. Astfel, la o masa a proiectilului de 0,4 kg și o viteză de 7 m/s se atinge un impuls la impact similar cu cel atins de glonțul cal 7,62 mm cu masa de 5,5 grame si viteza de impact de 597 m/s, chiar dacă energia cinetică este cu două ordine de mărime mai mică. Aceste teste sau desfășurat în condiții de laborator și instrumentarea superioară (sistem determinare viteză

proiectil, cameră ultra-rapidă, senzor de presiune pe surogat cap, accelerometru proiectil) a permis o mai bună înțelegere a funcționării mecanismului de amortizare specific materialelor poroase îmbibate atunci când acestea sunt fixate pe suprafețe concave.

Realizarea seriei de căști echipate cu celule de protecție a necesitat îmbunătățirea soluțiilor tehnologice de realizare. La lipirea membranei care capsulează materialul poros uscat (înainte de imbibare) s-a descoperit că discurile poroase tind să se deplaseze din pozițiile corespunzătoare, și presarea completă a matritei asupra ansamblului format din cele două straturi de material plastic („capsulă”) și discurile din material poros s-a dovedit dificilă. Pentru îmbunătățirea lipirii a fost realizată o nouă matriță care de asemenea să nu sigileze complet celulele, astfel încât să faciliteze umplerea lor ulterioară cu fluid prin intermediul unor canale comunicante.

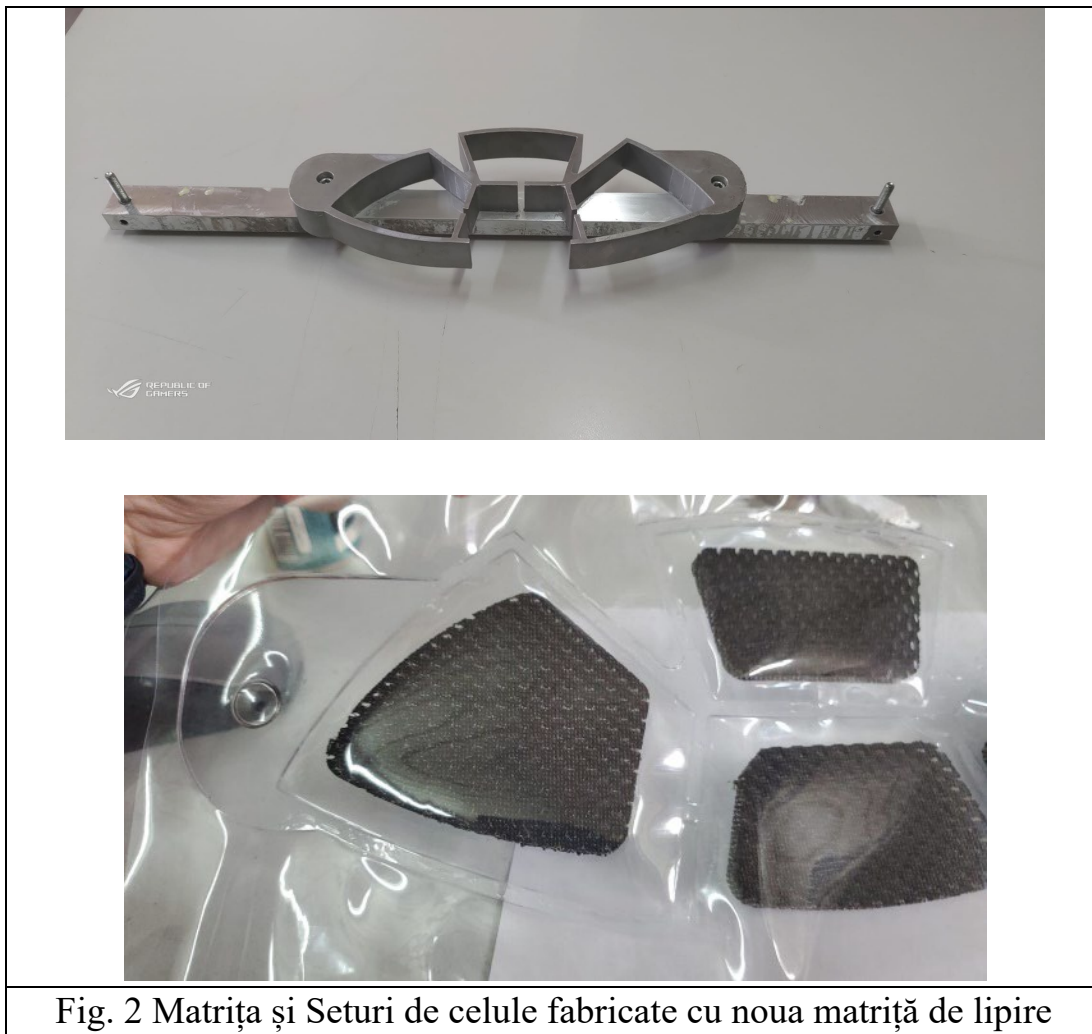


Fig. 2 Matrița și Seturi de celule fabricate cu noua matriță de lipire

Umplerea individuala cu soluție de glicerina s-a făcut cu o seringă de volum mai mare adaptată cu tub lung de umblere (fig.3) care să permită accesul la toate celulele din compunerea unui set. Dupa realizarea umplerii, celula a fost sigilata complet in zona canalelor de umplere folosind același dispozitiv cu ultra-sunete. Umplerea s-a realizat până la un nivel de aprox.75% cu volume de 15ml și 25ml funcție de dimensiunile materialului poros (fig. 4)



Fig. 4 Test de umplere cu fluid a celulelor folosind un tub lung cu diametru mare

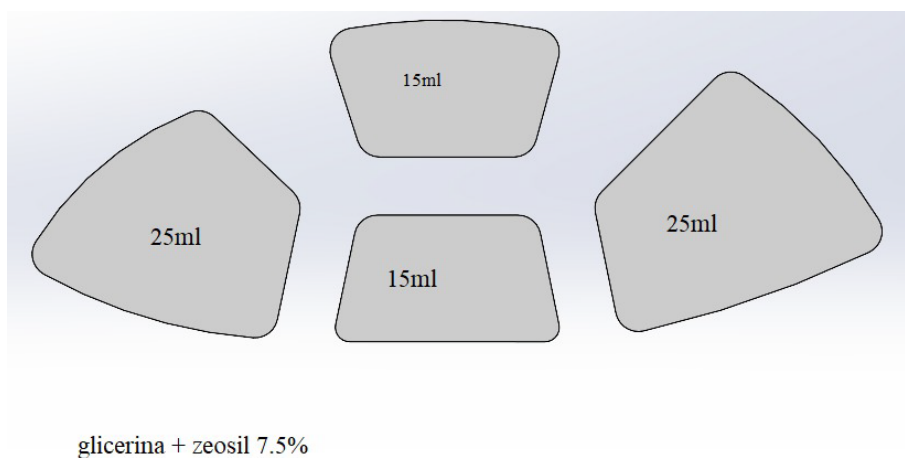


Fig. 5 Diagramă care prezintă nivelul de umplere în celulele constituate a unui set care protejează o emisferă (stanga/dreapta)

Pe lângă testele cu căști echipate cu noul set de celule în laborator s-au efectuat și teste cu sistemul clasic de protecție realizat din bureți și teste pe casca fără nici-un element de protecție montat la interior. Cavitățile surogatului pentru cap uman a fost umplută cu gelatină în concentrație de 10%, Fig. 6.

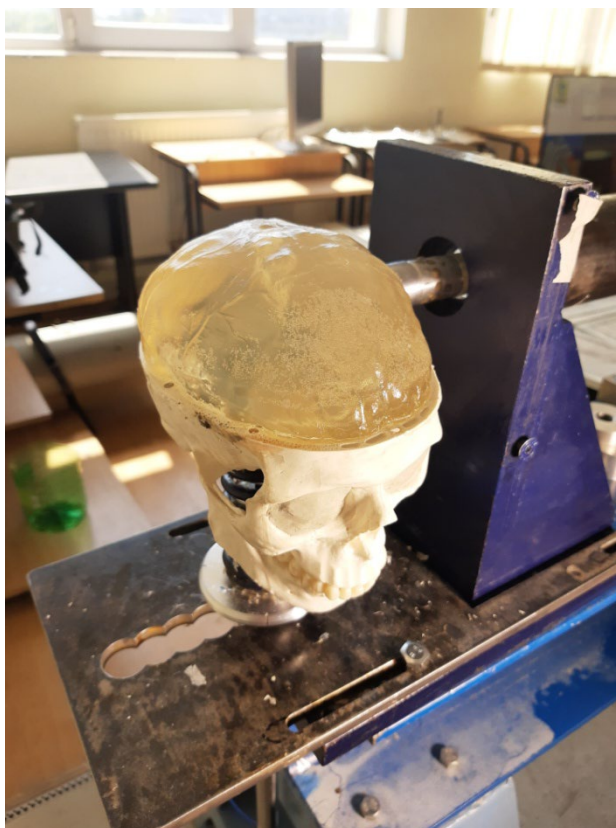


Fig. 6 Gelatină solidificată în vas (sus); Bloc de gelatină turnat după mulajul cutiei craniene al surogatului de cap uman (jos)

Senzorul de presiune PCB SN 31946 s-a montat în interiorul cutiei craniene, în zona de conectare a nervilor din coloana cervicală la creier, cu suprafața sensibilă orientată către în sus, în contact cu gelatina.



Fig. 7 Modul de dipunere al senzorului de presiune vizibil prin blocul de gelatina balistică translucid

Testele de impact s-au efectuat cu surogatul de cap montat în patru poziții distincte:

- Impact frontal;
- Impact lateral stanga;
- Impact lateral dreapta;
- Impact posterior.

Prin încărcarea rezervorului instalației cu o presiune de 1,5 bar s-a urmărit atingerea unei viteze de impact de 14,5 m/s, respectiv un impuls la impact superior celui obținut la impactul cu glonțul 7,62 mm tras cu pistolul Tokarev TT. Vitezele de impact s-au măsurat cu ajutorul camerei de filmate ultrarapide PHOTRON și a softului *Tracker*. Achiziția imaginilor s-a realizat cu o frecvență de 25000 pe

secundă. Decelarea proiectilului la impact s-a măsurat cu accelerometrul PCB SN 69344 montat la baza proiectilului și conectat cu fir prin tubul de protecție din interiorul țevii. În tabelul următor sunt centralizate datele privind configurațiile de testare și vitezele măsurate la impact pentru fiecare test în parte.

Tabel nr. 1 Tabel centralizator cu testele efectuate cu tunul cu aer comprimat

Nr. test.	Poziție surogat cap	Sistem de atenuare a șocului	Viteza de impact
1	Lateral stînga	Capsule îmbibate	14,31 m/s
2	Lateral dreapta	Capsule îmbibate	14,61 m/s
3	Posterior	Capsule îmbibate	14,83 m/s
4	Frontal	Capsule îmbibate	14,99 m/s
5	Lateral stînga	Burete	14,36 m/s
6	Lateral dreapta	Burete	14,09 m/s
7	Posterior	Burete	14,51 m/s
8	Frontal	Burete	13,95 m/s
9	Frontal	-	14,55 m/s
10	Lateral stînga	-	14,16 m/s
11	Lateral dreapta	-	15,28 m/s
12	Posterior	-	13,60 m/s

Pentru determinarea vitezelor de impact s-au încărcat imaginile înregistrate în soft-ul Tracker și s-au parcurs următorii pași:

- S-a definit o frecvență a imaginilor de 25000 de cadre pe secundă
- S-a definit o valoare de referință pentru stabilirea dimensiunilor observate pe imagini (s-a luat ca referință diametrul impactorului cu o valoare de 27 mm)
- S-au definit cel puțin două grupuri de pixeli care au fost urmărite cadru cu cadru automat de către soft
- S-au afișat graficele cu traseele grupurilor de pixeli pe axa X și Y

- S-a calculat viteza de deplasare a fiecărui grup de pixeli prin medierea valorilor înregistrate pentru fiecare cadru în parte (funcție semi-automată a softului)
- S-a calculat viteza de impact prin medierea vitezelor obținute pentru fiecare grup de pixeli.

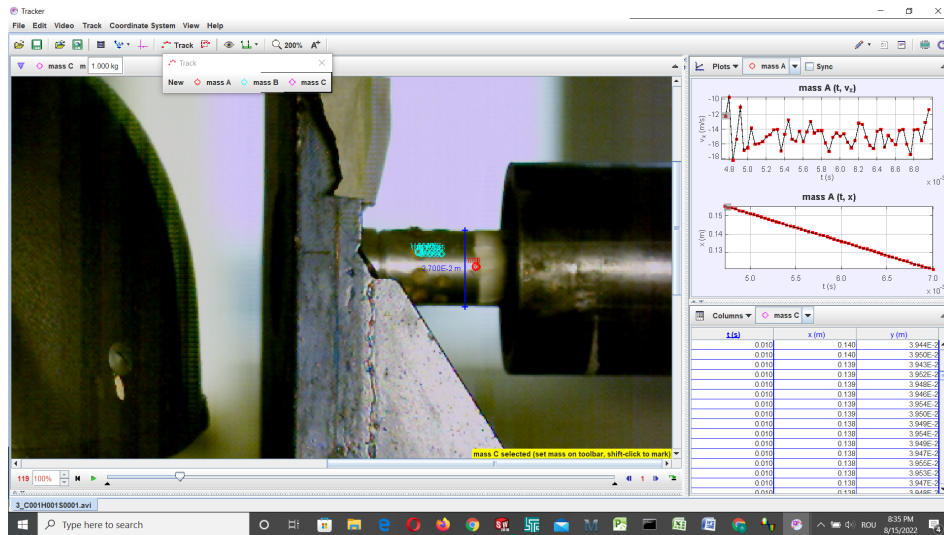


Fig. 8 Captura cu ecranul Tracker folosit pentru calculul vitezelor de impact la testul nr. 3



Fig. 9 Poziționarea surogatului cu casca montată în cele patru poziții

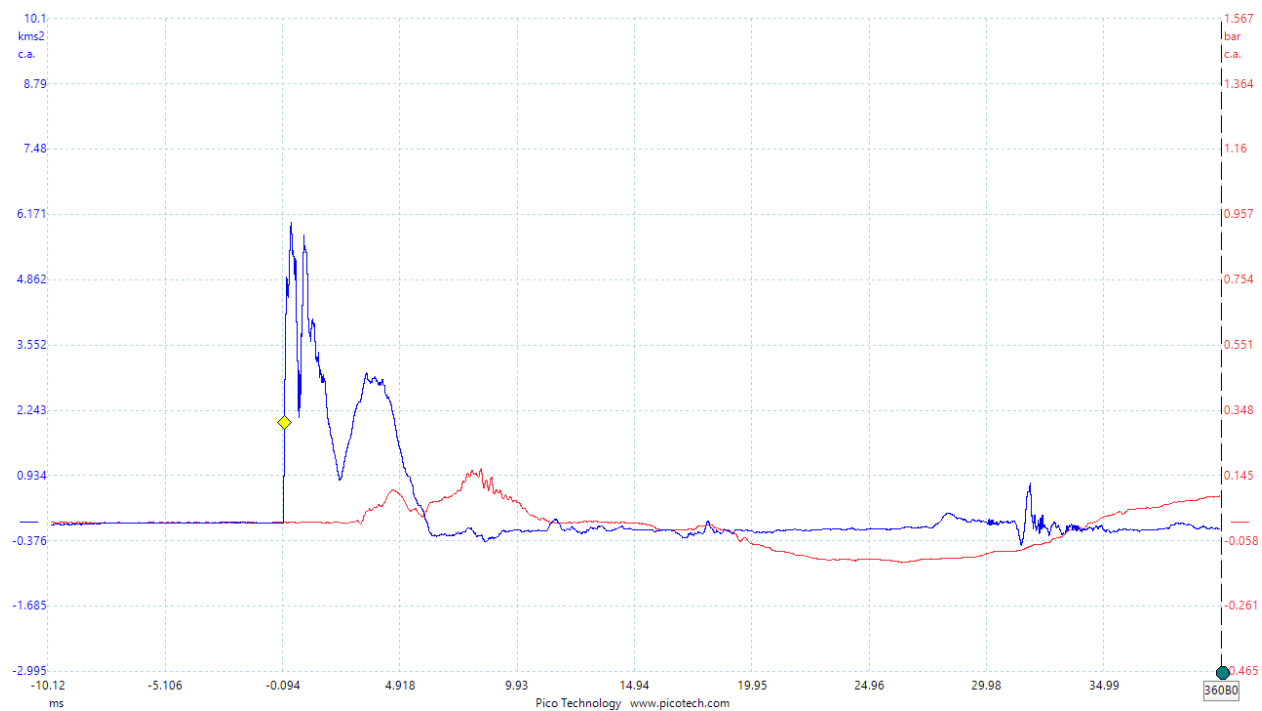


Fig. 10 Semnalul înregistrat de senzori la testul nr. 1

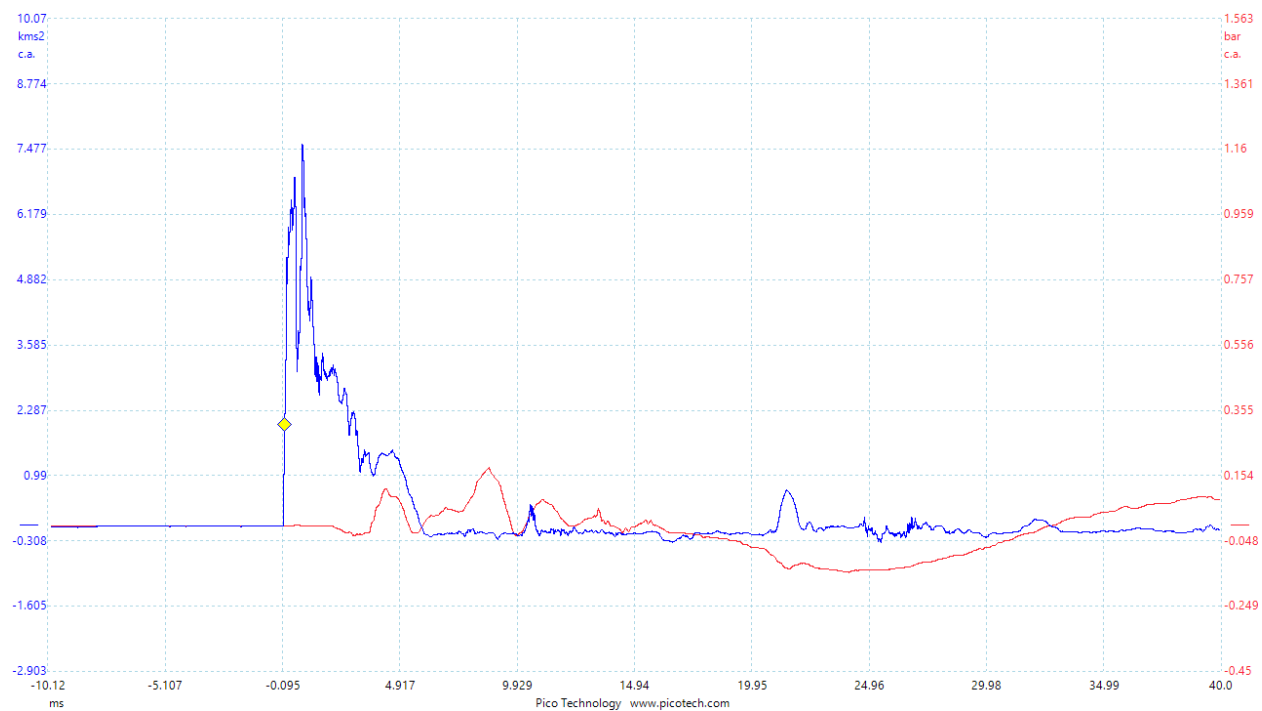


Fig. 11 Semnalul înregistrat de senzori la testul nr. 2

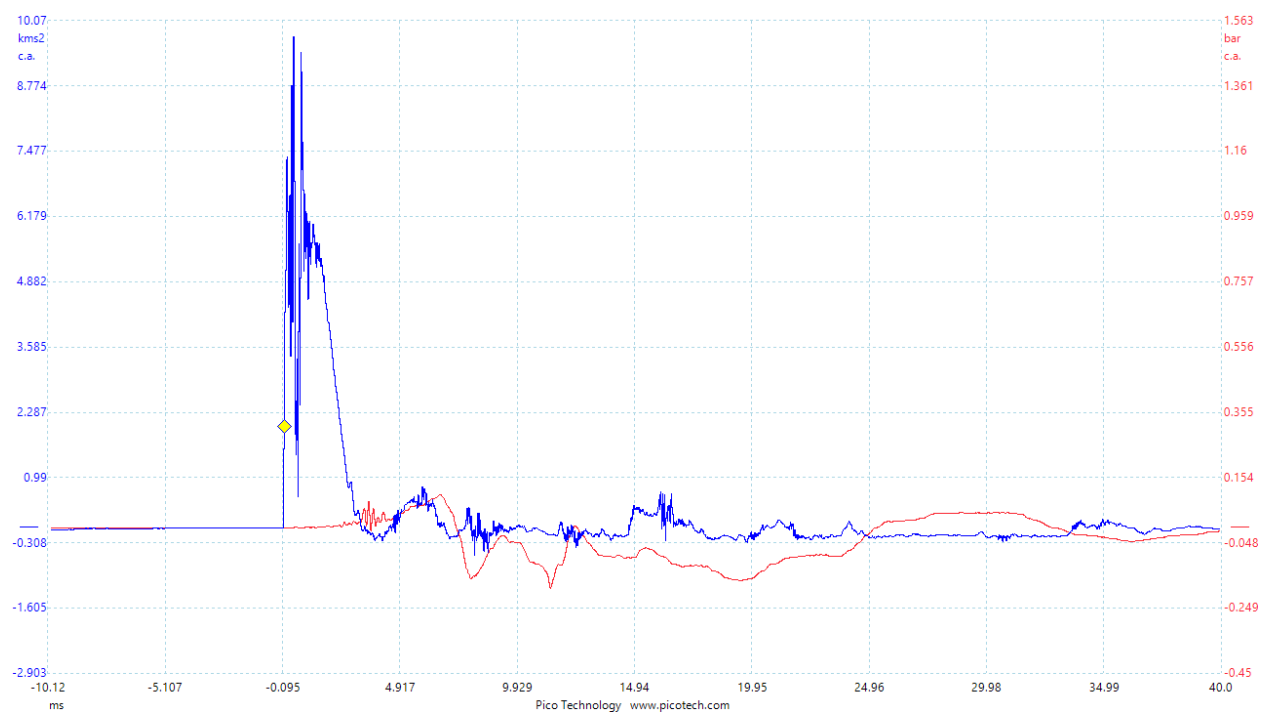


Fig. 12 Semnalul înregistrat de senzori la testul nr. 3

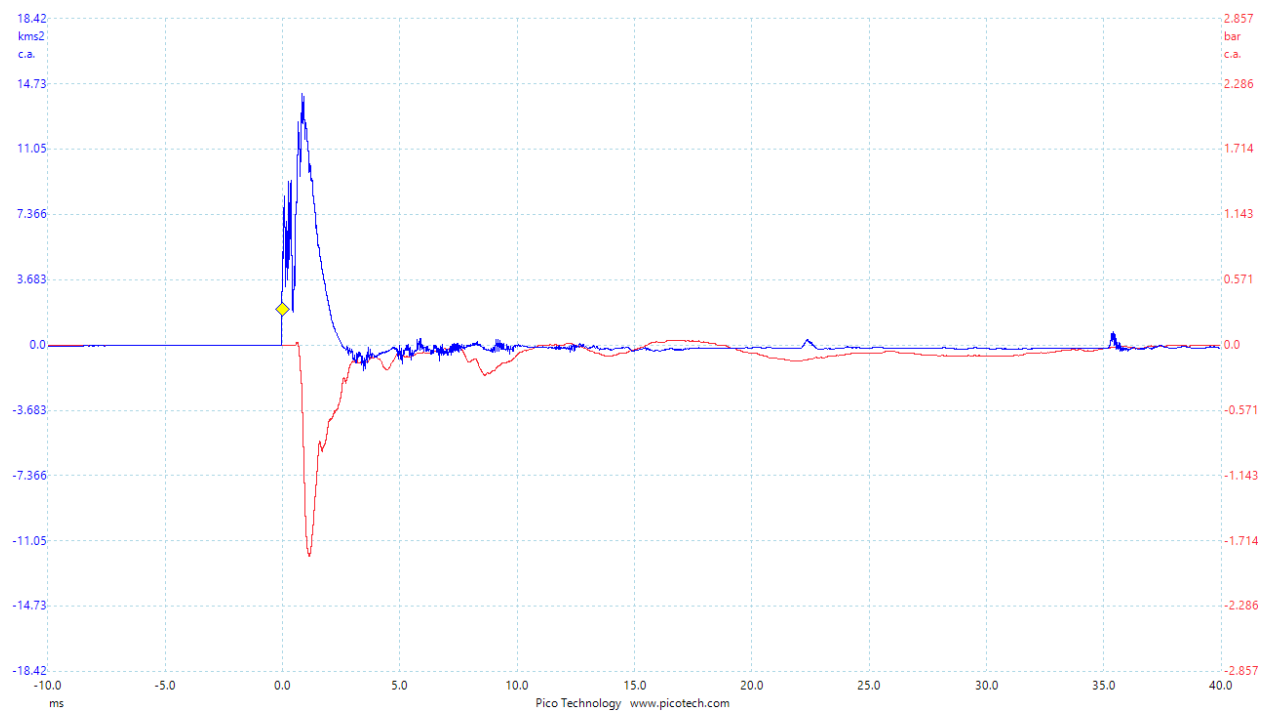


Fig. 13 Semnalul înregistrat de senzori la testul nr. 4



Fig. 14 Semnalul înregistrat de senzori la testul nr. 5

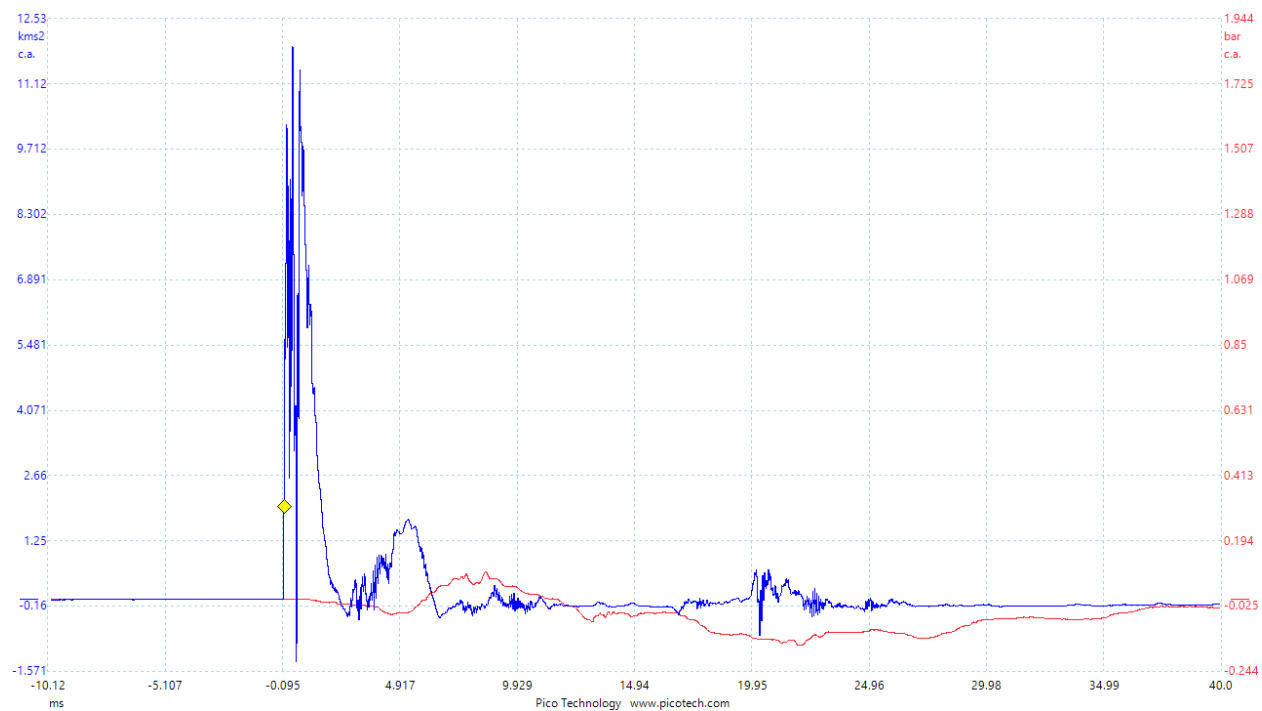


Fig. 15 Semnalul înregistrat de senzori la testul nr. 6

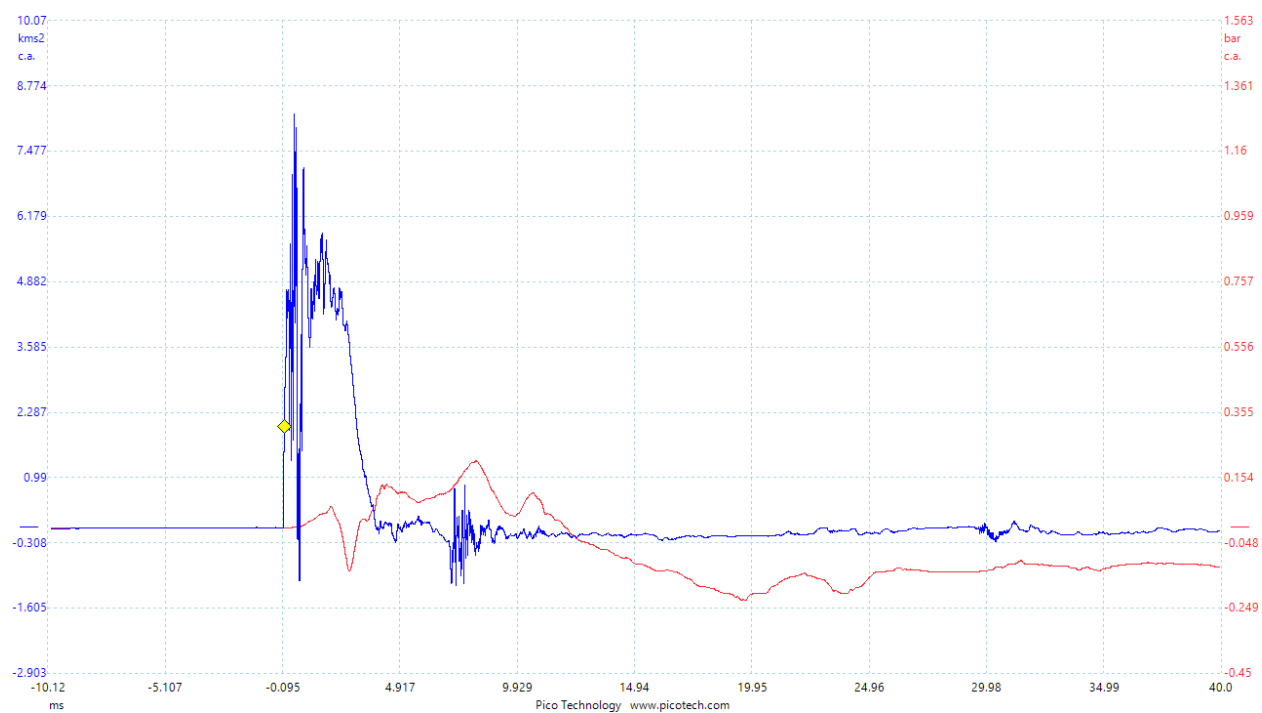


Fig. 16 Semnalul înregistrat de senzori la testul nr. 7

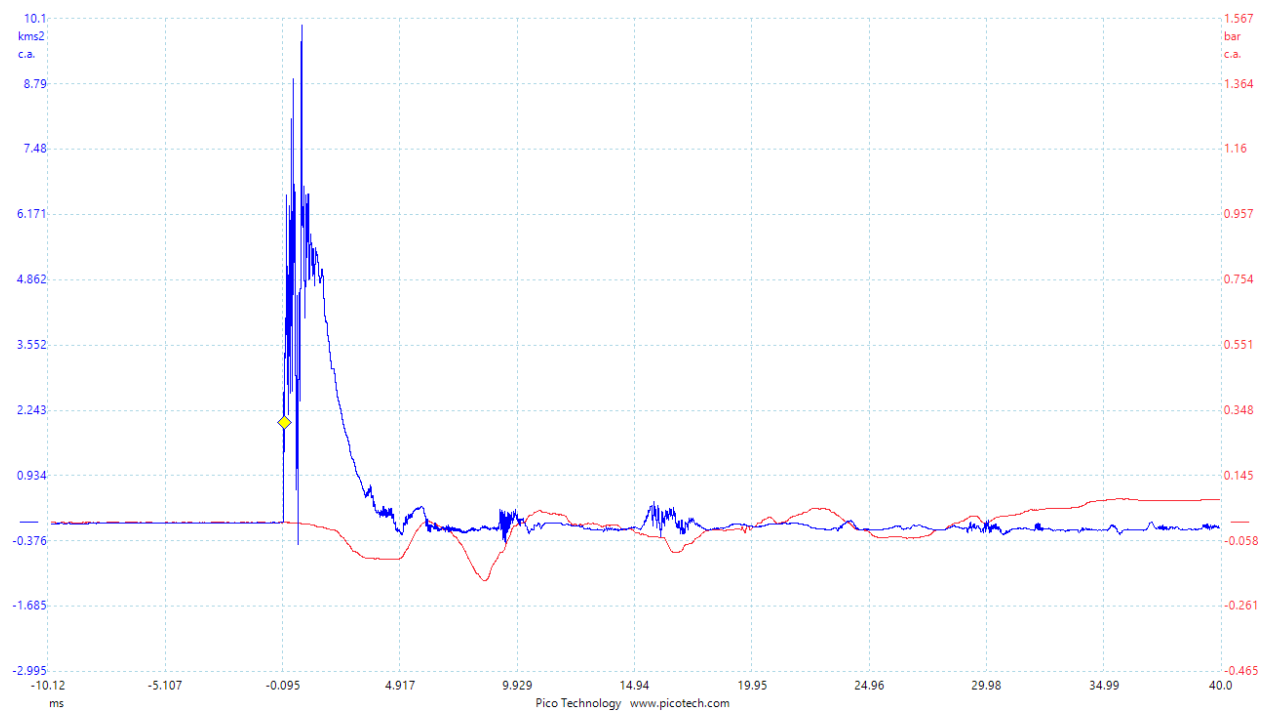


Fig. 17 Semnalul înregistrat de senzori la testul nr. 8

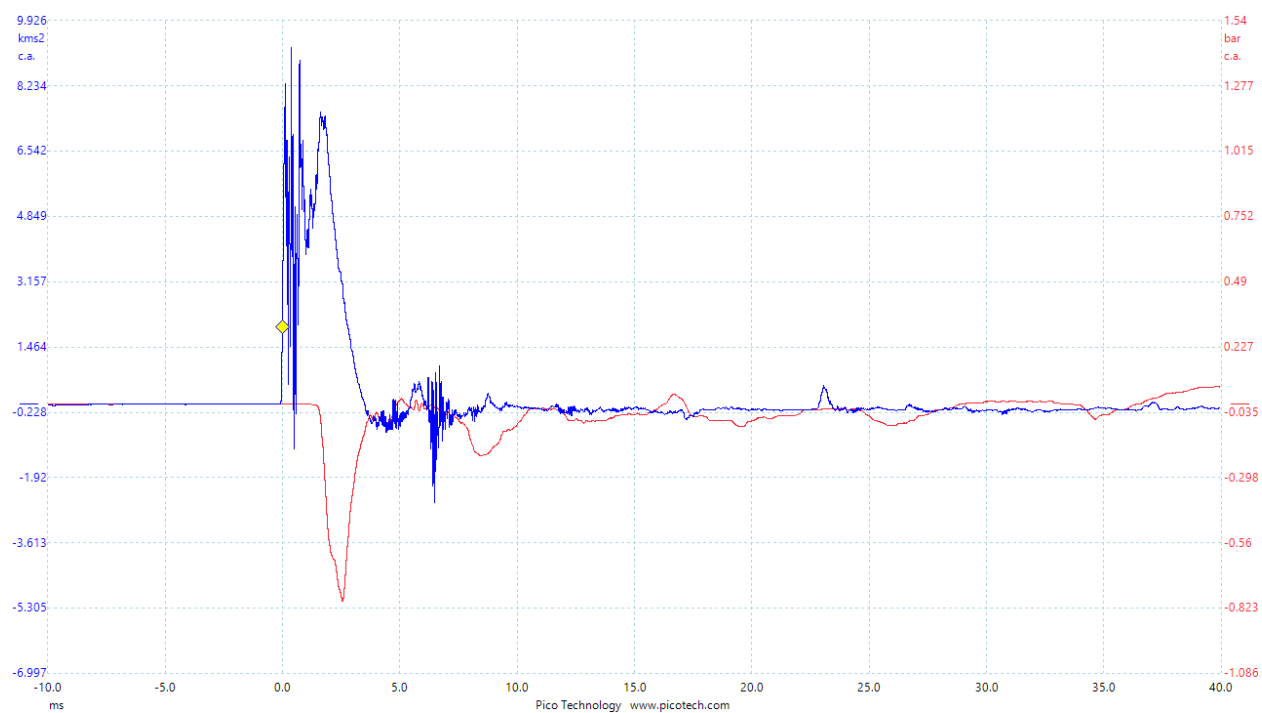


Fig. 18 Semnalul înregistrat de senzori la testul nr. 9

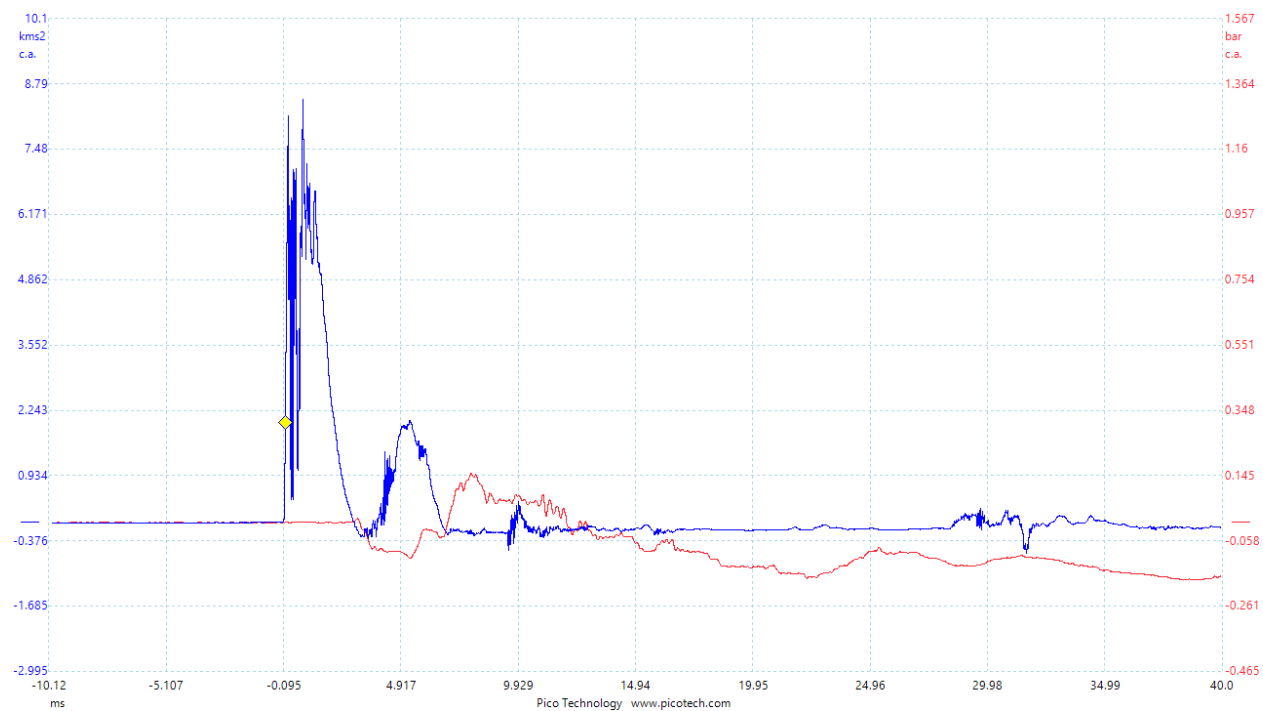


Fig. 19 Semnalul înregistrat de senzori la testul nr. 10

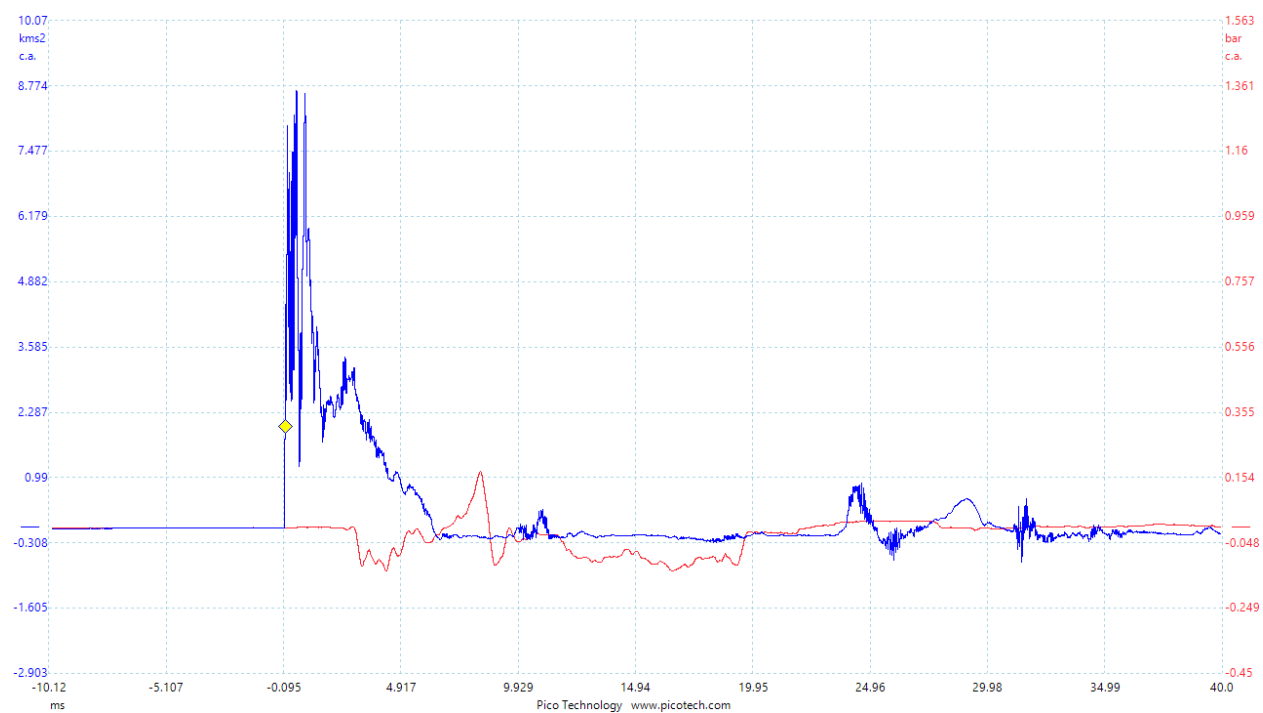


Fig. 20 Semnalul înregistrat de senzori la testul nr. 11

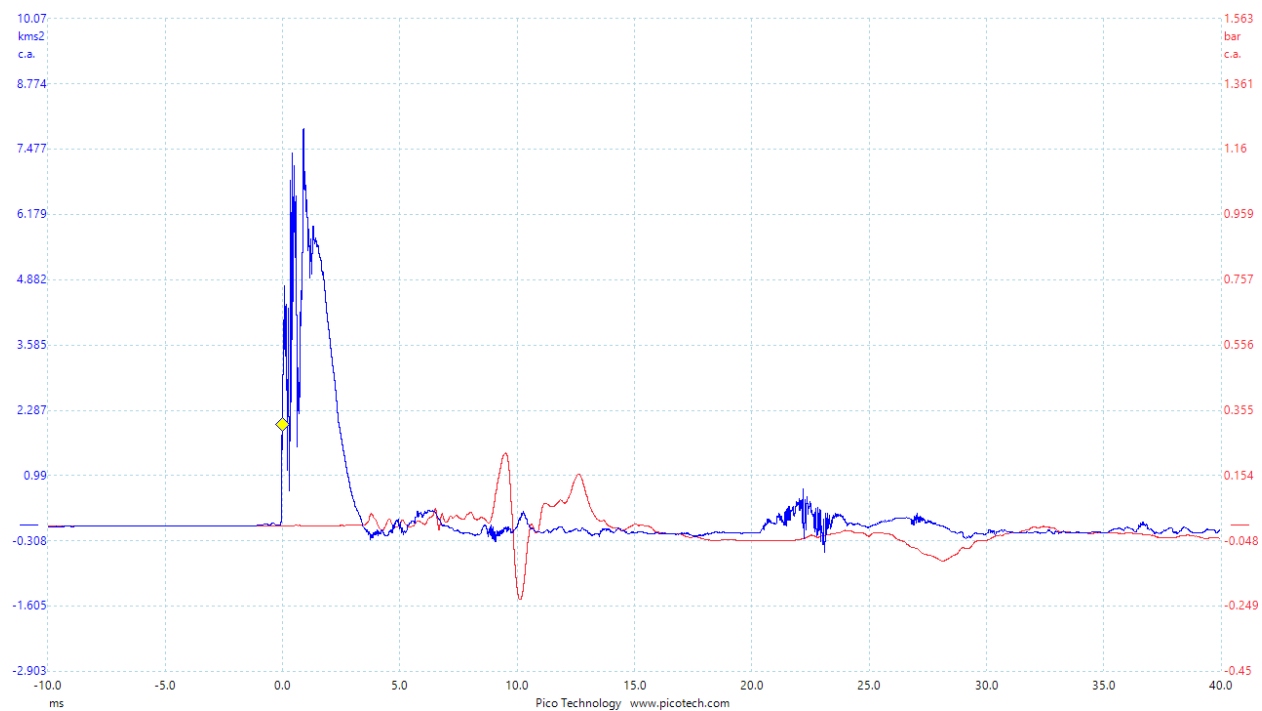
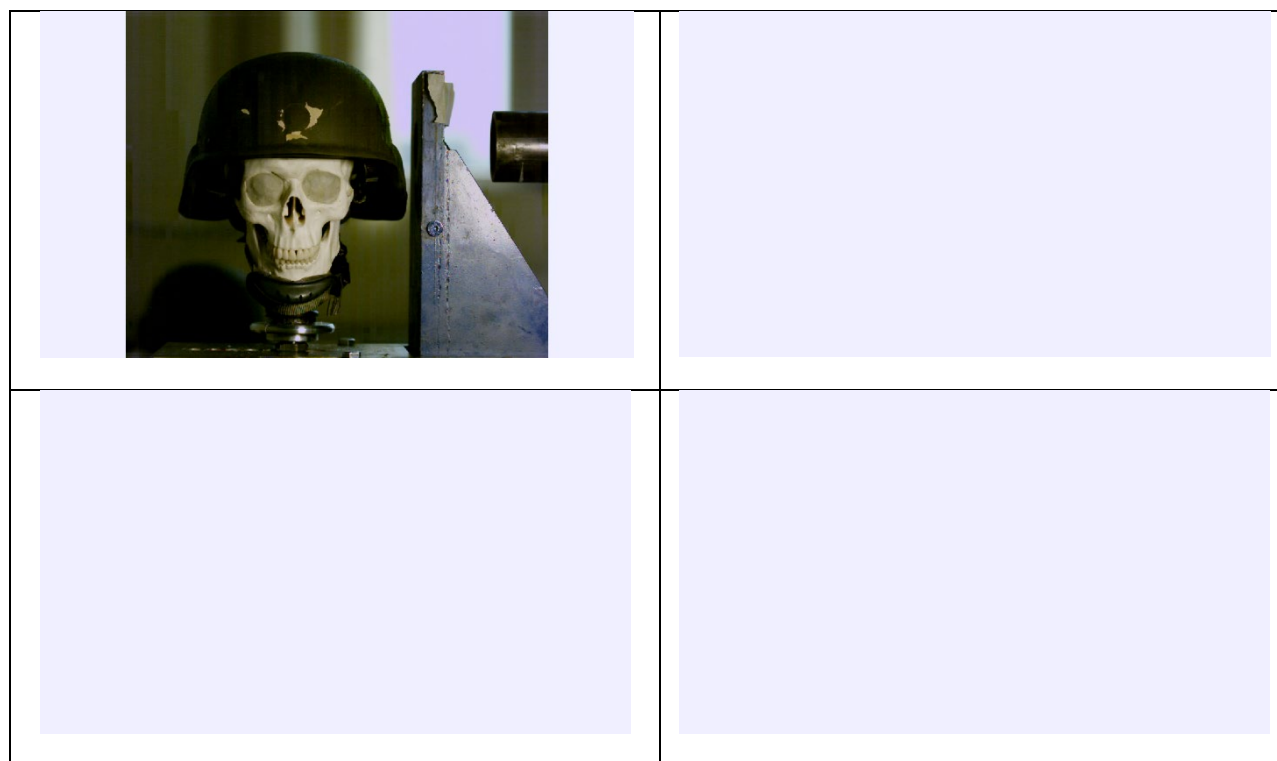


Fig. 21 Semnalul înregistrat de senzori la testul nr. 12



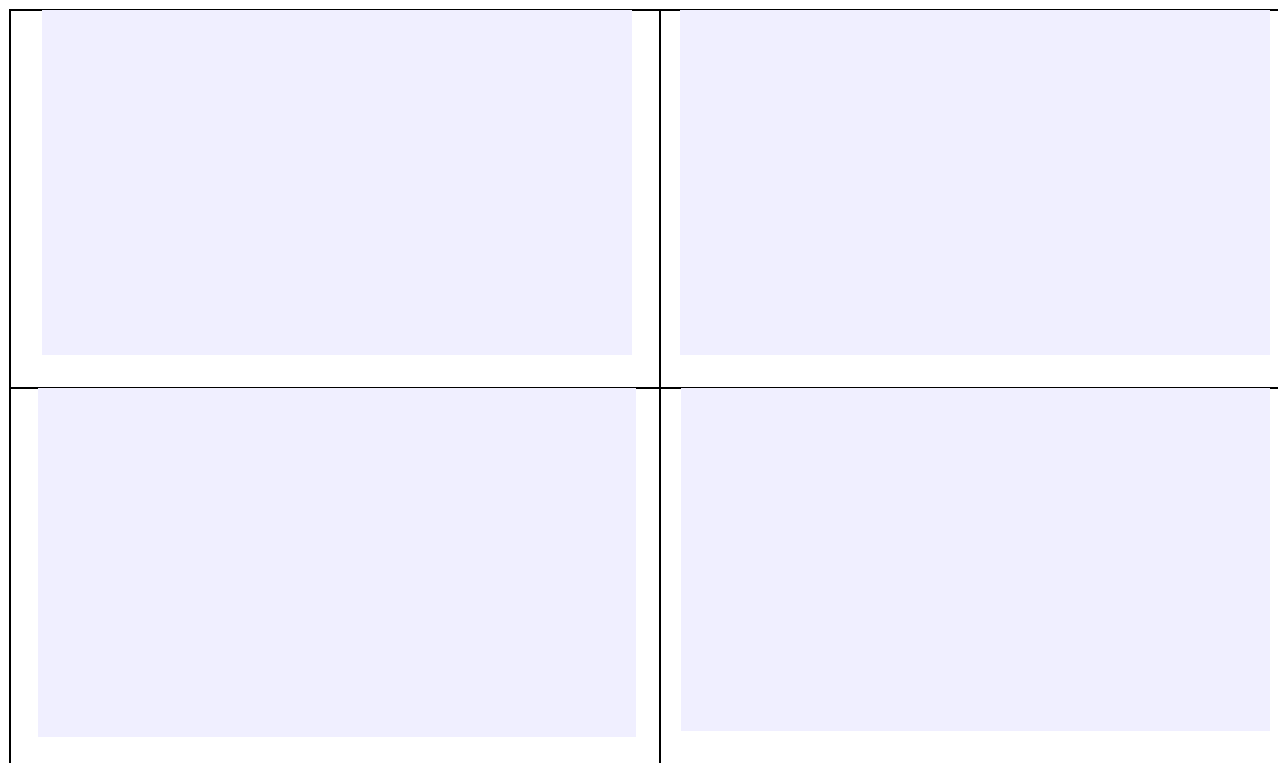
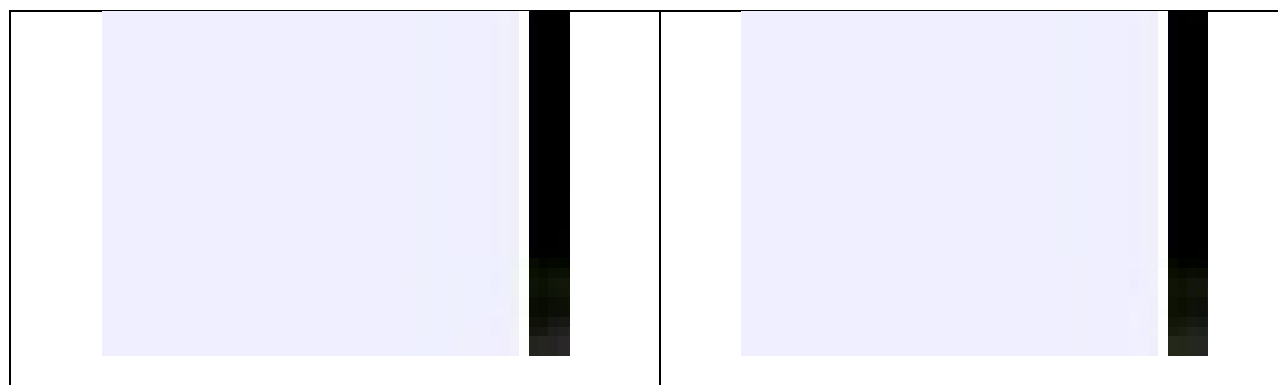


Fig. 22 Secvență de imagini de la testul nr. 1 la o frecvență de 250 fps, dispuse în Z



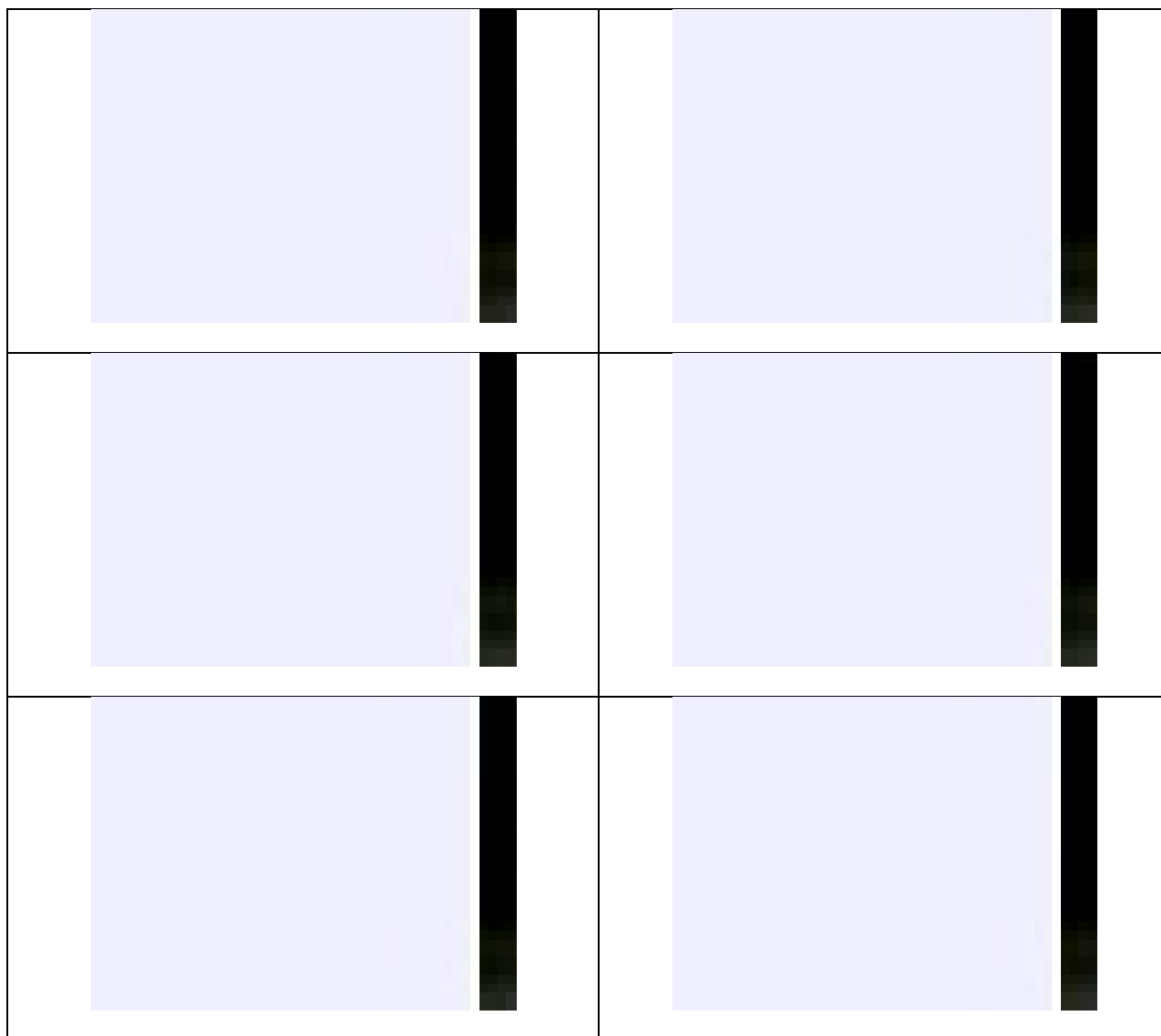
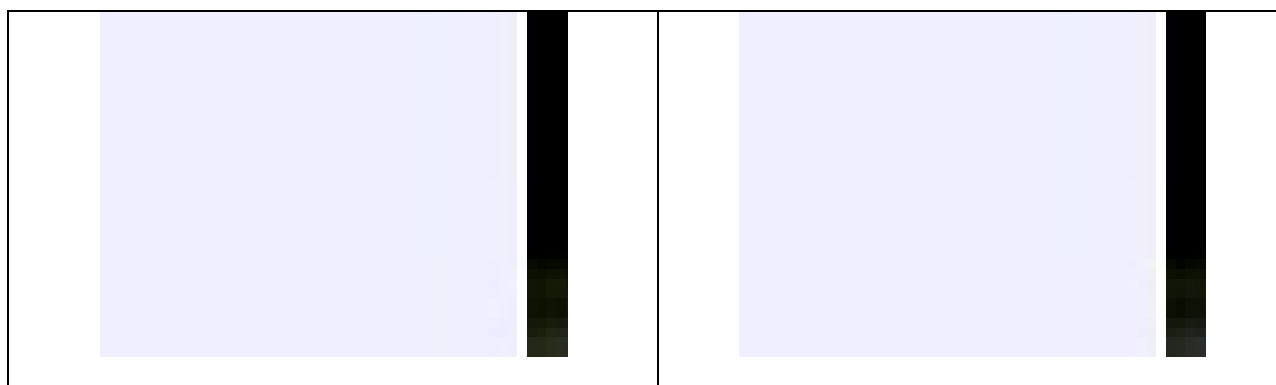


Fig. 23 Secvență de imagini de la testul nr. 2 la o frecvență de 250 fps, dispuse în Z



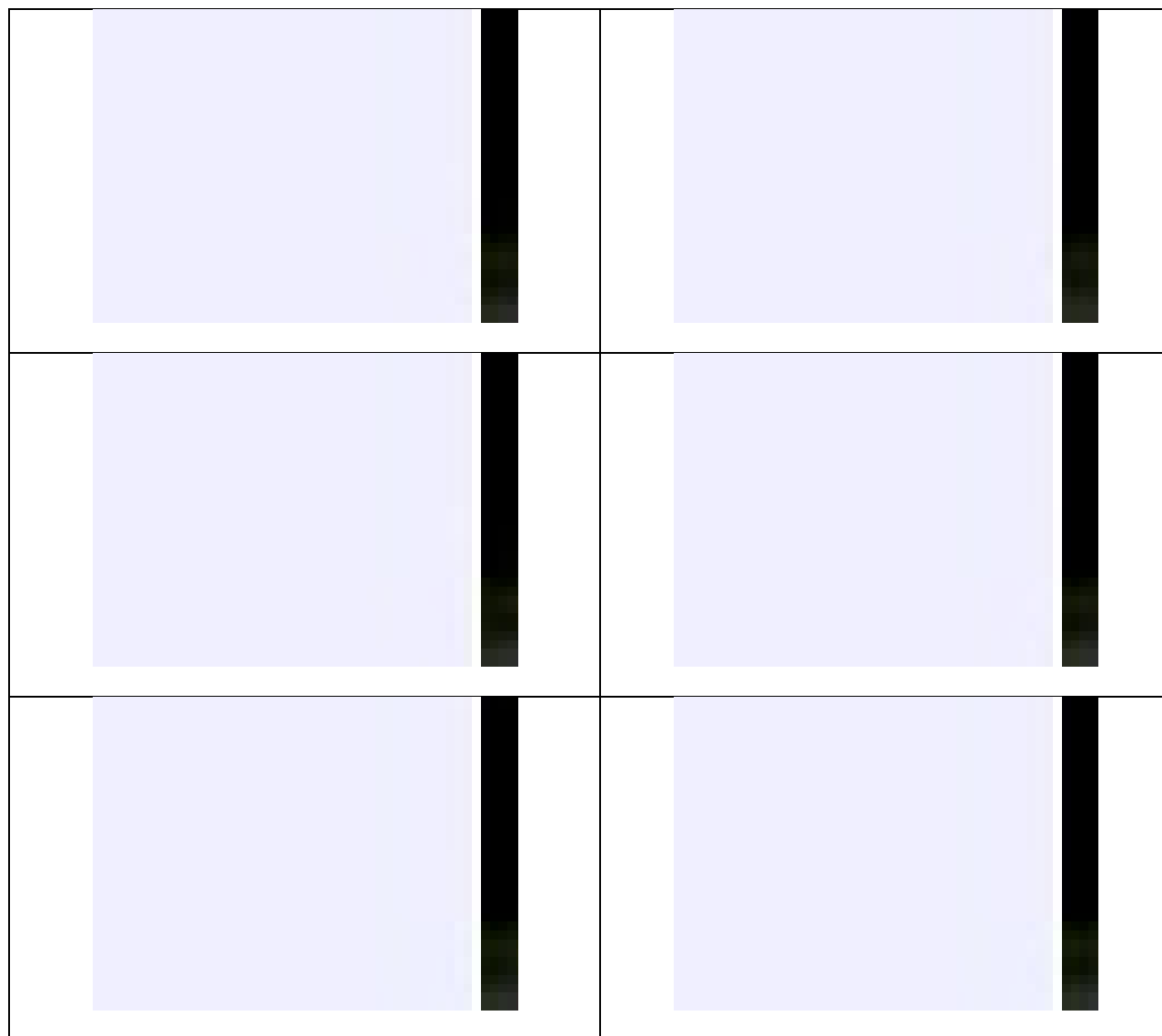


Fig. 24 Secvență de imagini de la testul nr. 3 la o frecvență de 250 fps, dispuse în Z

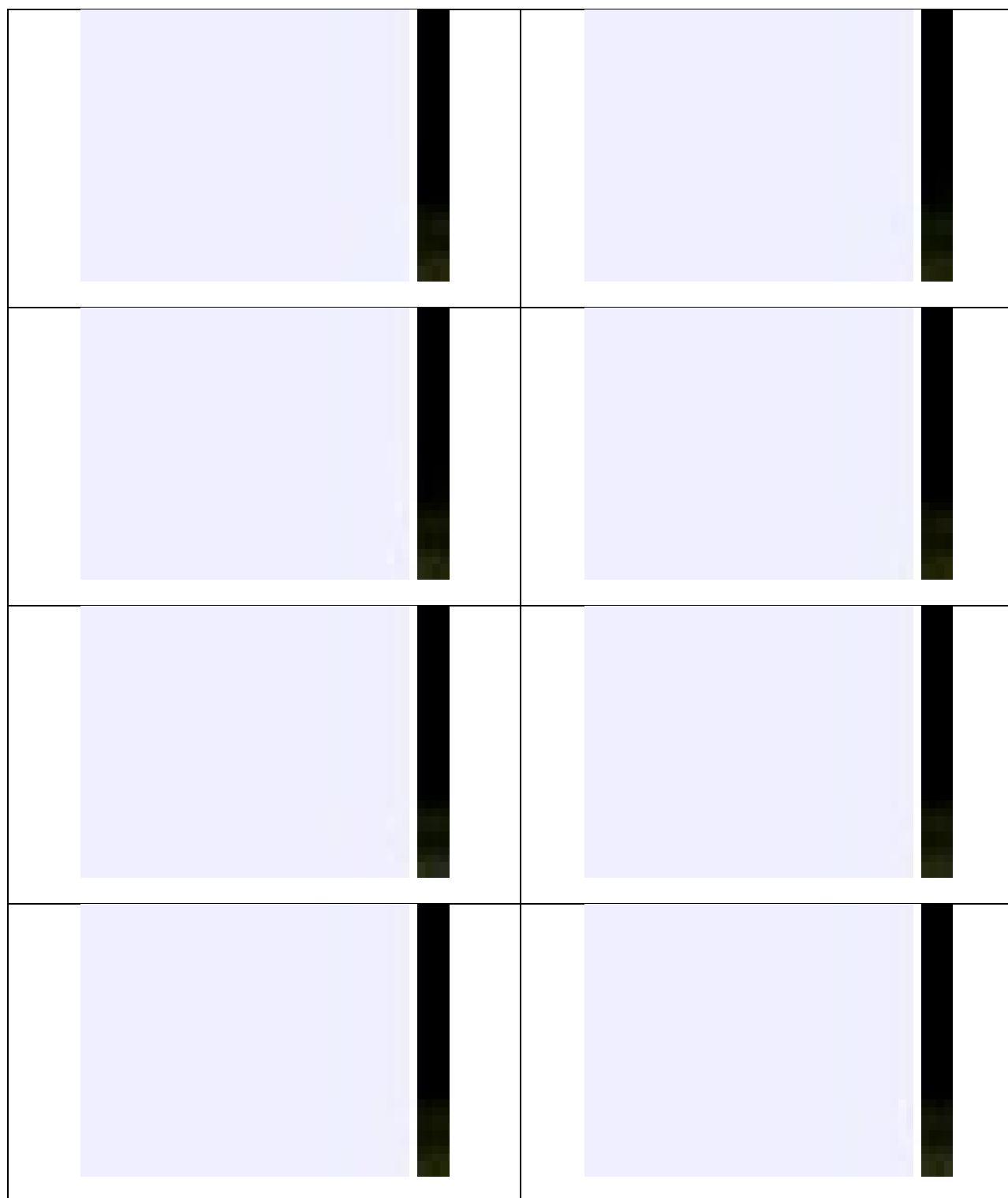


Fig. 25 Secvență de imagini de la testul nr. 4 la o frecvență de 250 fps, dispuse în Z

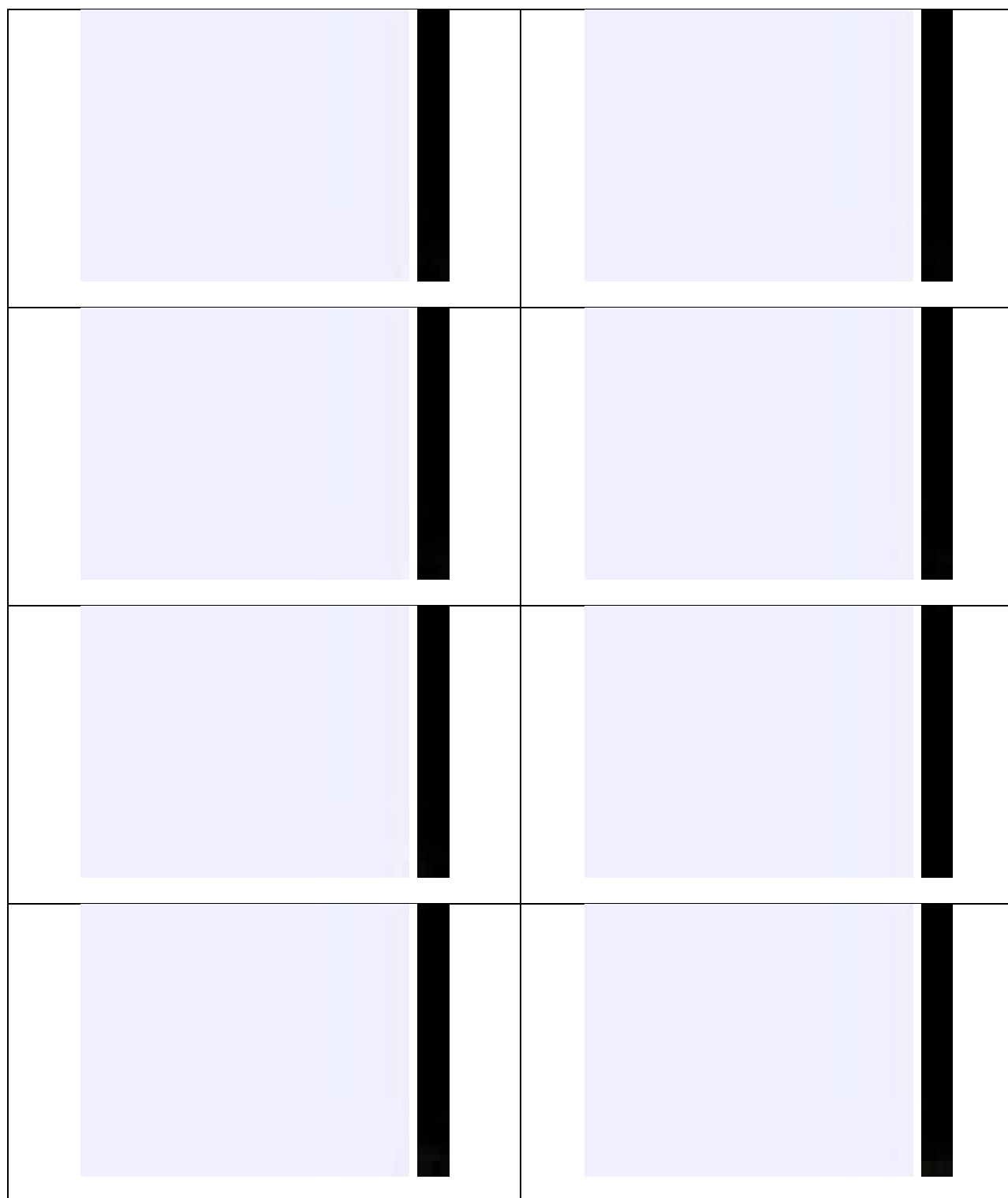


Fig. 26 Secvență de imagini de la testul nr. 5 la o frecvență de 250 fps, dispuse în Z

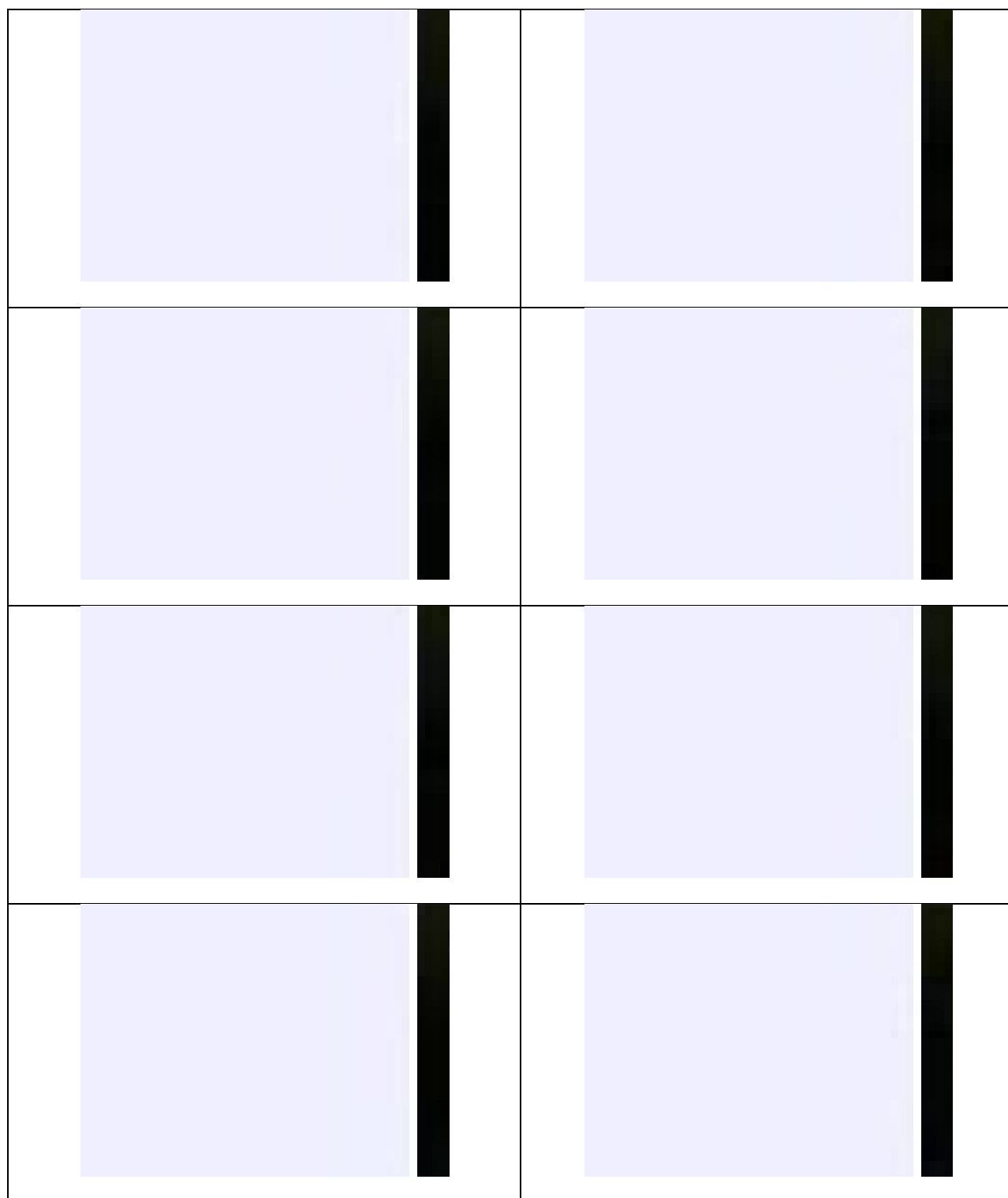


Fig. 27 Secvență de imagini de la testul nr. 6 la o frecvență de 250 fps, dispuse în Z

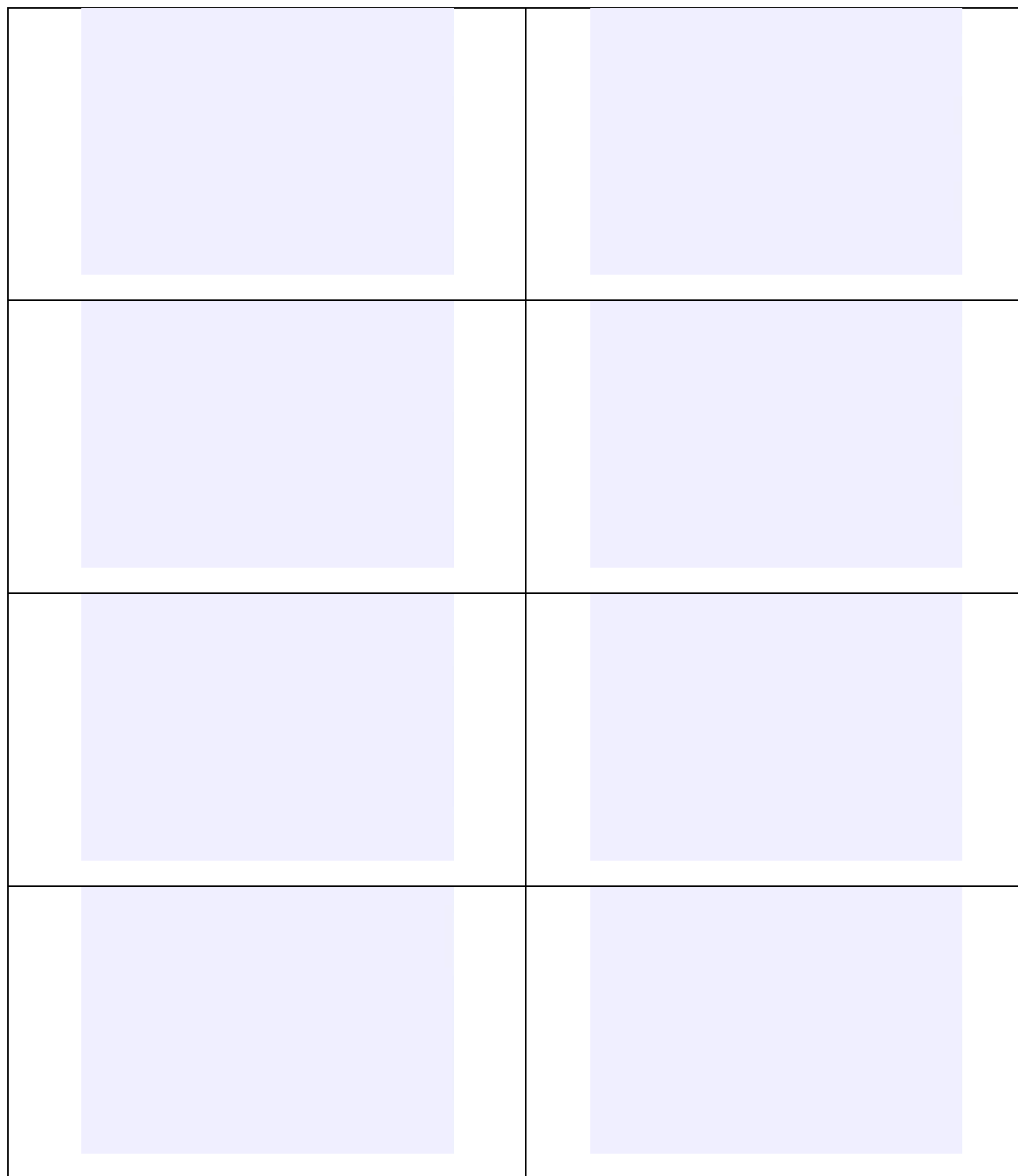


Fig. 28 Secvență de imagini de la testul nr. 7 la o frecvență de 250 fps, dispuse în Z

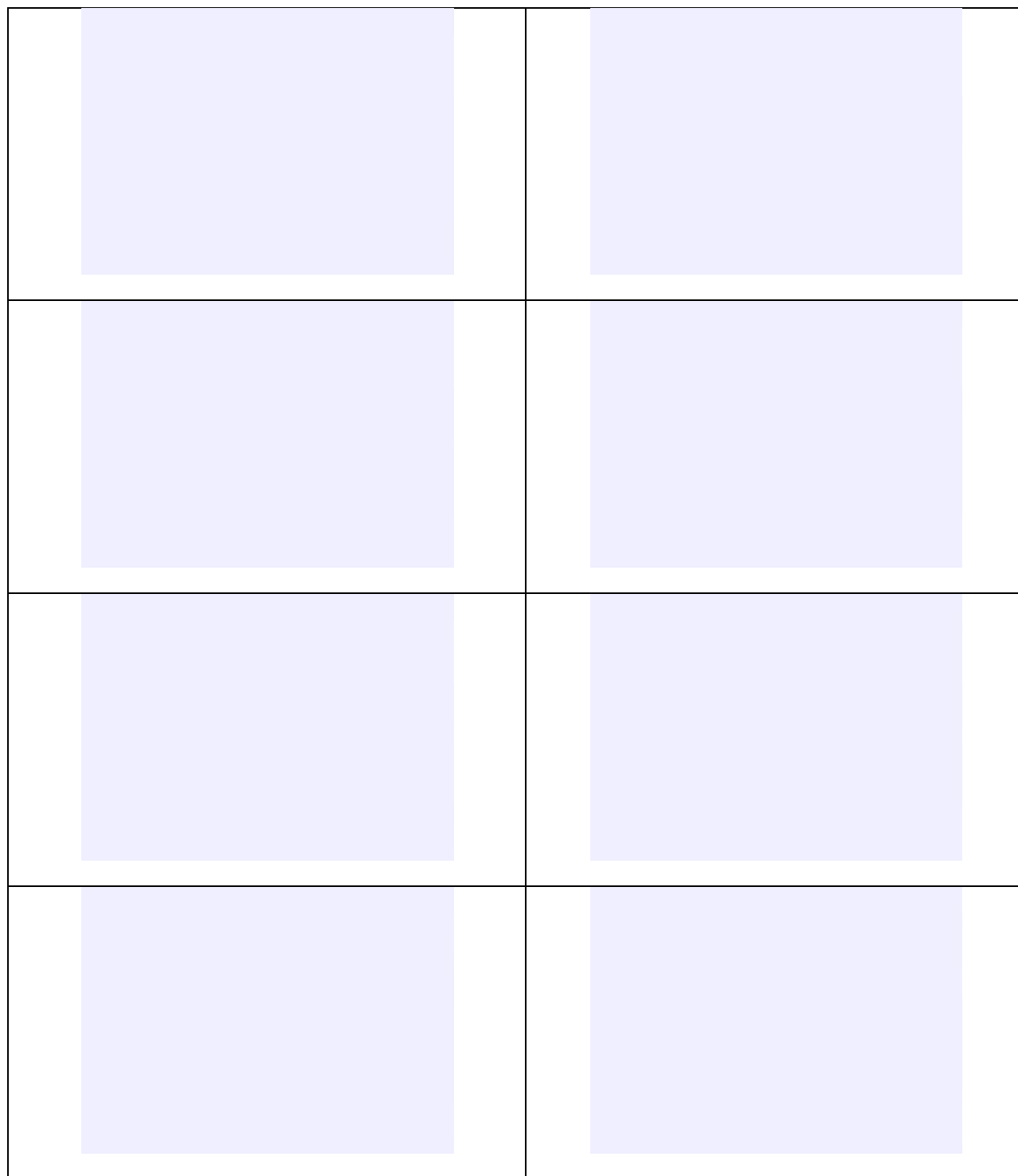


Fig. 29 Secvență de imagini de la testul nr. 8 la o frecvență de 250 fps, dispuse în Z

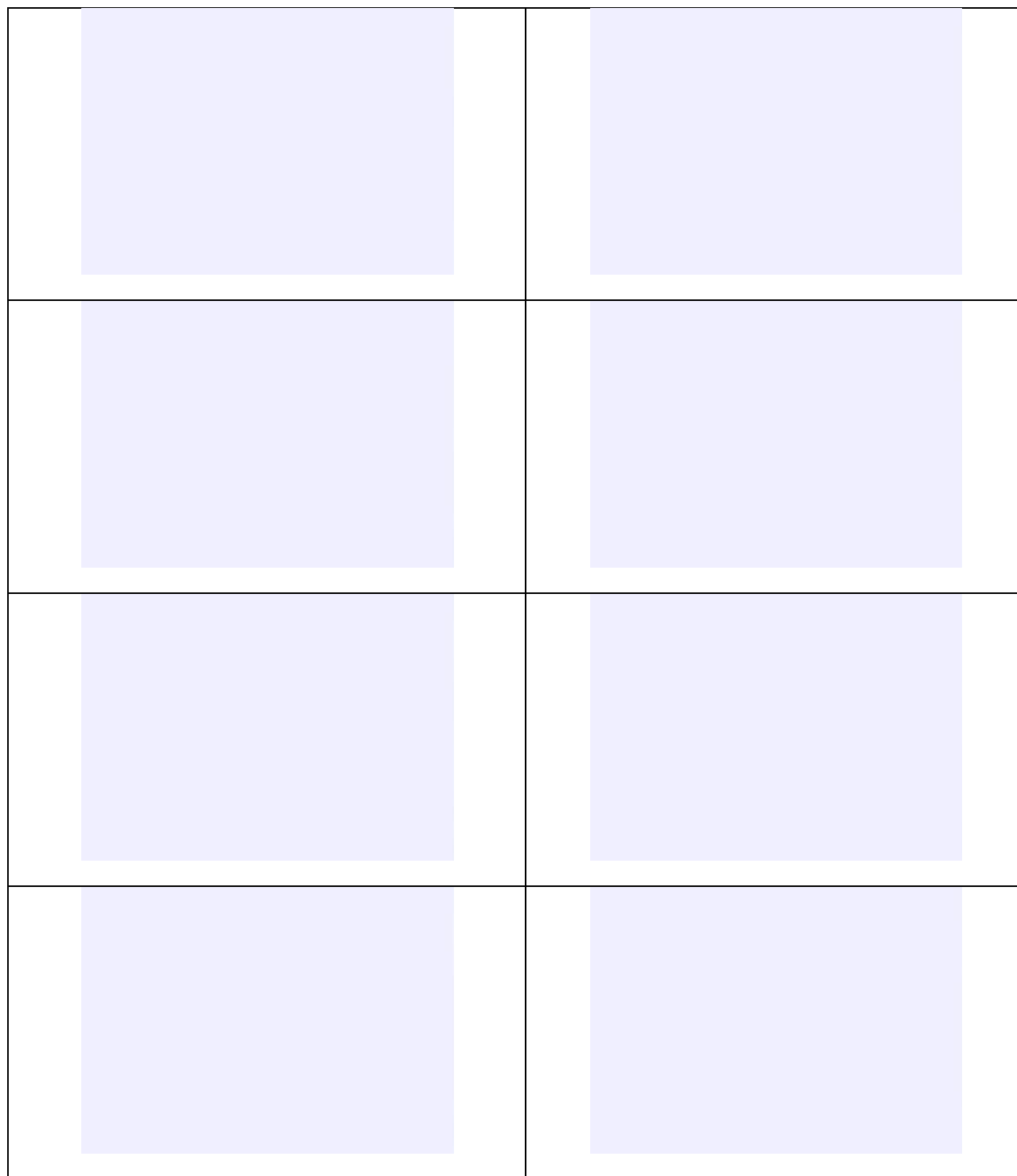


Fig. 30 Secvență de imagini de la testul nr. 9 la o frecvență de 250 fps, dispuse în Z



Fig. 31 Secvență de imagini de la testul nr. 10 la o frecvență de 250 fps, dispuse în Z

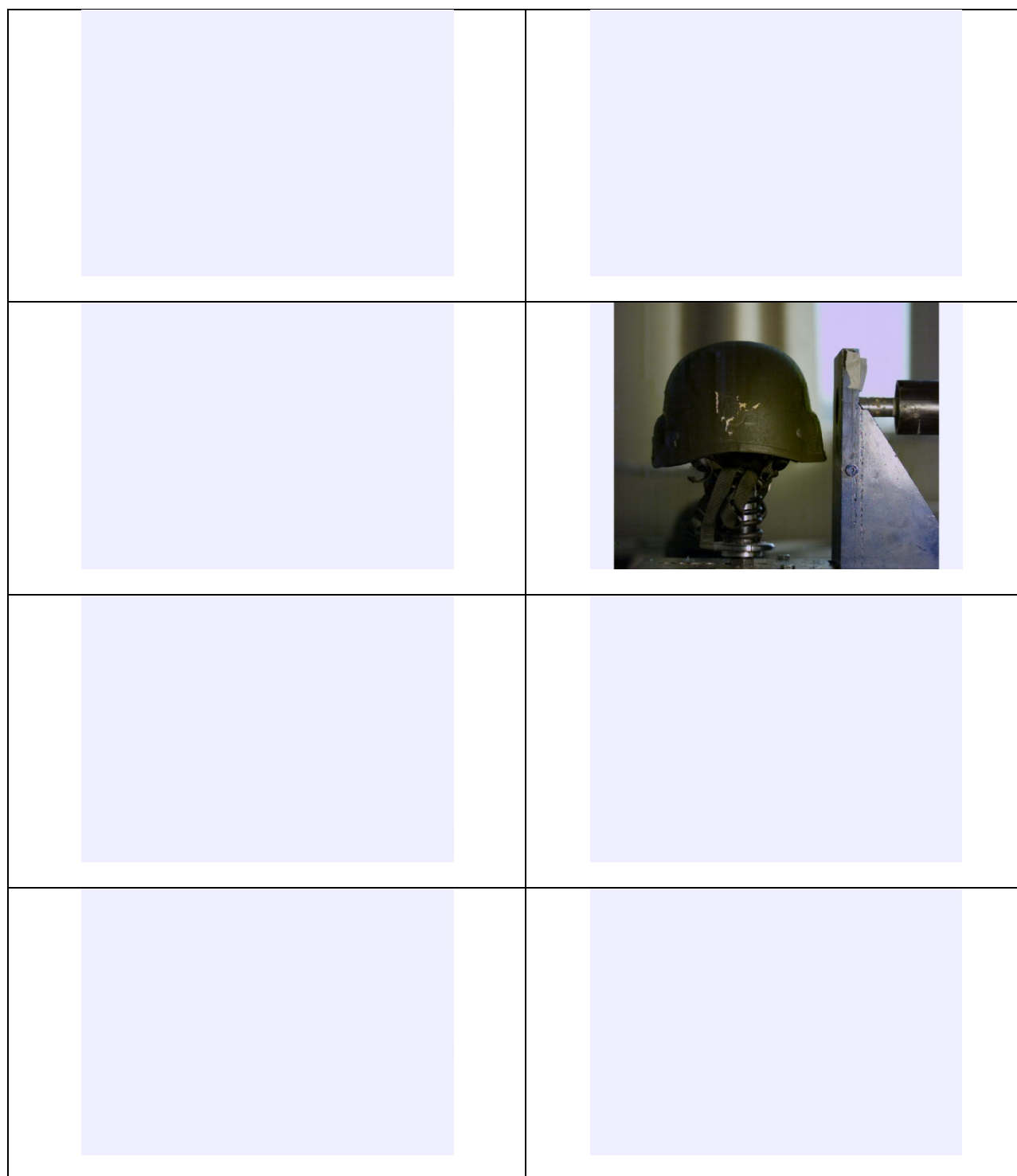


Fig. 32 Secvență de imagini de la testul nr. 11 la o frecvență de 250 fps, dispuse în Z

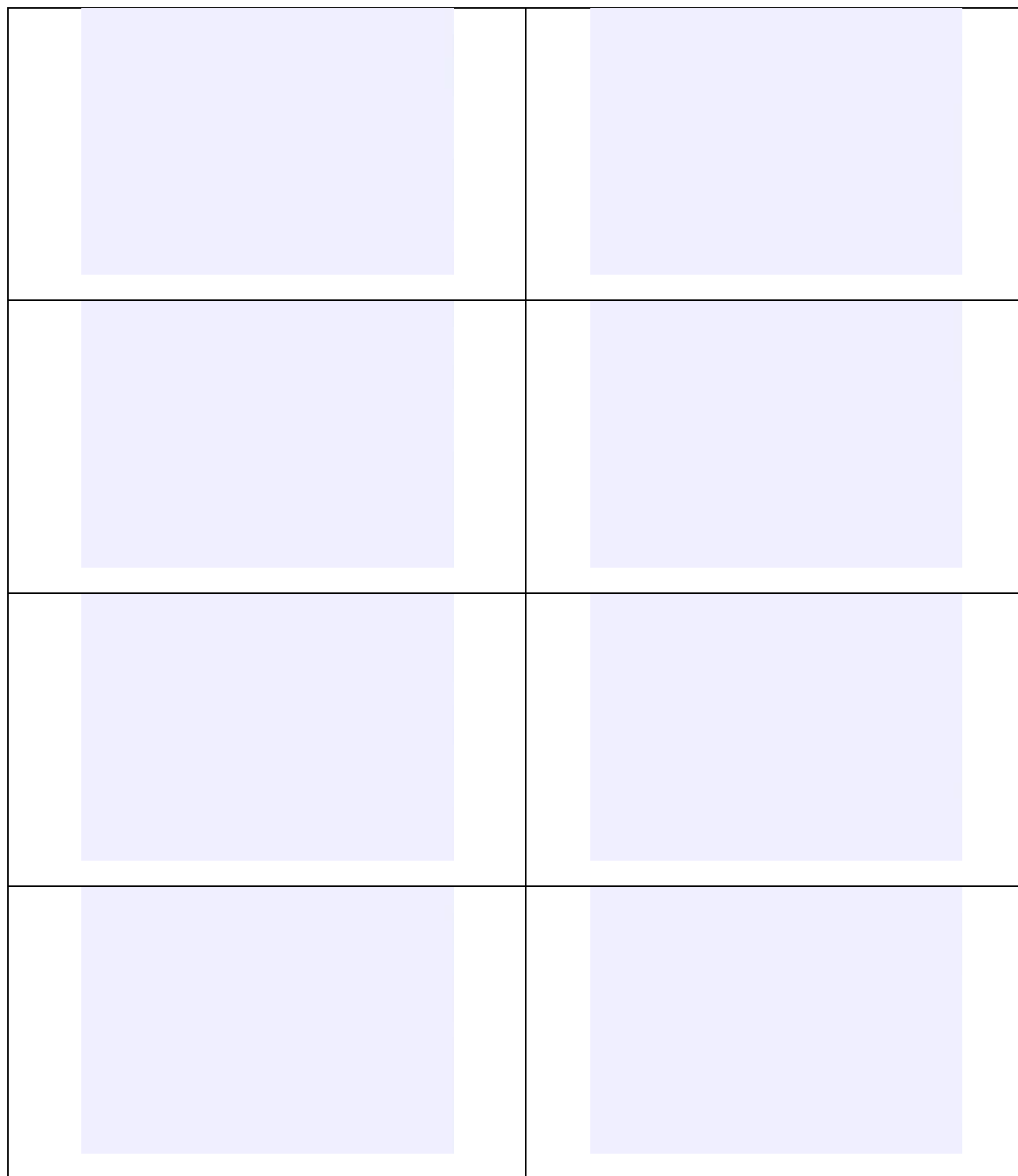


Fig. 33 Secvență de imagini de la testul nr. 12 la o frecvență de 250 fps, dispuse în Z

ACTIVITATEA III.2 Prelucrarea datelor experimentale, comparația cu rezultate din simulare, evaluarea limitelor și a soluțiilor de îmbunătățire (dimensiunile și poziționarea capsulei, modul de fixare)

O primă analiză a constatat în evaluarea capsulelor, căștii și surogatului după fiecare test efectuat cu tunul cu aer comprimat.

Singurul test în care una din capsule a fost fisurată și glicerina a fost expulzată a fost testul nr.1. La o inspecție a sistemului s-a observat că în zona fisurii capsula a fost slăbită pe durata procesului de tăiere a excesului de material plastic. Datorită faptului că fenomenul nu s-a mai repetat la celelalte teste s-a considerat că cauza apariției fisurii trebuie atribuită unui defect de fabricație.

Datorită faptului că s-a folosit un impactor cu cap plat cu diametru de 27 mm casca și-a păstrat integritatea pe durata întregului program de testare singurele daune constând în apariția unor zone în care vopseaua a fost desprinsă de kevlar.

După efectuarea testului nr.4 materialul adeziv cu care s-au lipit calotele surogatului a cedat. Începând cu testul nr. 5 s-a folosit un sistem de fixare mecanică a calotelor cu ajutorul unor curele.

În ceea ce privește analiza imaginilor, aceasta a arătat clar că există o întârziere între momentul în care casca este lovită și momentul în care surogatul începe să se deplaseze. De asemenea se observă clar pe filmări că pe durata fenomenului casca suferă deformații considerabile, dar numai în domeniul elastic, deoarece după încheierea testelor structura căștii nu a avut de suferit

A doua parte a analizei a constatat în evaluarea semnalelor achiziționate cu ajutorul accelerometrului montat pe proiectil și a senzorului de presiune montat în surogat.

În toate testele semnalul înregistrat de accelerometru prezintă o primă zonă caracterizată de oscilații puternice, zonă în care se atinge de regulă maximul, urmată de o a doua zonă în care semnalul are o evoluție mult mai netedă la finalul căreia semnalul coboară la valori apropiate de zero. Pentru testele nr. 5, nr. 6 și nr. 10 prezintă un al treilea salt de intensitate mai mică decât primele două zone. Acestea fac parte din categoria testelor cu lovire din partea laterală. Analiza materialelor video arată că în cazul celor trei teste proiectilul lovește în proximitatea protuberanței care marchează zona urechii, pe când în cazul celorlalte trei teste lovitura “mușcă” din protuberanță.

De asemenea se remarcă o împrăștiere destul de mare a valorilor maxime măsurate de accelerometru pe durata testelor. Ca exemplu avem în imaginea de mai jos cele trei teste cu impact lateral dreapta.

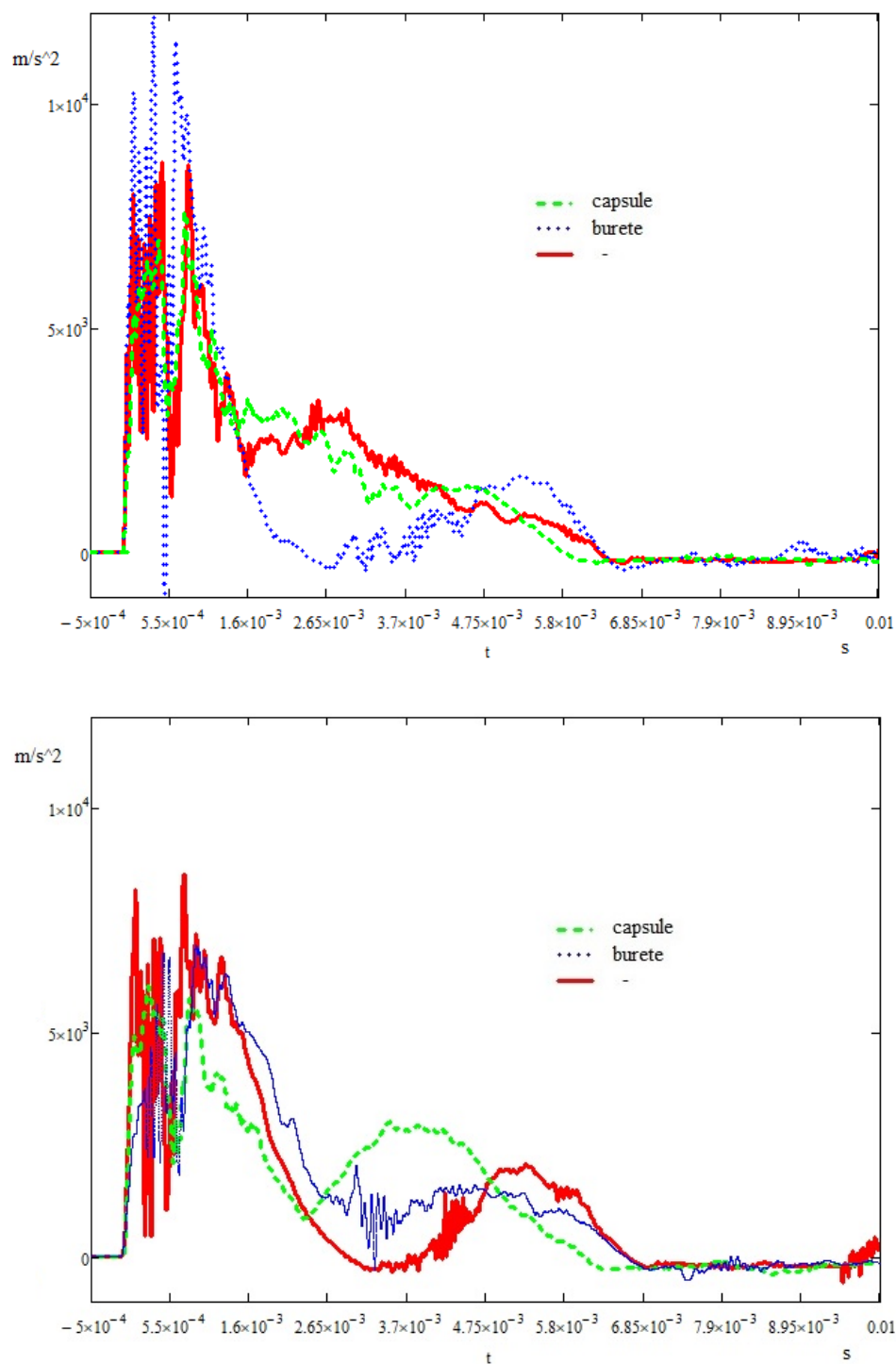


Fig. 34 Comparație între accelerațiile măsurate pentru testele cu impact lateral dreapta (sus) și stânga (jos)

Asa cum se poate observa oscilațiile au o intensitate foarte mare pentru testul nr. 5. Pentru clarificarea acestei situații s-a apelat la analiza imaginilor cu ajutorul softului Tracker. Prin definirea unor puncte de urmărire pe corpul proiectilului s-a putut determina pentru fiecare test în parte modul în care proiectilul se frânează. Curba pozițiilor succesive ocupate de punctele de urmărire a fost într-o prima fază netezită cu algoritmi de netezire incluși în softul Mathcad. Apoi s-a procedat la calculul numeric al vitezelor, respectiv al accelerațiilor prin calculul diferențelor finite între fiecare două poziții vecine. Accelerațiile măsurate în acest mod au fost comparate cu cele măsurate cu accelerometru așa cum se vede în imaginea de mai jos.

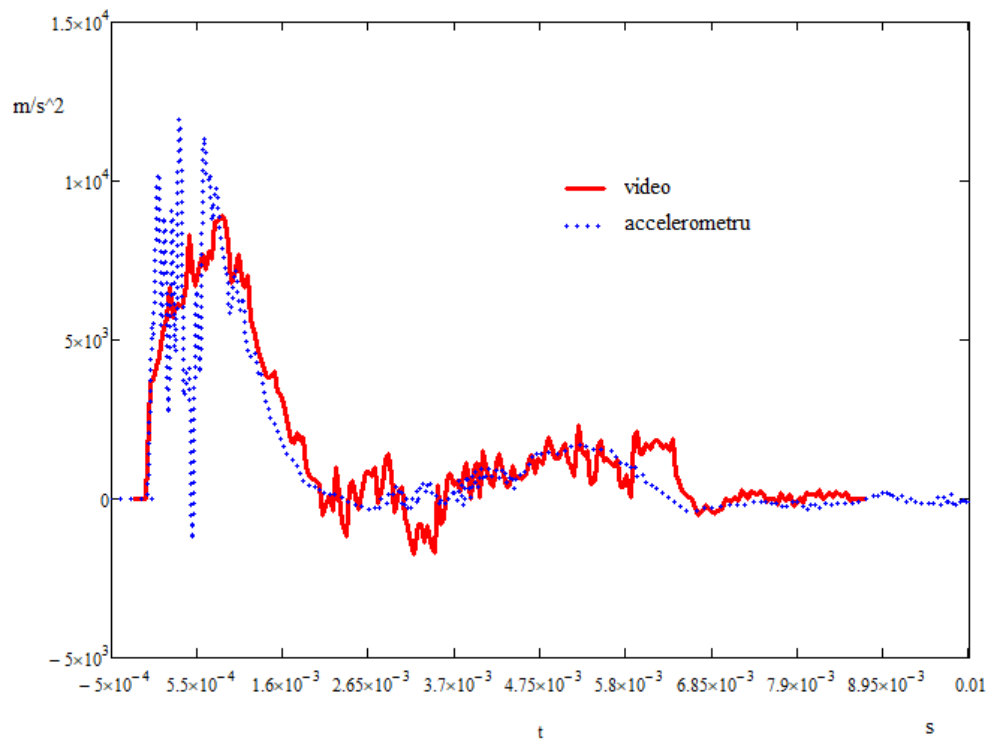


Fig. 35 Comparație între semnalul măsurat cu accelerometru și cel determinat prin analiza imaginilor obținute pe durata testului

Așa cum se observă din imagine, valorile maxime ale decelerării, măsurate cu accelerometru în prima perioadă, cea în care apar oscilații puternice, nu sunt reproduse cu acuratețe fenomenul de decelerare observat cu camera video. Se poate observa că valorile maxime sunt cu atât mai îndepărtate de cele determinate prin calcul, cu cât oscilațiile sunt mai puternice. Din acest motiv, am luat ca valori maxime cele stabilite prin calcule, sau cele observate în cea de-a doua perioadă. Observațiile legate de zona cu oscilații puternice sunt valabile să în cazul celorlalte teste, așa cum se poate observa din seria următoare de figuri.

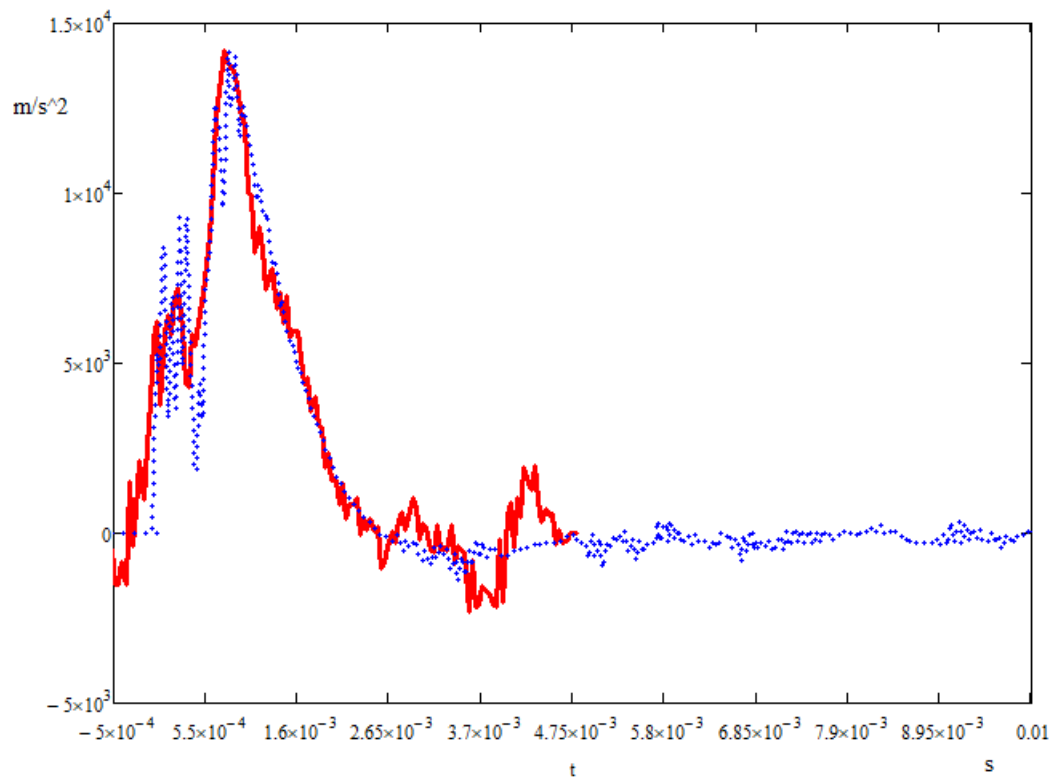


Fig. 36 Testul nr. 4

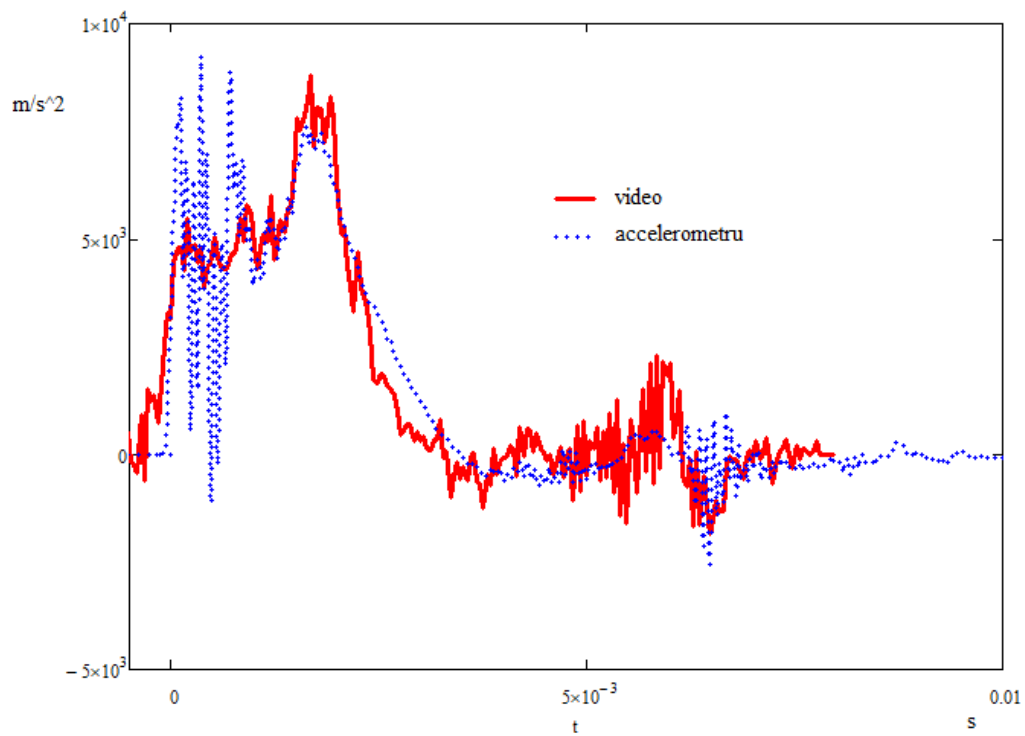


Fig. 37 Testul nr. 9

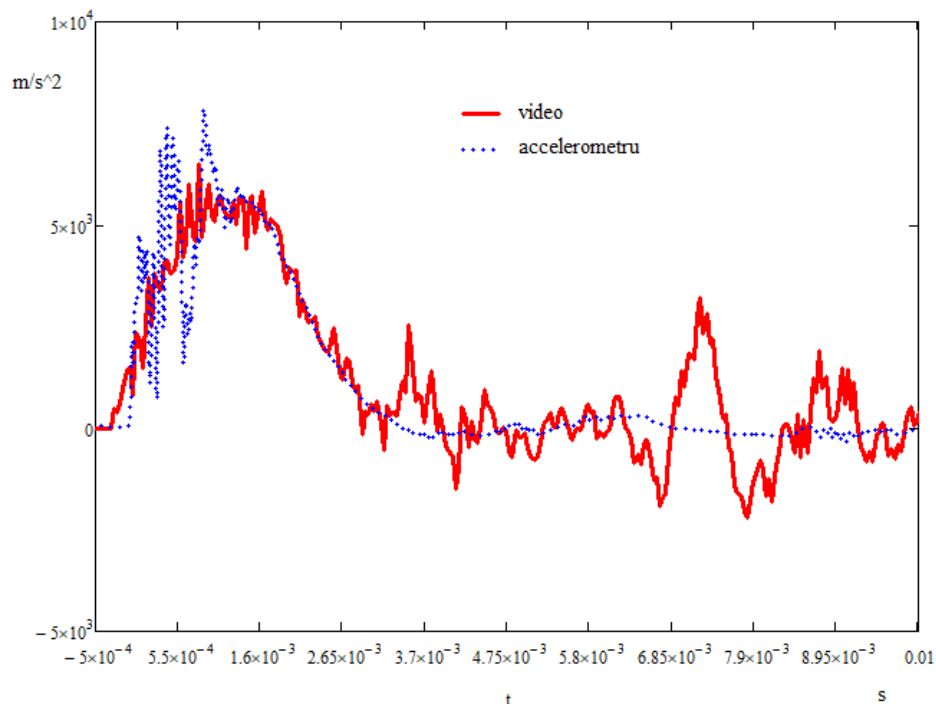


Fig. 38 Testul 12

În ceea ce privește momentul în care senzorul de presiune începe să înregistreze valori nenule, acesta coincide cu momentul în care casca lovește surogatul pe care aceasta este montată. Acest lucru se întâmplă în unele cazuri atunci când semnalul dat de accelerometru trece în faza a doua, precum cazul testului nr. 4 sau a testului nr. 8. Cu toate acestea în anumite teste oscilațiile semnalului achiziționat de senzorul de presiune devin sesizabile mai târziu în timp, cum ar fi cazul testelor nr. 1, nr. 2, nr. 10 sau nr. 11.

Pentru o analiză suplimentară a efectelor asupra surogatului s-au folosit uneltele softului Tracker. Prin definirea unor puncte de urmărire pe suprafața surogatului pentru cap s-a urmărit modul în care acesta se deplasează în urma impactului cu proiectilul. Comparațiile s-au făcut pentru trei din cele patru pozițiile de așezare ale capului. pentru impactul lateral dreapta modul de așezare a camerei nu a permis vizualizarea identificare unor puncte de urmărire. Punctele de urmărire au fost alese la baza și la vârful nasului, în funcție de configurație.



Fig. 39 Definirea punctului de urmărire pentru impactul lateral stânga

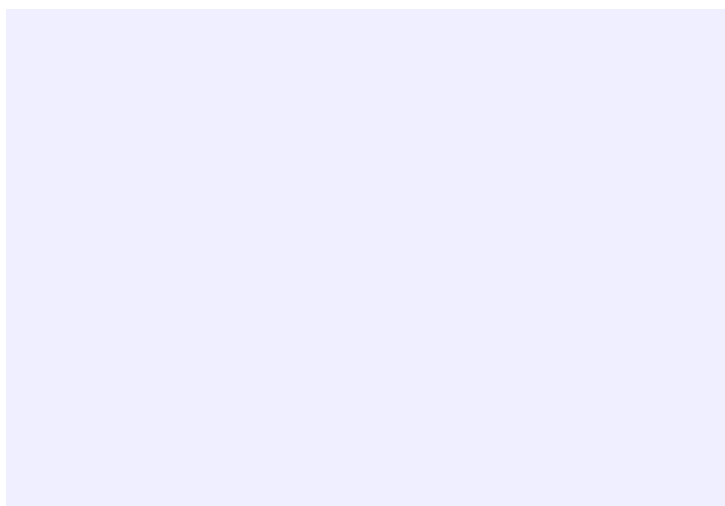


Fig. 40 Definirea punctului de urmărire pentru impactul posterior

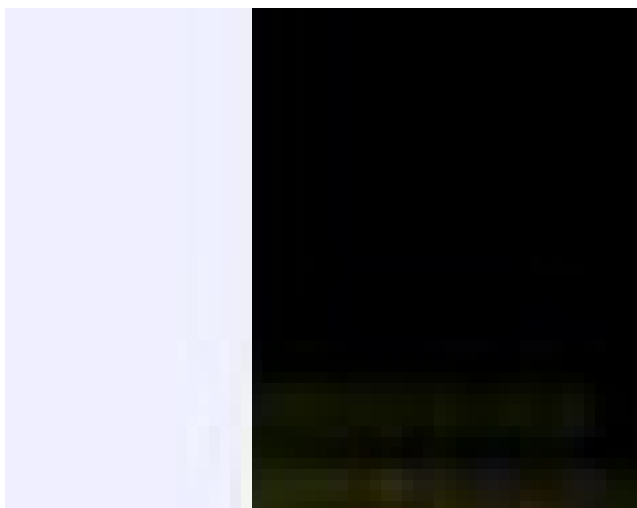


Fig. 41 Definirea punctului de urmărire pentru impactul frontal

Traiectoriile prezentate în imaginile de mai jos prezintă două zone. Zona de început a mișcării, în care există diferențe între curbe, evidențiază modul diferit de interacționare dintre impactor, cască și surogatul pe care aceasta este montată. În cea de-a doua parte a traiectoriilor se remarcă similitudinea acestora, pantele curbilor fiind aproximativ egale. Aceasta se datorează faptului că mișcarea este dominată de răspunsul arcului pe care este montat surogatul.

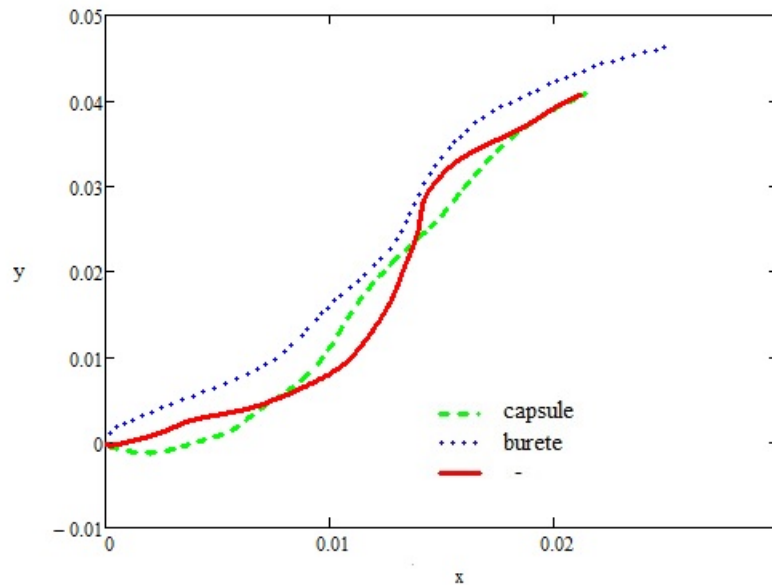


Fig. 42 Traiectoriile punctului de urmărire pentru impactul frontal (m)

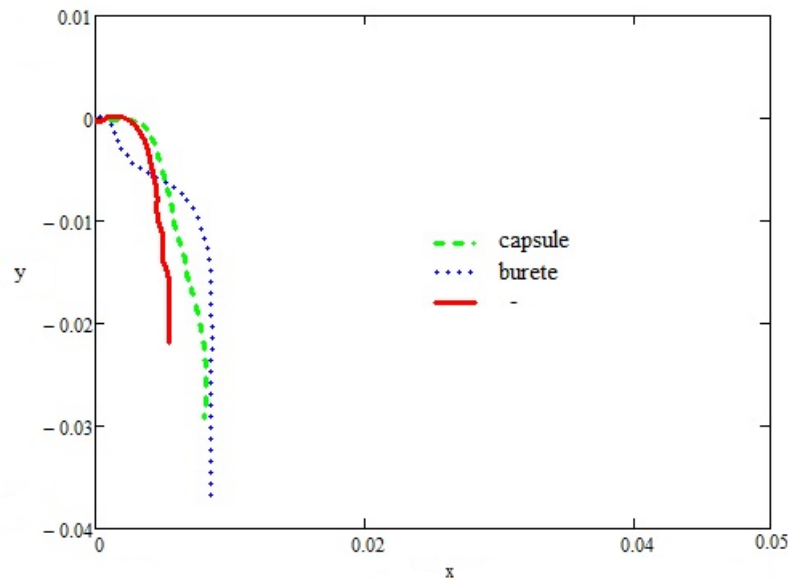


Fig. 43 Traiectoriile punctului de urmărire pentru impactul frontal (m)

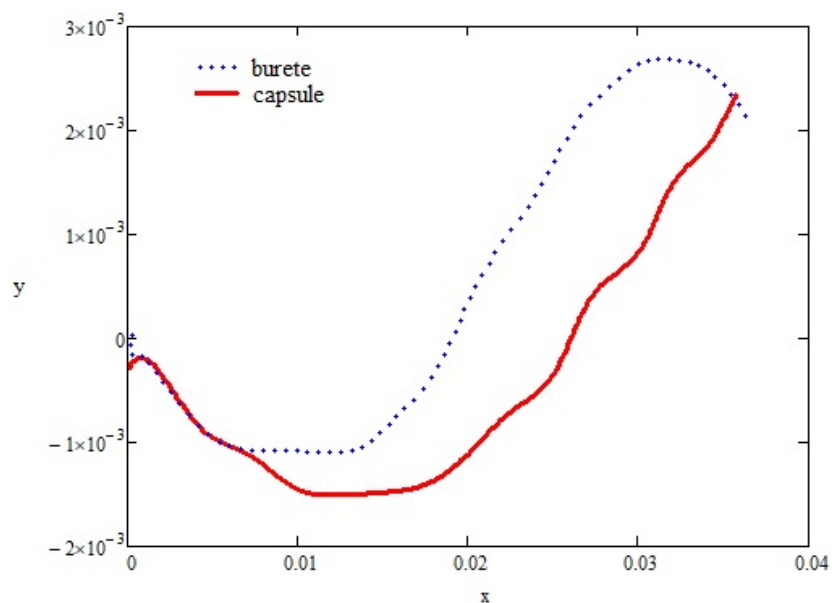


Fig. 44 Traiectoriile punctului de urmărire pentru impactul lateral stânga (m)

Abaterea notabilă de la curba specifică observată în Fig. 43 în cazul în care s-a folosit protecție clasică din burete se datorează apariției unui impact secundar dintre proiectil și muchia căștii balistice, așa cum se poate observa în figura de mai jos.

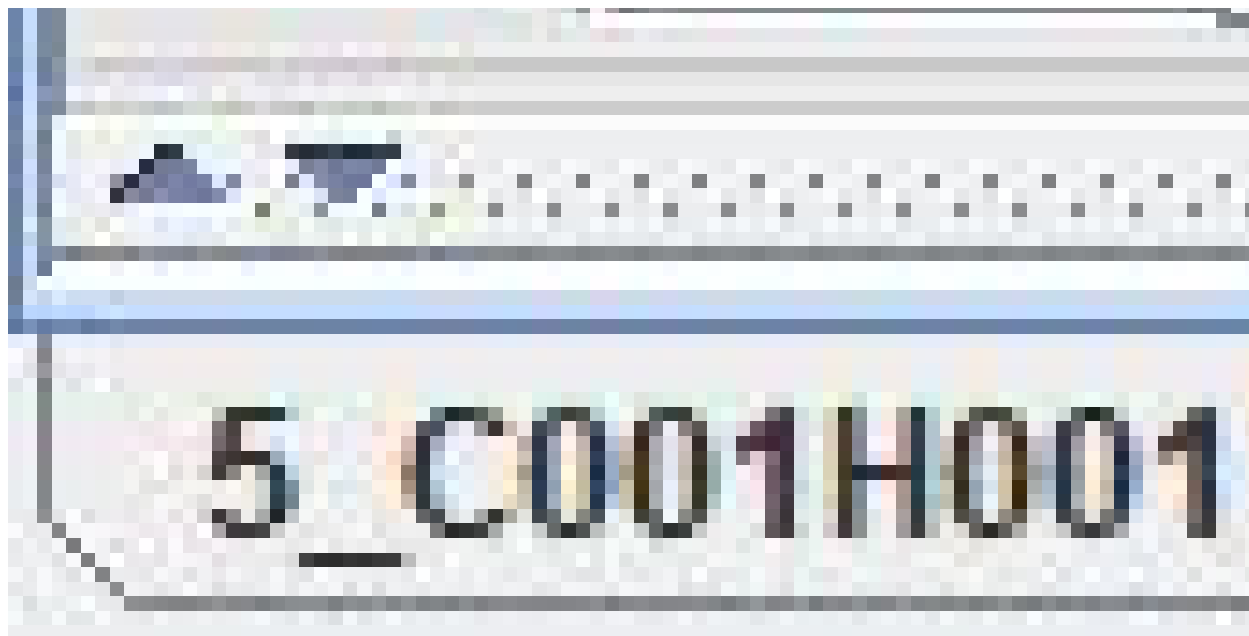


Fig. 45 Evidențierea pe curba roșie a punctului ce corespunde impactului secundar

Un alt aspect important al analizei îl reprezintă viteza cu care aceste puncte de urmărire se deplasează. Evoluția acestor viteze în timp este redată în graficele următoare.

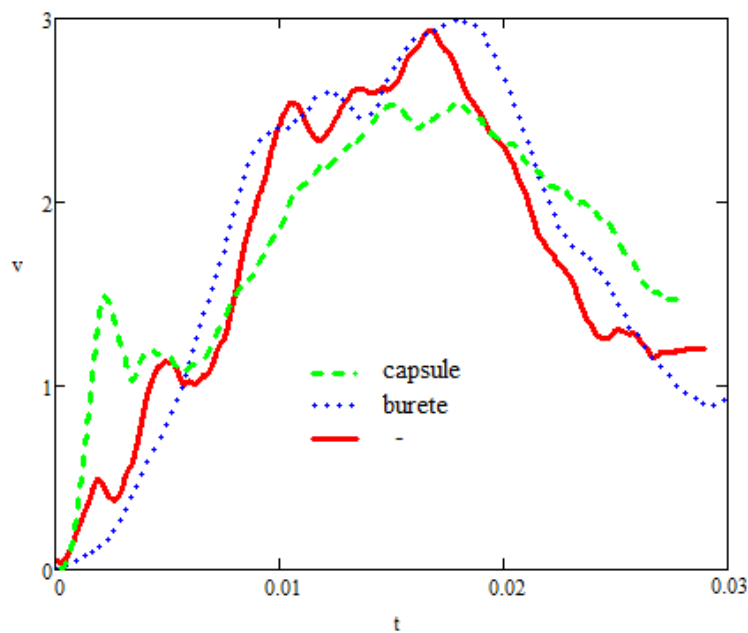


Fig. 46 Vitezele de deplasare ale punctului de urmărire pentru impactul frontal (m/s)

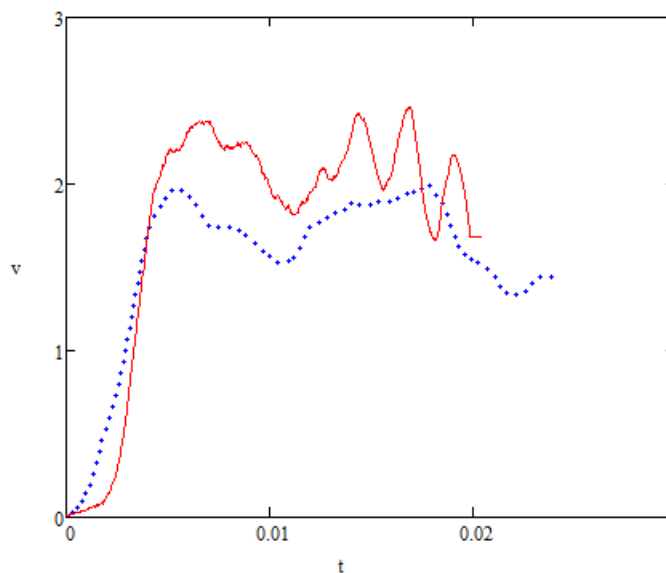


Fig. 47 Vitezele de deplasare ale punctului de urmărire pentru impactul lateral stânga (m/s)

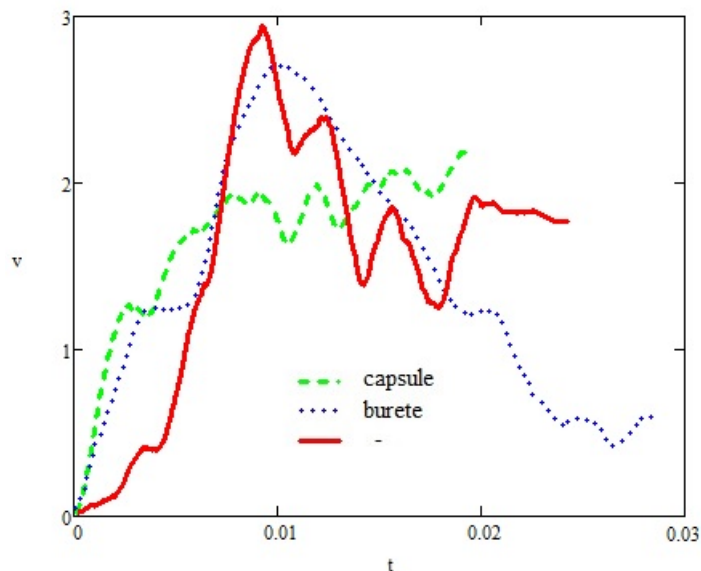


Fig. 48 Vitezele de deplasare ale punctului de urmărire pentru impactul posterior (m/s)

Din analiza imaginilor de mai sus se observă că cea mai mică viteză maximă atinsă de surogat se obține în cazurile în care s-au folosit capsule îmbibate cu glicerină chiar dacă în cazul folosirii bureților panta de creștere este de regulă mai mică. Este evident că această pantă mai redusă se obține în cazul protecției cu burete deoarece există un contact inițial atât între burete și surogat cât și între burete și cască. În celelalte configurații testate acest lucru nu se întâmplă deoarece capsulele au o grosime de aproximativ 6 mm pe când bureții folosiți au o grosime în stare nedeformată de 15 mm. Existența unui spațiu liber între cască și surogat a permis o accelerare inițială a căștii, împreună cu capsulele pline cu lichid, înainte ca impulsul să înceapă să fie transmis surogatului.

Se remarcă ca excepție (anomalie) cazul impactului frontal unde șocul maxim este obținut în cazul utilizării capsulelor, așa cum se poate vedea și din figura următoare. Chiar dacă o posibilă cauză este viteza superioară obținută în cazul testului nr. 4, diferența este una redusă, de doar 0,5 m/s, deci puțin probabil ca aceasta să reprezinte adevărata cauză. Având în vedere că efectuarea testului nr.4 coincide cu ruperea stratului de adeziv dintre calote și că începând cu testul nr. 5 calotele au fost strânse cu curele dispuse în planul lateral (stânga-dreapta), considerăm ca și cauză probabilă diferența de montare a calotei superioare la restul surogatului. Ipoteza este confirmată de faptul că în cazul celorlalte moduri de așezare a surogatului, unde punctul de impact este mai apropiat de zona unde se realizează fixarea mecanică, nu apare această diferență.

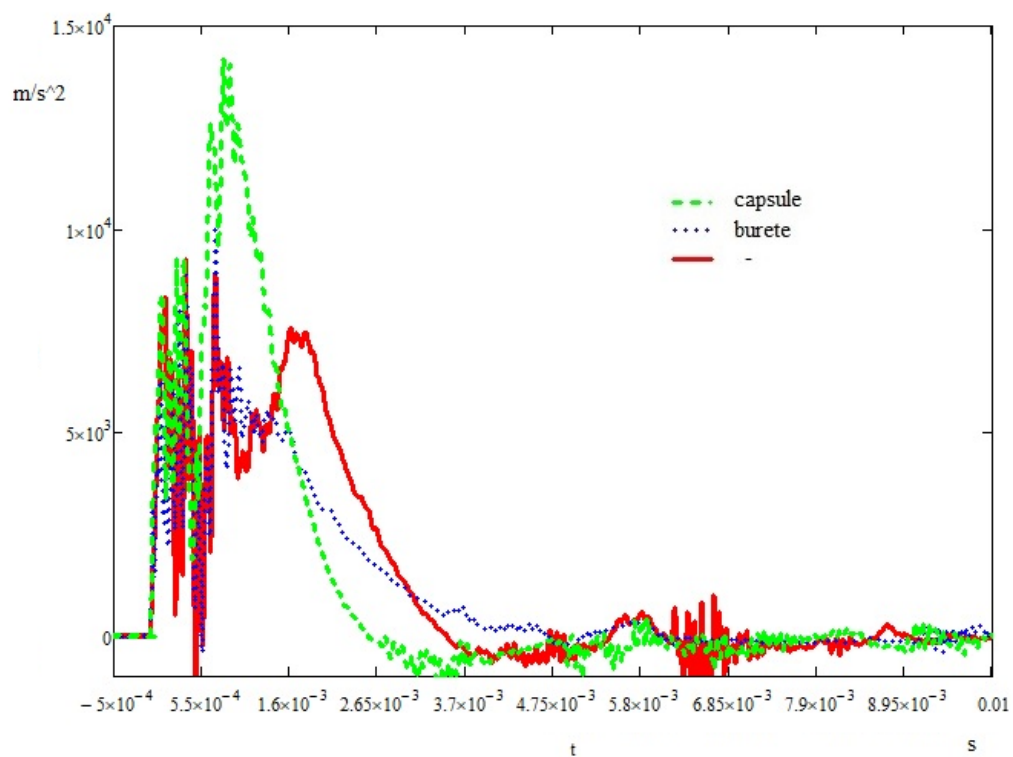


Fig. 49 Comparație între accelerațiile măsurate pentru testele cu impact frontal

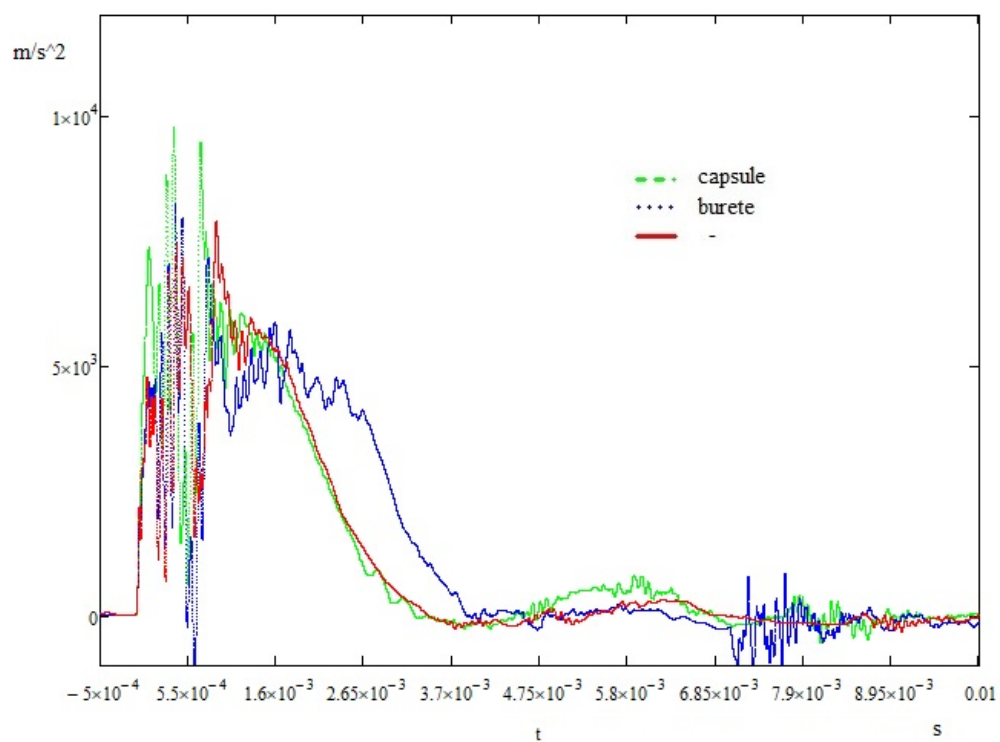


Fig. 50 Comparație între accelerațiile măsurate pentru testele cu impact posterior

Concluzii și recomandări

1. Deși intensitatea impactului a depășit din punct de vedere a momentului condițiile de impact specifice muniției 7,62x25 mm Tokarev celulele cu glicerină nu au cedat cu excepția cazului unui defect de producție. Aceasta s-a datorat în parte și impactorului ales, impactor cu cap plan, care a permis utilizarea aceleiași căștii.
2. Semnalul achiziționat de accelerometru, la fel ca și imaginile înregistrate pe durata testelor, a arătat existența a mai multor faze ale impactului. Într-o primă fază are loc impactul dintre proiectil și cască, perioadă care nu este marcată de diferențe majore între semnalele achiziționate pentru cele trei cazuri, cu celule, cu burete și doar cască fără alte elemente de protecție. Diferențele apar doar în a doua fază în care are loc interacțiunea complexă între proiectil, cască și surogat. De regulă se observă o tendință ca această perioadă să dureze mai mult în cazul utilizării bureților (fig. 34 (sus), fig. 49 și fig. 50), datorită comportamentului mecanic specific al acestui tip de material.
3. Cu excepția impactului frontal, excepție comentată anterior, solicitările măsurate pe baza traiectoriilor punctelor de urmărire definite pe surogat, arată că surogatul este mai puțin solicitat atunci când se folosesc celulele cu glicerină.
4. Deoarece există o diferență notabilă între grosimea celulelor de amortizare a șocurilor folosite în teste și sistemul de protecție bazat doar pe bureți se impune ca la modelele actuale de cască să se folosească o combinație între cele două sisteme, cu bureți de o grosime mai mică decât cei actuali, astfel încât să existe un contact continuu atât între sistemul de amortizare și cap cât și între sistemul de amortizare și cască.

Modelarea numerică și comparația cu rezultatele experimentale

Forța transmisă la impact pentru celulele de amortizare poate fi estimată pe baza unui model numeric dezvoltat pe baza teoriei lubrificație XPHD. Efectul de amortizare provine din disiparea energiei de impact prin frecarea vîscoasă a fluidului expulzat prin materialul poros la comprimarea celulei supusa la compresiune prin impact. Mecanismul are un caracter reactiv: cu cât impactul este mai puternic, cu atât comprimarea celulei este mai accentuată, porozitatea materialului scade, crescând rezistența la curgere și presiunea generată. Celule au un efect de reducere a forței maxime a șocului și de creștere a timpului de impact.

Celule de amortizare cu material poros Spacer 3D îmbibate cu soluție de glicerină cu zeosil și într-o configurație de capsulare identică cu cea folosită în căștile echipate au fost testate pe tunul cu gaz prin impactul direct. Rezultatele experimentale au evidențiat efectul puternic de reducere a forței de impact. În **fig. 51** de mai jos se pot analiza valorile maxime ale forței transmise la impact în trei configurații diferite: impact direct (fără celulă), impact pe o celulă ne-îmbibată (celulă uscată) respectiv, celulă îmbibată. Se poate concluziona că forța transmisă după impact se reduce cu circa 60% atunci când celulele sunt îmbibate. Este de remarcat totodată, că spacerul S3D nu are un efect semnificativ de reducere a forței de impact.

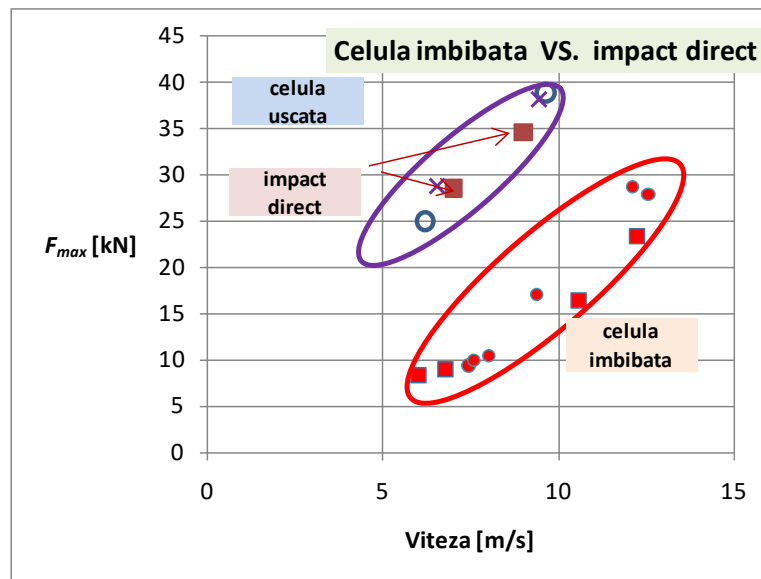


Fig. 51 Forța maximă măsurată pentru diferite viteze de impact (tun cu gaz) pentru celule de amortizare cu material uscat și material îmbibat cu soluție de glicerină cu zeosil

Tabel 2. Caracteristicile S3D

	h [mm]	ε_0 [-]	D [m ²]
(1)	4.745	0.949	$4.3 \cdot 10^{-10}$
(2)	0.645	0.803	$1.0 \cdot 10^{-10}$
(3)	0.850	0.760	$1.5 \cdot 10^{-10}$
S3D	6.250	0.907	$5.4 \cdot 10^{-10}$

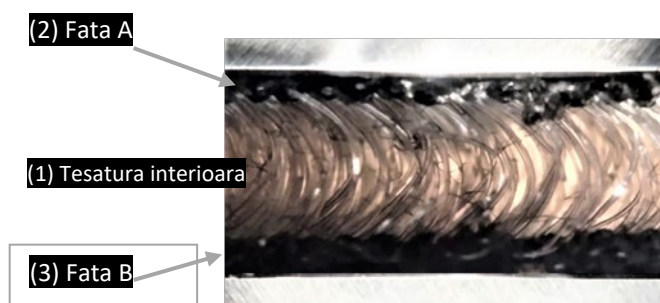


Fig 52. Secțiune transversală printr-o țesătură tridimensională (S3D)

Materialul poros utilizat la construcția celulelor nu are o structură omogenă și acest lucru generează dificultăți în modelarea teoretică. Structura internă a Spacer 3D (fig. 52) este însă multistrat formată dintr-un miez (țesătură interioară) mărginit de două fețe aproximativ identice (fața A și fața B). Eșantioane de material au fost caracterizate din punctul de vedere al proprietăților specifice (grosime, grosime fire, porozitate) și datele obținute sunt prezentate în Tabelul 2. Pentru a utiliza modelele anterior dezvoltate cu un singur strat de a fost determinată o porozitatea echivalentă a materialului S3D a fost calculată cu formula clasică bazată pe ipoteza conservării fazei solide cu neglijarea coeficientului lui Poisson:

$$\varepsilon_e = \frac{\varepsilon_1 h_1 + \varepsilon_2 h_2 + \varepsilon_3 h_3}{h} \quad (1)$$

unde indicele 1 se referă la fața A, indicele 2 la țesătura interioară și indicele 3 la fața B.

Rezultate experimentale anterioare obținute pe tunul Taylor prin impactul direct pe celule de material poros Spacer 3D îmbibate cu soluție de glicerină și zeosil au fost comparate cu rezultatele teoretice. Această comparație a permis estimarea performanțelor celulelor de amortizare în limitele ipotezelor modelului teoretic. În fig. 53 este comparată forța maximă la impact obținută la impact cu estimări

teoretice. A fost considerată o viscozitatea a fluidului $\eta=0.33Pa\cdot s$ iar impactorul are masa de 0.52kg. Această comparație arată o precizie relativ ridicată. Celulele testate sunt identice (din punctul de vedere al geometriei și a nivelului de îmbibare) cu câteva particularități care le diferențiază în cea ce privește membrana de capsulare (grosime lipire, formă canal umplere, alte defecte). Rezultatele din fig. 53 au evidențiat că celula I are cea mai bună capacitate de reducere a forței maxime și prin urmare particularitățile constructive ale acestei celule vor fi studiate în detaliu.

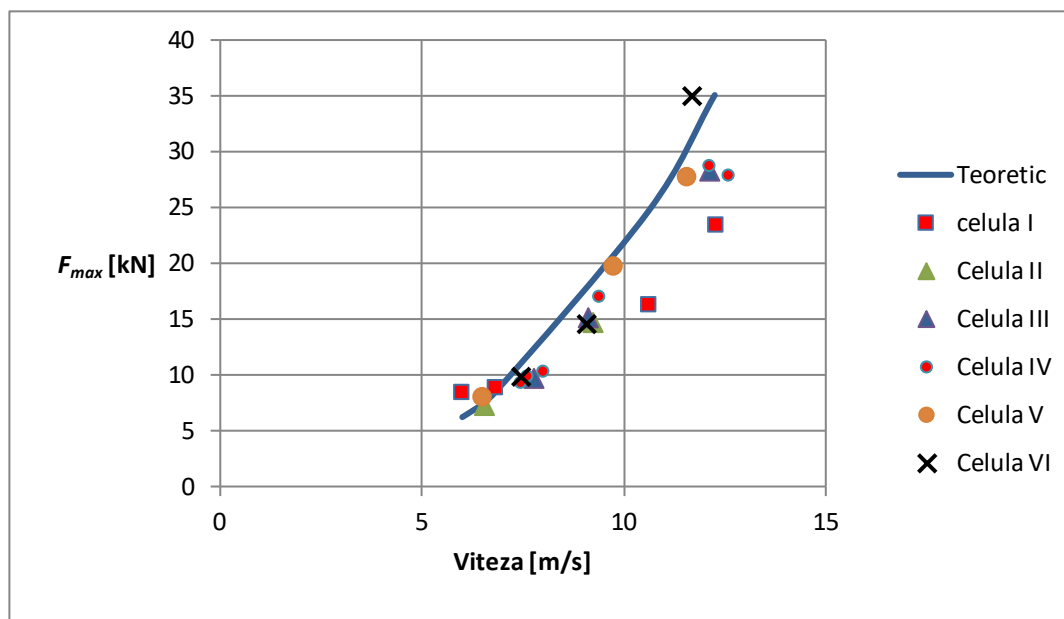


Fig. 53 Comparație a forței maxime la impact cu estimări teoretice pentru diferite viteze de impact pentru diferite celule testate (impactor cu masa de 0.52kg)

Pentru a cuantifica precizia modelului teoretic se poate calcula raportul forței măsurate experimental cu forța estimată teoretic pentru toate testele efectuate. În fig. 54 se poate observa variația acestui raport cu viteza și se poate estima o diferență relativă între cele două forțe de până la $\pm 15\%$. Acest rezultat poate fi considerat acceptabil ținând cont de structura multistrat a Spacer 3D și a porozității echivalente utilizate.

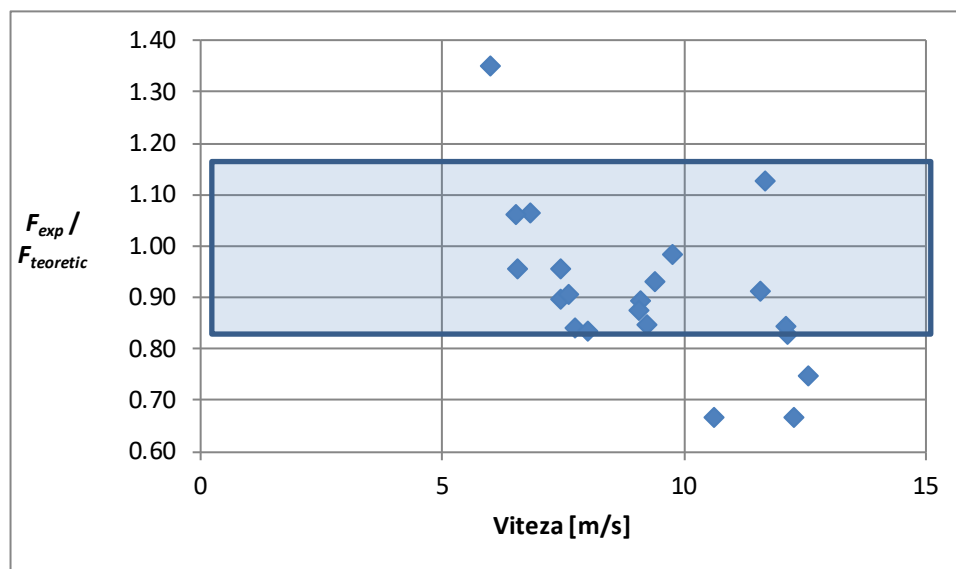


Fig 54. Variația raportului forța de impact experimentală pe forța estimată teoretic funcție de viteza de impact

Analiza numerică a ajutat la o mai bună înțelegere a răspunsului materialului poros la impact. Rezultatele experimentale au evidențiat o variație neliniară a forței maxime cu viteza de impact. De asemenea modelul își pierde precizia odată cu creșterea vitezei de impact pentru viteze care se apropie de 15m/s, și energii de aproximativ 40J.

Pentru celulele care au arătat o mai bună capacitate de amortizare a fost inițiat un studiu asupra particularităților specifice pentru îmbunătățirea designului general. După lovire au fost analizate și gradul de distrugere a materialului poros și a membranei de încapsulare.

Casca de protecție echipată cu componente de amortizare din materiale poroase îmbibate cu nanofluidă a fost testată în cadrul Centrului de Cercetare și Inovare pentru Apărare CBRN și Ecologie. Au fost testate 2 căști indentice și rezultatele obținute sunt comparate cu rezultatele obținute pe 2 căști fără dispozitive de amortizare.

Fixarea celor 2 probe pe suport:

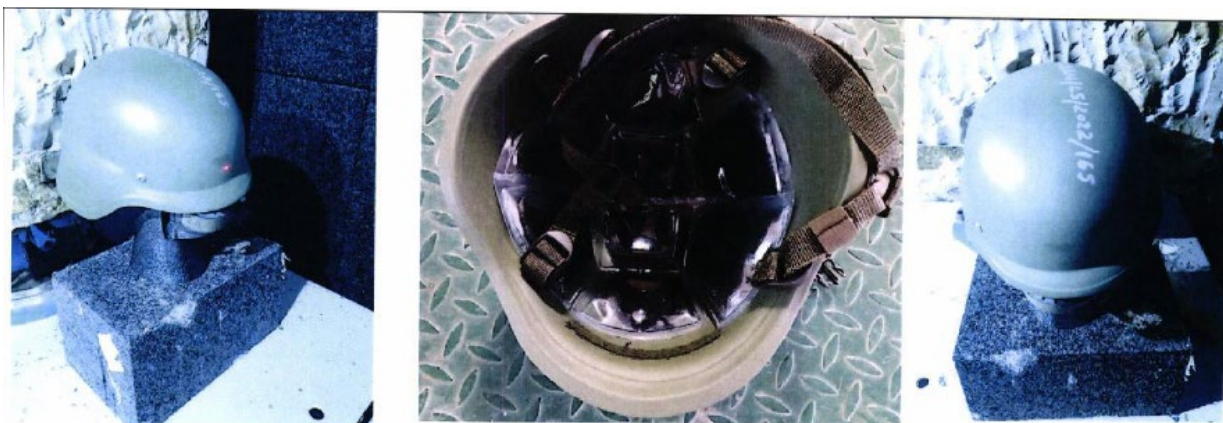


Fig 55. Fixarea probelor pe suport

Rezultatele obținute după tragere:



Casca 1, după tragere



Casca 2, după tragere



Fig 56. Imagini după tragere

Căștile balistice au rezistat la tipul de muniție la care au fost încercate, fără să prezinte perforare și prezentând amprente traumatiche sub valoarea limită de 25

mm. În figura 57 sunt prezentate valorile obținute privind amprenta traumatică pentru ambele seturi de căști de protecție. Conform rezultatelor, se poate observa o reducere a amprentei traumatice rezultate în urma lovirii căștilor de protecție echipate cu componente de amortizare din materiale poroase îmbibate cu nanofluid.

Cod probă	Loc de impact	Viteza masurată m/s	Amprenta traumatică maximă - mm	Amprenta traumatică rezultată - mm
Cască de protecție balistică echipată cu componente de amortizare din materiale poroase îmbibate cu nanofluid	Frontal	440	25	2
	Lateral dreapta	451		8
	spate	433		4
	Lateral stanga	445		8

Cod probă	Loc de impact	Viteza masurată m/s	Amprenta traumatică maximă - mm	Amprenta traumatică rezultată - mm
Cască de protecție balistică fără componente de amortizare	Frontal	436	25	17
	Lateral dreapta	433		14
	spate	433		11
	Lateral stanga	432		15

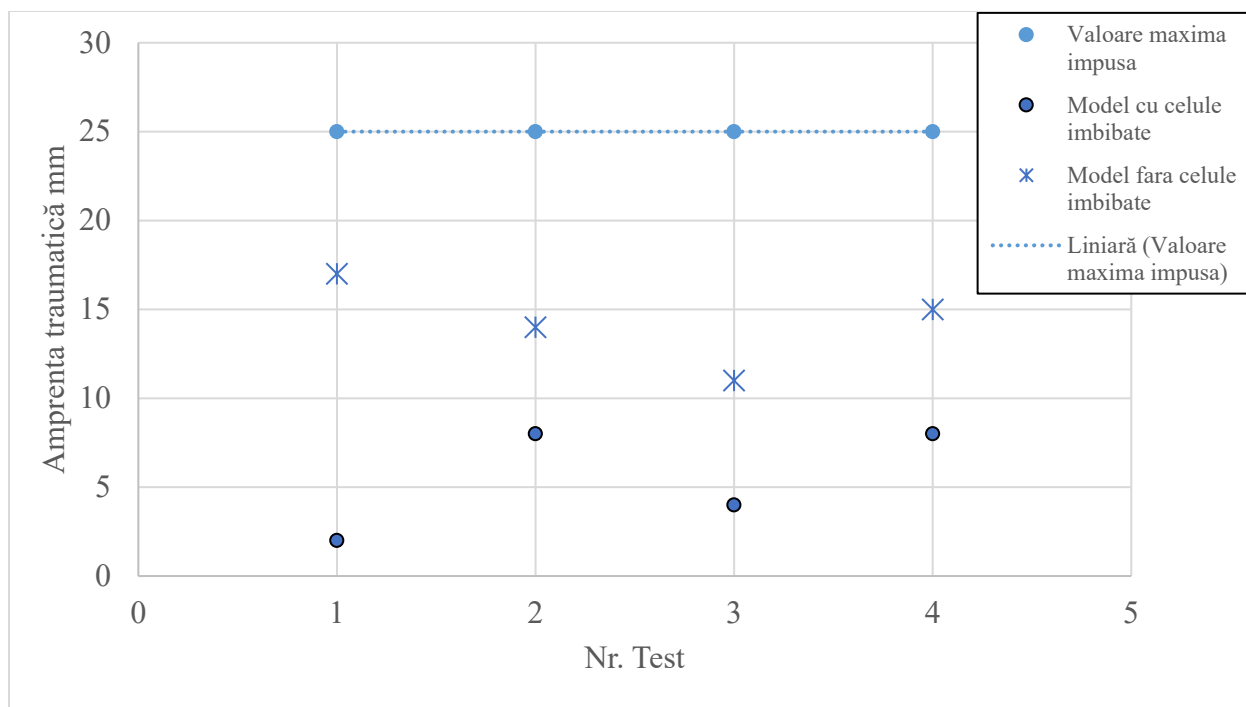


Fig 57. Compararea rezultatelor

ACTIVITATEA III.3 Diseminarea rezultatelor cercetării

În perioada 09-10.06.2022 colectivul de cercetare din cadrul UPB a participat la conferința *10th International Conference on Advanced Concepts in Mechanical Engineering – ACME 2022*, organizată de Facultatea de Inginerie Mecanică din cadrul Universității Tehnice „Gheorghe Asachi” din Iasi, Romania, cu lucrarea: ”Instrumentation and preliminary evaluation of a drop tower tester for low and medium impact energy” care va fi publicată în IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, un open-access proceedings journal indexat WOS/ISI.

În perioada 10-15.07.2022 colectivul de cercetare din cadrul UPB a participat și la conferința *7th World Tribology Congress – WTC 2022*, Lyon, Franța, cu lucrarea: ”Performance Evaluation of a Structurally Elastic Hydrostatic Thrust Bearing in Isothermal Conditions”.

În perioada 17-21.07.2022 colectivul de cercetare din cadrul ATM a participat la conferința *19th International Conference on Experimental Mechanics*, organizată

de European Society for Experimental Mechanics, Polish Society of Theoretical and Applied Mechanics și Institute of Fundamental Technological Research, Polish Academy of Sciences în Cracovia, Polonia, cu lucrarea: ” ASSESMENT OF THE NON-NEWTONIAN LIQUID FILLED CELLS POTENTIAL TO MITIGATE THE IMPACT FORCE”.



Fig. 51 Participanții la lucrările conferinței ICEM19



ASSESSMENT OF THE NON-NEWTONIAN LIQUID FILLED CELLS POTENTIAL TO MITIGATE THE IMPACT FORCE

Adrian Rotariu, Eugen Trană, Liviu Matache, Florina Bucur, Florin Dîrloman, Petrică Turtoi

Military Technical Academy, Romania, Bucharest, 39-49 George Coșbuc Av.
Politechnica University of Bucharest, Romania, Bucharest, 313 Splaiul Independenței

The present study reports experimental results obtained in impact tests in which cells made of thin polymer film with a core of 3D fabric filled with glycerine were used. For some tests the impact surface was spherical with a radius of 72.5 mm. The characteristic size of the spherical surface was established starting from the average width of the human male skull.

EXPERIMENTAL SETUP

- A 60 mm calibre compressed air gun was used to accelerate the projectile.
- The 0.76 kg aluminium projectile was fitted with a removable, flat/concave spherical head.
- The samples were attached with an adhesive tape to a body with a flat/convex spherical surface.
- The rigid body mount was supported during the test on a 200C20 PCB force transducer.
- A PHOTRON high speed camera was used to determine the impact velocity.
- In addition to the imbibed cell tests a series of dry cell tests and of free impact tests were performed.

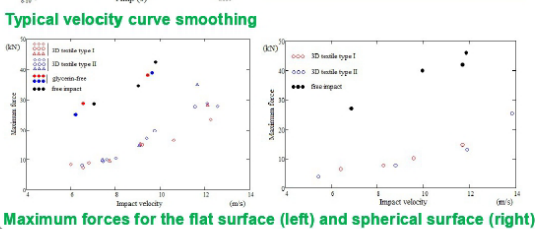
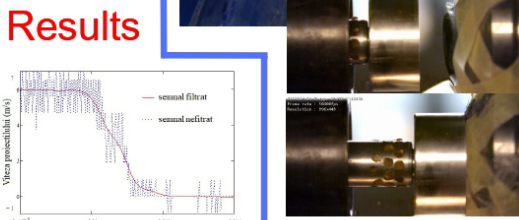
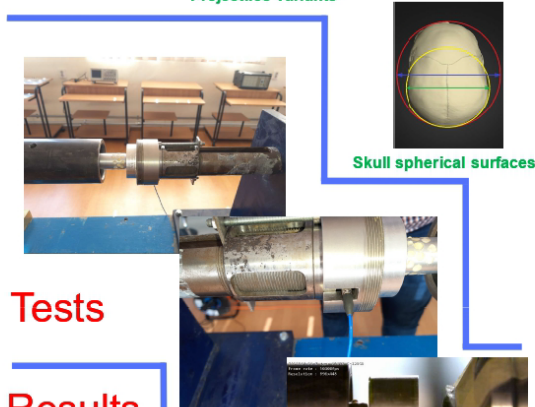
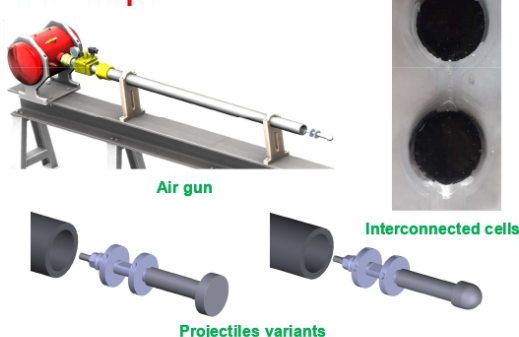
RESULTS/CONCLUSIONS

- Dry 3D fabric only marginally contributes to shock attenuation through its deformation.
- In the presence of the imbibed cells at impact on the flat surface the max. forces are in the range of 30-50% of the values obtained at free impact and for the curved surface in the range of 25-35%.
- A reduction in efficiency of damping cells as the impact velocity increases was observed.

Acknowledgments

This work was supported by a grant of the Romanian Ministry of Education and Research, CCCDI - UEFISCDI, project number PN-III-P2-2.1-PTE-2019-0432, within PNCDI III.

Concept

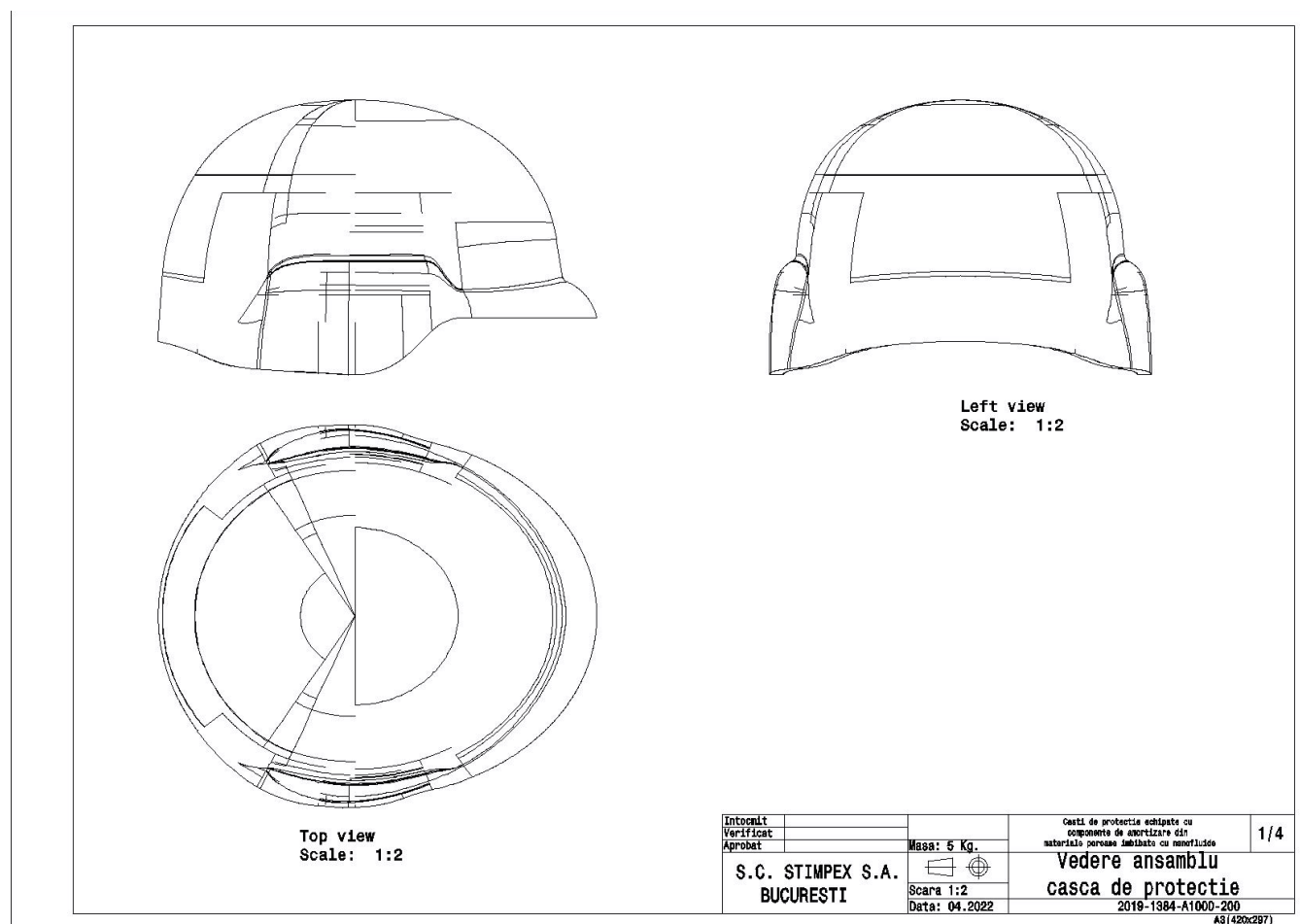


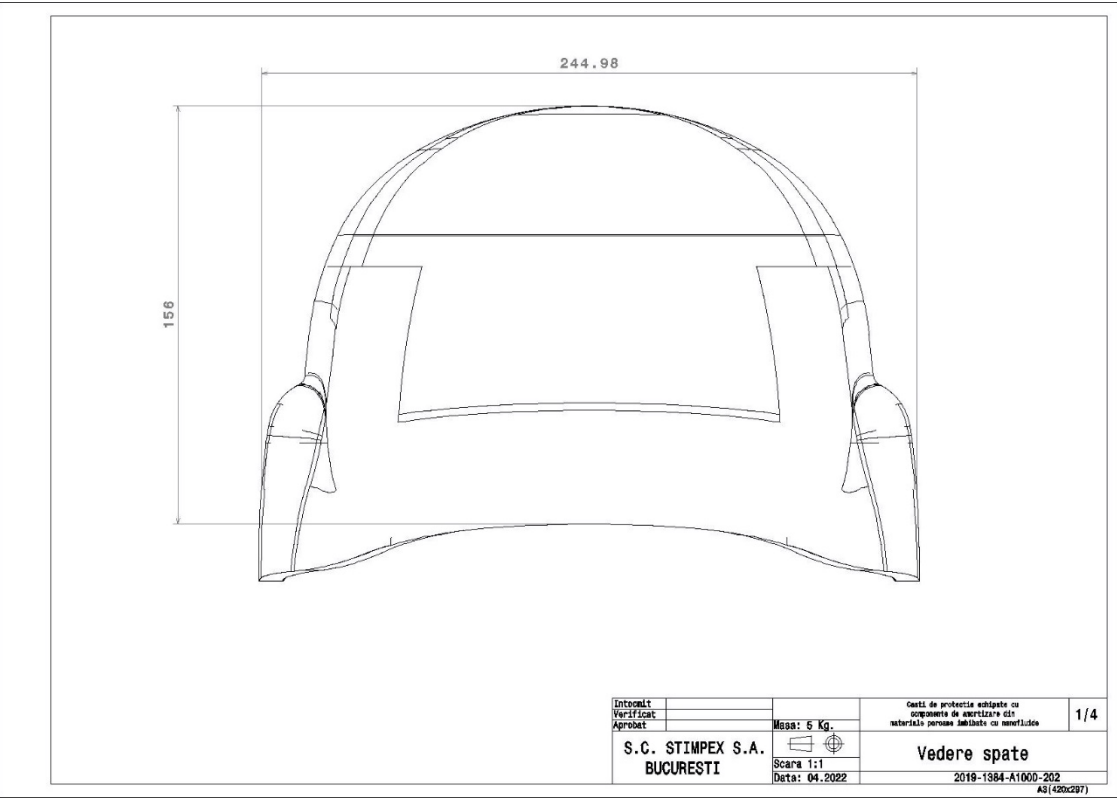
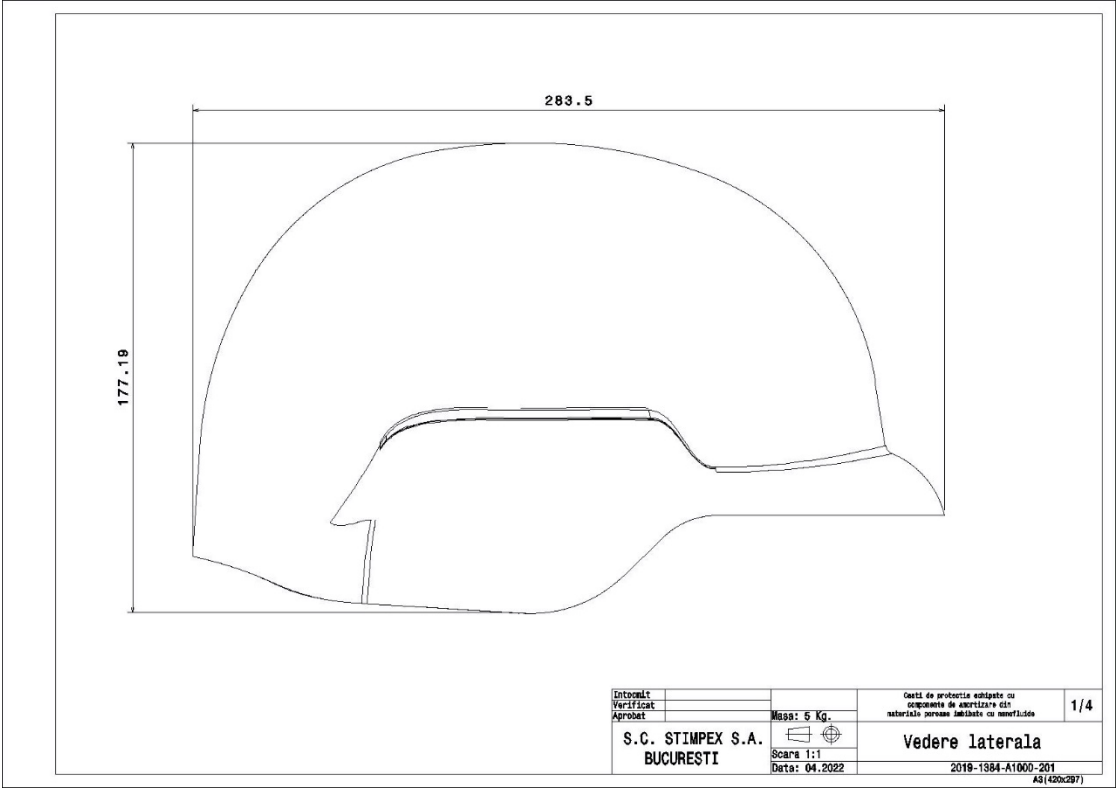
ACTIVITATEA III.4 Finalizarea documentație de fabricație

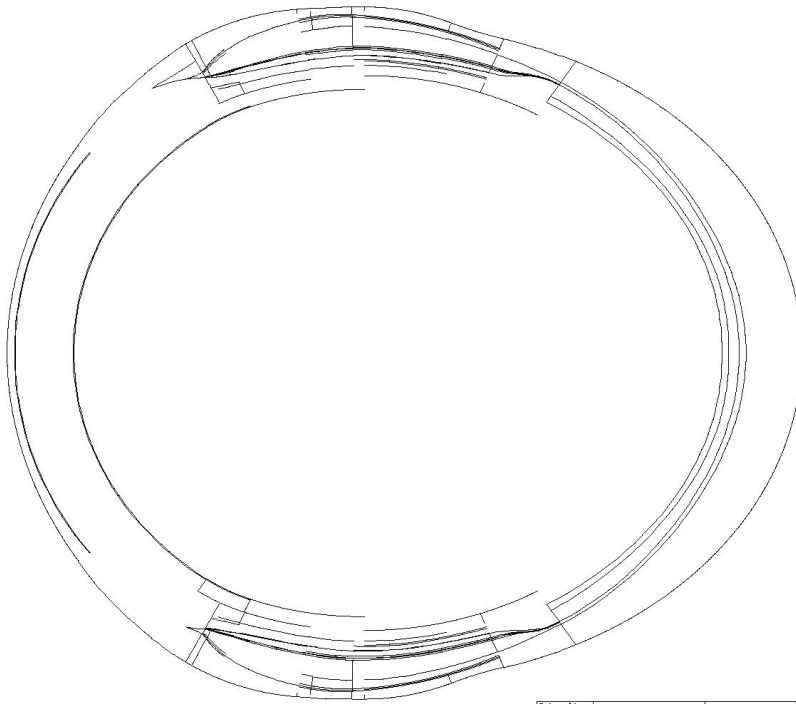
Fabricarea produsului: Cască de protecție balistică echipată cu componente de amortizare din materiale poroase îmbibate cu nanofluid.

Cască de protecție balistică echipată cu componente de amortizare din materiale poroase îmbibate cu nanofluid protejează capul purtătorului contra schijelor și socurilor mecanice, permițând în același timp, executarea activităților specifice în condiții de siguranță confort și vizibilitate.

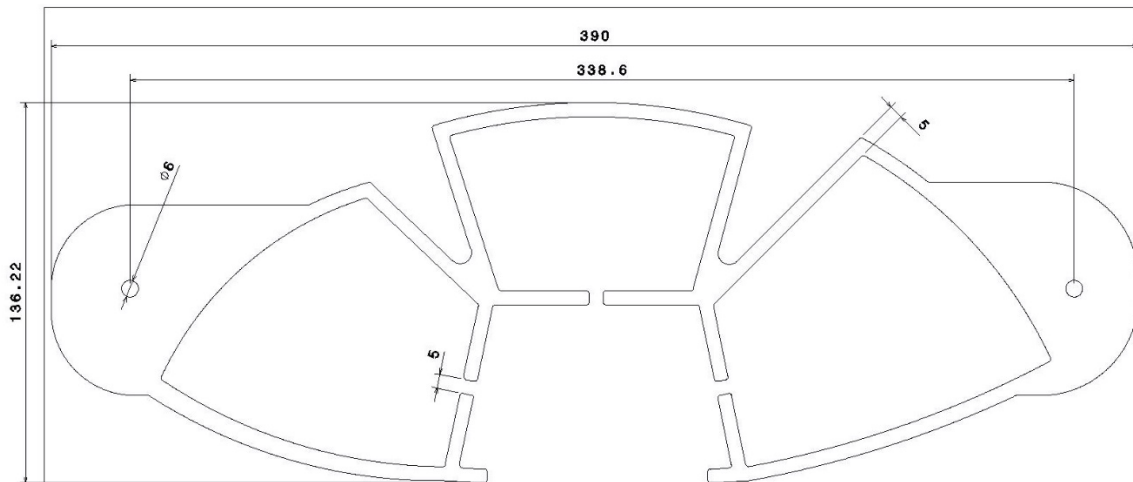
Sunt prezentate desenele tehnice pentru realizarea produsului precum și documentația de fabricație.







Intocmit				Căști de protecție echipate cu componente de amortizare din materiali poroși laminati cu nemetalice	1/4
Verificat					
Aprobat					
S.C. STIMPEX S.A. BUCURESTI			Masa: 5 Kg.		
			Scara 1:2		
			Data: 04.2022		
				Vedere de sus	
				2019-1384-A1000-203	
				AS(420x297)	



Intocmit				Căști de protecție echipate cu componente de amortizare din materiali poroși laminati cu nemetalice	1/1
Verificat					
Aprobat					
S.C. STIMPEX S.A. BUCURESTI			Masa: 2,8 Kg.		
			Scara 1:1		
			Data: 04.2000		
				Matrita lipire_celule	
				2019-1384-A1000-100	
				AS(420x297)	

S.C. STIMPEX S.A. BUCUREȘTI

**NESECRET
COD IDENTIFICARE: DT 37**

DOCUMENTAȚIE TEHNOLOGICĂ DE FABRICAȚIE

PENTRU

**CASCĂ DE PROTECȚIE BALISTICĂ ECHIPATĂ CU
COMPONENTE DE AMORTIZARE DIN MATERIALE
POROASE ÎMBIBATE CU NANOFLLUIDE**

**ADMINISTRATOR EXECUTIV S.C. STIMPEX S.A.
Ing.**

ISTRATE MARCEL

S.C. STIMPEX S.A.	DOCUMENTAȚIE TEHNOLOGICĂ	COD DT-110
	DOCUMENTAȚIE TEHNOLOGICĂ DE FABRICAȚIE PENTRU PRODUS DE BAZĂ Cască de protecție balistică echipată cu componente de amortizare din materiale poroase îmbibate cu nanofluid	Pag. 2 / 10
Ediția nr. 1/2022 Revizia nr. 0		

CUPRINS

	pag.
1. Denumirea produsului	3
2. Destinația produsului	3
3. Componenta produsului	3
4. Descrierea componentelor	3
5. Caracteristici	5
5.1. Caracteristici fizice	5
5.2. Caracteristici de performanță.....	5
5.3. Culoare	5
6. Condiții tehnice de calitate	5
6.1. Proiectare și construcție.....	5
6.2. Execuție	6
6.3. Calitatea execuției.....	6
6.4. Condiții de recepție	7
6.5. Responsabilitatea testelor.....	9
6.6. Examinări și teste speciale	9
6.7. Insterschimbabilitate	10
6.8. Ergonomie	10
7. Condiții pentru marcare și ambalare	10
7.1. Marcare	10
7.2. Ambalare	11
8. Condiții pentru depozitare și transport	12
8.1. Depozitare	12
8.2. Transport	12
9. Termen de garanție	12
10. Observații	12
11. Anexe	12

S.C. STIMPEX S.A.	DOCUMENTAȚIE TEHNOLOGICĂ	COD DT-110
	DOCUMENTAȚIE TEHNOLOGICĂ DE FABRICAȚIE PENTRU PRODUS DE BAZĂ Cască de protecție balistică echipată cu componente de amortizare din materiale poroase îmbibate cu nanofluide	Pag. 3 / 10
Ediția nr. 1/2022 Revizia nr. 0		

1. Denumirea produsului

Cască de protecție balistică echipată cu componente de amortizare din materiale poroase îmbibate cu nanofluide.

2. Destinația produsului

Produsul asigură protecția capului și a feței personalului care execută lucrări de dezamorsare, împotriva fragmentelor explozive.

Cască de protecție balistică echipată cu componente de amortizare din materiale poroase îmbibate cu nanofluide protejează capul purtătorului contra schijelor și socurilor mecanice, permițând în același timp, executarea activităților specifice în condiții de siguranță confort și vizibilitate.

3. Componenta produsului

Principalele elemente componente ale Cască de protecție balistică echipată cu componente de amortizare din materiale poroase îmbibate cu nanofluide sunt:

- calotă;
- sistem de fixare-ajustare tip hamac;
- hamac;
- ansamblu curea pentru bărbie;
- amortizoare de frunte;
- amortizoare de ceafă;
- amortizoare laterale;
- cheder de margine;
- catarama;
- inele și nituri.

Inventarul complet pentru Cască de protecție balistică echipată cu componente de amortizare din materiale poroase îmbibate cu nanofluide conține următoarele elemente:

- cască de protecție balistică echipată cu componente de amortizare din materiale poroase îmbibate cu nanofluide;
- husă accesorii.

4. Descrierea componentelor

Calota se execută prin presare la cald a pachetului de țesături din fibre aramidice impregnate cu rășină fenolformaldehidică.

Sistemul tip „hamac” și ansamblul curea pentru bărbie este o combinație de bandă de poliester, piele naturală box și catarama din ABS.

Amortizoarele sunt confecționate din cauciuc neopren.

Chederul de margine se confecționează din cauciuc și se lipește cu adeziv pe muchia calotei.

S.C. STIMPEX S.A.	DOCUMENTAȚIE TEHNOLOGICĂ	COD DT-110
	DOCUMENTAȚIE TEHNOLOGICĂ DE FABRICAȚIE PENTRU PRODUS DE BAZĂ Cască de protecție balistică echipată cu componente de amortizare din materiale poroase îmbibate cu nanofluid	Pag. 4 / 10
Ediția nr. 1/2022 Revizia nr. 0		

5. Caracteristici

5.1. Caracteristici fizice

Cască de protecție balistică echipată cu componente de amortizare din materiale poroase îmbibate cu nanofluid are următoarele caracteristici fizice:

- Masa căștii: $1,60 \pm 0,5$ kg, complet echipată cu cagulă și sistem de iluminat;
- Dimensiuni de gabarit:
 - Diametrul mare: 259 ± 3 mm;
 - Diametrul mic: 238 ± 3 mm;
 - Înălțime: 175 ± 2 mm;
 - Grosimea calotei: 9 ± 1 mm.

5.2. Caracteristici de performanță

Nivelul de protecție balistică pentru cască precum și pentru vizor conform standardului SMT 40202-1/2000 este $V_{50} = 700$ m/s, min. pentru FSP : 1,1 grame (corespunzător STANAG 2920).

5.3. Culoare

Kaki

6. Condiții tehnice de calitate

6.1. Proiectare și construcție

Cască de protecție balistică echipată cu componente de amortizare din materiale poroase îmbibate cu nanofluid nu implică probleme complexe referitoare la proiectare și construcție.

Standardele avute în vedere la proiectarea acestora sunt STANAG 2920 și SMT 40202-1/2000.

6.2. Execuție

Procesul tehnologic de realizare a Căștii de protecție balistică echipată cu componente de amortizare din materiale poroase îmbibate cu nanofluid cuprinde următoarele faze:

6.2.1. Calota căștii:

- sablonarea pieselor componente ale calotei din țesătură poliaramidică impregnată (petale și discuri compensatoare);
- debitarea pe contur a pieselor șablonate;
- așezarea pieselor debitate în matriță, respectând ordinea aranjării straturilor (ca număr și poziție);
- control pe flux de fabricație;

S.C. STIMPEX S.A. Ediția nr. 1/2022 Revizia nr. 0	DOCUMENTAȚIE TEHNOLOGICĂ	COD DT-110
	DOCUMENTAȚIE TEHNOLOGICĂ DE FABRICAȚIE PENTRU PRODUS DE BAZĂ Cască de protecție balistică echipată cu componente de amortizare din materiale poroase îmbibate cu nanofluid	Pag. 5 / 10

- preformarea la rece a calotei în matriță prin presarea straturilor de țesătură poliaramidică impregnată;
- uscarea calotei preformate;
- termorigidizarea calotei în matriță încălzită electric la temperatura de $160^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, presiunea de $15 \text{ bar} \pm 5 \text{ bar}$ timp de 15-20 minute. După 30s se deschide matrița timp de 5 s pentru eliminarea compușilor volatili. Se pot efectua 2-3 aerări;

- maturarea calotei timp de 24 ore la temperatura camerei;
- debitarea calotei pe contur;
- control pe fluxul de fabricație;
- executarea orificiilor pentru montarea accesoriilor interioare;
- degresarea calotei cu acetonă;
- vopsirea primară cu grund a calotei pe suprafața interioară și pe cea exterioară;
- control pe fluxul de fabricație;
- vopsirea finală a suprafeței interioare;
- montarea chederului pe contur;
- vopsirea finală a suprafeței exterioare;
- prezentarea la recepție a calotei.

6.2.2. Sistemul de protecție și amortizare a șocului

- croirea chingilor textile;
- confecționarea elementelor de amortizare din materiale poroase îmbibate cu nanofluid;
- lipirea elementelor de amortizare utilizând matrița de lipire;
- îmbibarea elementelor în amestecul de nanofluid;
- sigilarea elementelor;
- control CTC;
- montarea elementelor de amortizare și a hamului de ajustare pe cap;
- montarea șuruburilor și a șaibelor;
- fixarea sistemului de protecție și amortizare a șocului;
- fixarea sistemului de prindere sub bărbie;
- lipirea etichetelor;
- control final și prezentarea la recepție a căștii.

S.C. STIMPEX S.A.	DOCUMENTAȚIE TEHNOLOGICĂ	COD DT-110
	DOCUMENTAȚIE TEHNOLOGICĂ DE FABRICAȚIE PENTRU PRODUS DE BAZĂ Cască de protecție balistică echipată cu componente de amortizare din materiale poroase îmbibate cu nanofluid	Pag. 6 / 10
Ediția nr. 1/2022 Revizia nr. 0		

Tabelul nr 1: Verificările pe flux de fabricație

Nr. crt.	Obiectul verificărilor	Operația tehnologică care se verifică	Denumirea verificării	Procentajul verificărilor din lot (%)	Cerințe de calitate
1	Calota	Disponerea straturilor de țesătură în matriță	Verificarea numărului de straturi și modul de suprapunere	100	Piese aranjate ca în desenele de execuție
2		Debitarea calotei pe contur	Verificarea conturului calotei	10	Contur neted, simetric
3		Montarea accesoriilor, amortizoarelor și chederului	Verificarea corectitudinii montării	100	Respectarea poziției de fixare; chederul să nu se desprindă ușor; între capetele profilului să nu rămână un spațiu liber >0,5 mm
4		Vopsirea calotei	Verificarea uniformității vopsirii	100	Vopsire omogenă, uniform fără pete, fără exfolieri
5	Sistemul de protecție și amortizare a șocului	Croirea benzilor textile	Verificarea dimensiunilor benzilor textile	1	Dimensiunile reperelor textile să corespundă celor prevăzute în desenele de execuție
6		Etanșarea celulelor de amortizare	Verificarea etanșeității	10	Lipituri rezistente
7	Casca asamblată	Montarea sistemului de protecție și amortizare a șocului	Verificarea funcționării sistemelor de ajustare	100	Fixare corectă și funcțională a accesoriilor

S.C. STIMPEX S.A.	DOCUMENTAȚIE TEHNOLOGICĂ	COD DT-110
	DOCUMENTAȚIE TEHNOLOGICĂ DE FABRICAȚIE PENTRU PRODUS DE BAZĂ Cască de protecție balistică echipată cu componente de amortizare din materiale poroase îmbibate cu nanofluid	Pag. 7 / 10
Ediția nr. 1/2022 Revizia nr. 0		

,

6.4. Condiții de recepție

Recepția se execută pe baza prezentei documentații, a modelului omologat și a buletinelor de încercări ale materiilor prime folosite.

În vederea asigurării calității produsului se efectuează verificări pe fluxul de fabricație și la recepția finală care probează că produsul respectă valorile cerințelor operaționale impuse.

Probele pentru verificarea calității produsului pot fi:

- probe de tip;
- probe de recepție.

Probele de tip au ca scop verificarea încadrării tuturor caracteristicilor tactico-tehnice în prevederile prezentei specificații de produs, în proporție de 100% și se vor executa la întreruperea producției mai mult de un an și o dată la fiecare 10 loturi.

Tabelul nr. 2: Probele de tip și de recepție

Nr. crt.	Caracteristica	Clasifi- care	Metoda de testare	Inspecții de conformitate		
				Verificări pe flux	Verificări de recepție	Verificări de tip
1. 2. 3.	Rezistența balistică Rezistența la șocuri mecanice Rezistența la penetrare	Critice	SMT 40202-1/2000 STAS 3159-81 STAS 3159-81	- - -	X - -	X X X
4. 5. 6.	Rezistența la flacără Rezistența la temp. extreme Rezistența la umiditate		STAS 3159-81 SMT 40202-1/2000 -	- - -	- - X	X X X
7. 8. 9.	Masa Principalele dimensiuni Aspectul	Minore	STAS 6142-73 STAS 3160-72 Vizual	- - X	X X X	X X X

S.C. STIMPEX S.A.	DOCUMENTAȚIE TEHNOLOGICĂ	COD DT-110
	DOCUMENTAȚIE TEHNOLOGICĂ DE FABRICAȚIE PENTRU PRODUS DE BAZĂ Cască de protecție balistică echipată cu componente de amortizare din materiale poroase îmbibate cu nanofluide	Pag. 8 / 10
Ediția nr. 1/2022 Revizia nr. 0		

6.5. Responsabilitatea testelor

Prezentarea produselor la recepția militară se face prin aviz semnat de director și șeful compartimentului AQ în care se precizează că produsele au fost verificate și corespund documentației de fabricație a produsului de bază.

S.C. STIMPEX S.A., furnizorul produsului „Cască de protecție balistică echipată cu componente de amortizare din materiale poroase îmbibate cu nanofluide”, răspunde pentru îndeplinirea tuturor cerințelor privind recepția acestora.

Beneficiarul are dreptul de a efectua oricare din testele stabilite în specificație, în laboratoare proprii acreditate sau în cele ale producătorului.

Pentru încercările de verificare a rezistenței balistice, testele se vor efectua în Laboratorul de Încercări pentru Protecție Balistică și Pirotehnice (LIPBP) al UM 02512/C București, iar pentru verificările privind caracteristicile fizice ale produsului, altele decât cele de protecție balistică, în laboratoare proprii acreditate sau în cele ale furnizorului (producătorului).

6.6. Examinări și teste speciale

Principalele verificări care se efectuează la recepție și la omologare se referă la caracteristicile de rezistență balistică și mecanică ale plăcii ceramice.

Metoda de verificare a rezistenței balistice constă în verificarea nivelului de protecție balistică prin testare la schije standard în laboratoare specializate, conform SMT 40202-1/2000 care corespunde cu STANAG 2920.

Verificarea rezistenței la șocuri mecanice, a rezistenței la penetrare și a rezistenței la flacără se efectuează în laborator specializat conform STAS 3159-81.

Verificarea rezistenței la temperaturi extreme de exploatare are loc în conformitate cu SMT 40202-1/2000 care corespunde cu STANAG 2920.

6.7. Interschimbabilitate

Nu există produse similare în înzestrarea armatei care să permită interschimbabilitatea unor piese sau subansamble cu Cască de protecție balistică echipată cu componente de amortizare din materiale poroase îmbibate cu nanofluide.

În cazul în care casca a fost împușcată aceasta va fi înlocuită.

6.8. Ergonomie

Pentru realizarea performanțelor căștii s-au avut în vedere protecția foarte bună la șocurile mecanice, ventilarea corespunzătoare a capului purtătorului și eliminarea excesului de umiditate acumulat, printr-un sistem de protecție și amortizare modern și fiabil.

S.C. STIMPEX S.A.	DOCUMENTAȚIE TEHNOLOGICĂ	COD DT-110
	DOCUMENTAȚIE TEHNOLOGICĂ DE FABRICAȚIE PENTRU PRODUS DE BAZĂ Cască de protecție balistică echipată cu componente de amortizare din materiale poroase îmbibate cu nanofluide	Pag. 9 / 10
Ediția nr. 1/2022 Revizia nr. 0		

Cască are formă anatomică și poate fi utilizată și împreună cu masca contra gazelor. Harnasamentul asigură fixare și ajustare rapidă, comoditate în purtare și ventilația necesară confortului termic. Completul căștii conține și 5 seturi de antifoane independente, interne.

Vizorul asigură un câmp vizual suficient de mare și poate fi fixat în două poziții: „ridicat” și „coborât”.

7. Condiții pentru marcare și ambalare

7.1. Marcare

Cască de protecție balistică echipată cu componente de amortizare din materiale poroase îmbibate cu nanofluide are lipită pe partea interioară o etichetă pe care sunt tipărite următoarele date, fig. 1:

- denumirea furnizorului;
- denumirea produsului;
- nivelul de protecție balistică;
- seria și lotul produsului.

7.2. Ambalare

Înainte de a fi ambalată, Cască de protecție balistică echipată cu componente de amortizare din materiale poroase îmbibate cu nanofluide este înseriată și verificată de către responsabilul cu asigurarea calității.

Aceasta se ambalează în cutii de carton, iar stivuirea permisă este de maxim 4 bucăți.

La livrare produsul va fi însoțit de următoarele documente: Aviz de expediție, Proces verbal de recepție internă, Certificat de calitate și Declarație de conformitate.

8. Condiții pentru depozitare și transport

8.1. Depozitare

Depozitarea produsului se face în încăperi uscate, ferite de acțiunea directă a surselor lumină și de căldură. Stivele de câte patru cutii se dispun cu etichetele la vedere, lăsând un spațiu de cel puțin 25 cm între pardoseală și prima cutie din stivă.

8.2. Transport

Cască de protecție balistică echipată cu componente de amortizare din materiale poroase îmbibate cu nanofluide face parte din echipamentul individual de protecție al personalului pentru care este destinat.

Cască de protecție balistică echipată cu componente de amortizare din materiale poroase îmbibate cu nanofluide se ambalează în cutii de carton cu dimensiunile maxime 560x535x600 mm în plan orizontal câte 15 bucăți, aranjate

S.C. STIMPEX S.A.	DOCUMENTAȚIE TEHNOLOGICĂ	COD DT-110
	DOCUMENTAȚIE TEHNOLOGICĂ DE FABRICAȚIE PENTRU PRODUS DE BAZĂ Cască de protecție balistică echipată cu componente de amortizare din materiale poroase îmbibate cu nanofluide	Pag. 10 / 10
Ediția nr. 1/2022 Revizia nr. 0		

pe 3 coloane a câte 5 căști, între coloane este un perete despărțitor din același material ca și cutia. Fiecare cască se introduce într-o husă de polietilenă cu dimensiunile de 400x400 mm.

Cască de protecție balistică echipată cu componente de amortizare din materiale poroase îmbibate cu nanofluide ambalate se vor transporta cu mijloace de transport acoperite pentru a fi protejate față de precipitații atmosferice.

Expedierea se va face în prezența reprezentanților unității producătoare și a beneficiarului.

9. Termen de garanție

Durata în serviciu: până la afectarea gravă a integrității calotei și vizorului.

Termen de garanție în condiții de depozitare: 10 ani.

Cască de protecție balistică echipată cu componente de amortizare din materiale poroase îmbibate cu nanofluide împușcate nu mai prezintă garanție în exploatare și nu se mai utilizează în luptă.

10. Observatii

Produsul se livrează însoțit de: Cartea Tehnică și instrucțiuni de utilizare certificat de calitate și declarație de conformitate.

Conform înțelegerii contractuale, produsul poate fi însoțit la livrare și de alte documente: prospect, fișă tehnică de mentenanță, etc.

Întocmit,

STIMPEX S.A. BUCUREȘTI

CONCLUZII

A fost testat produsul cască de protecție echipată cu componente de amortizare din materiale poroase imbibate cu nanofluid. Rezultatele testării au evidențiat o reducere considerabilă a valorii amprente traumatiche rezultate în urma lovirii cu un glonț de calibru 9mm. Performanțele soluției adoptate sunt puse în evidență față de o cască de protecție balistică fără celule de amortizare imbibate.

A fost întocmită documentația tehnică de fabricație a întregului ansamblu de cască de protecție echipată cu componente de amortizare din materiale poroase imbibate cu nanofluid.

Director proiect

Achim Veronica

A handwritten signature in blue ink, consisting of a stylized, cursive 'A' followed by a horizontal stroke.