

 INSTITUTUL DE MECANICA SOLIDELOR	RAPORT DE ÎNCERCĂRI	Pag. 1 / 16
--	----------------------------	-----------------------

RAPORT DE INCERCĂRI

Aprobat

Director IMS

Dr. Tudor SIRETEANU




ÎNCERCĂRI PENTRU PARDOSEALĂ ELASTICĂ

LOCUL EFECTUĂRII ÎNCERCĂRIILOR: Institutul de Mecanica Solidelor

PERIOADA EFECTUĂRII LUCRĂRII: 17.08.2017-12.09.2017

Responsabil contract:

dr. mat. Ana-Maria MITU

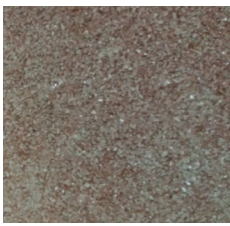
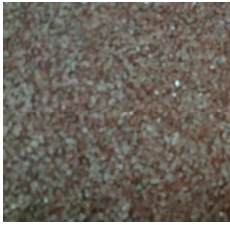
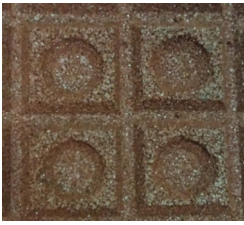
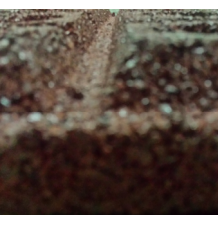




1. METODA DE ÎNCERCARE

Încercările s-au efectuat în laborator pentru un număr de 4 esantioane de pardoseli elastice din cauciuc reciclat, aduse de S.C. COMINDFLEX S.R.L.

Pentru identificarea de către beneficiar a tipului de pardoseală și a producătorului, în tabelul de mai jos sunt prezentate codul folosit de executant pentru identificarea pardoselii în timpul încercărilor, dimensiunile măsurate ale pardoselii și imagini ale suprafeței de lucru, de așezare și a secțiunii pardoselii.

Nr. crt.	Cod pardoseală încercată	Dimensiuni măsurate în mm (L x l x h)	Suprafață de lucru	Suprafață de așezare	Secțiune
1	C1	1020x770x40			
2	C2	1020x770x30			
3	C3	1020x770x20			
4	C4	580x500x30			



Metoda de incercare este in conformitate cu cea descrisa in standardul SR EN 1177/A1 - Iunie 2003:

**ACOPERIRI AMORTIZOARE DE ȘOCURI,
PENTRU SUPRAFEȚELE SPAȚIILOR DE JOACĂ**
Cerințe de securitate și metode de încercare

Pentru determinarea indicelui HIC s-a folosit un dispozitiv din duraluminu cu densitatea de $2,7 \text{ g/cm}^3$, având forma semisferică cu diametrul $d=160 \text{ mm}$ în zona inferioară, continuat cu o suprafață cilindrică în partea superioară de același diametru și prevăzut cu o cavitate cilindrică pentru a putea amplasa în centrul de masă al dispozitivului un traductor de accelerații triaxial (vezi Fig.1)

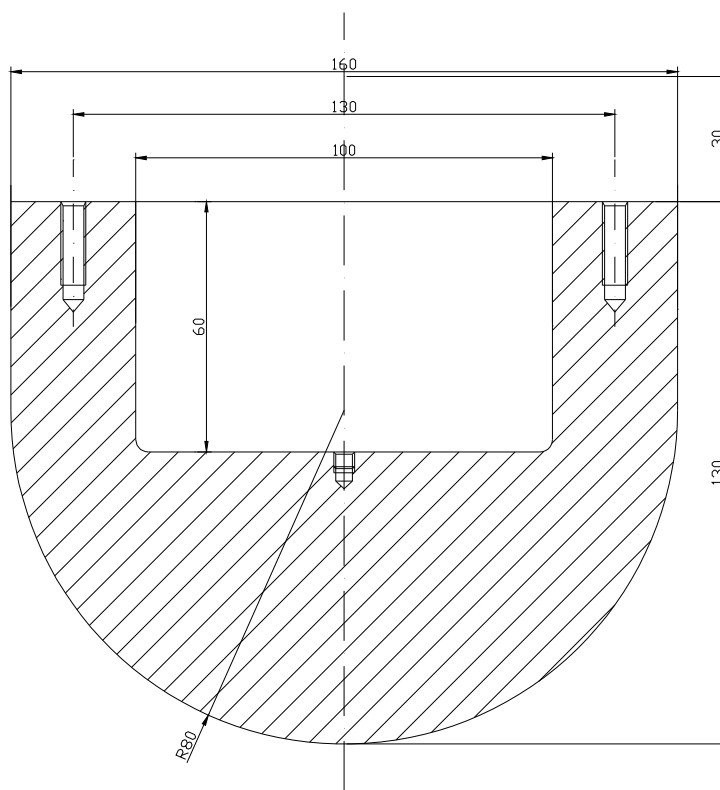


Fig.1

Cu ajutorul accelerometrului s-au masurat accelerațiile de impact pe trei direcții ortogonale ale dispozitivului lăsat să cadă liber de la diferite înălțimi pe esanțioanele de acoperiri puse la dispoziție de fabricant. În funcție de diferitele înălțimi de la care dispozitivul a fost lăsat să cadă liber s-a trasat curba de variație a indicelui HIC corespunzător fiecărei suprafețe de probă. Pe baza acestor curbe, s-a determinat înălțimea de cădere critică H_c corespunzătoare valorii 1000 a indicelui HIC, pentru fiecare suprafață.



2. DESCRIEREA ECHIPAMENTULUI DE ÎNCERCARE

În interiorul dispozitivului s-a montat traductorul de accelerații triaxial prin intermediul unui prezon și s-a închis dispozitivul cu un capac fixat prin patru șuruburi. Capacul este prevăzut cu un orificiu în care este montat un element de cauciuc necesar pentru a menține integritatea firelor accelerometrului în timpul experimentărilor. Elementul de cauciuc este fixat cu ajutorul unei plăci (Fig.2)

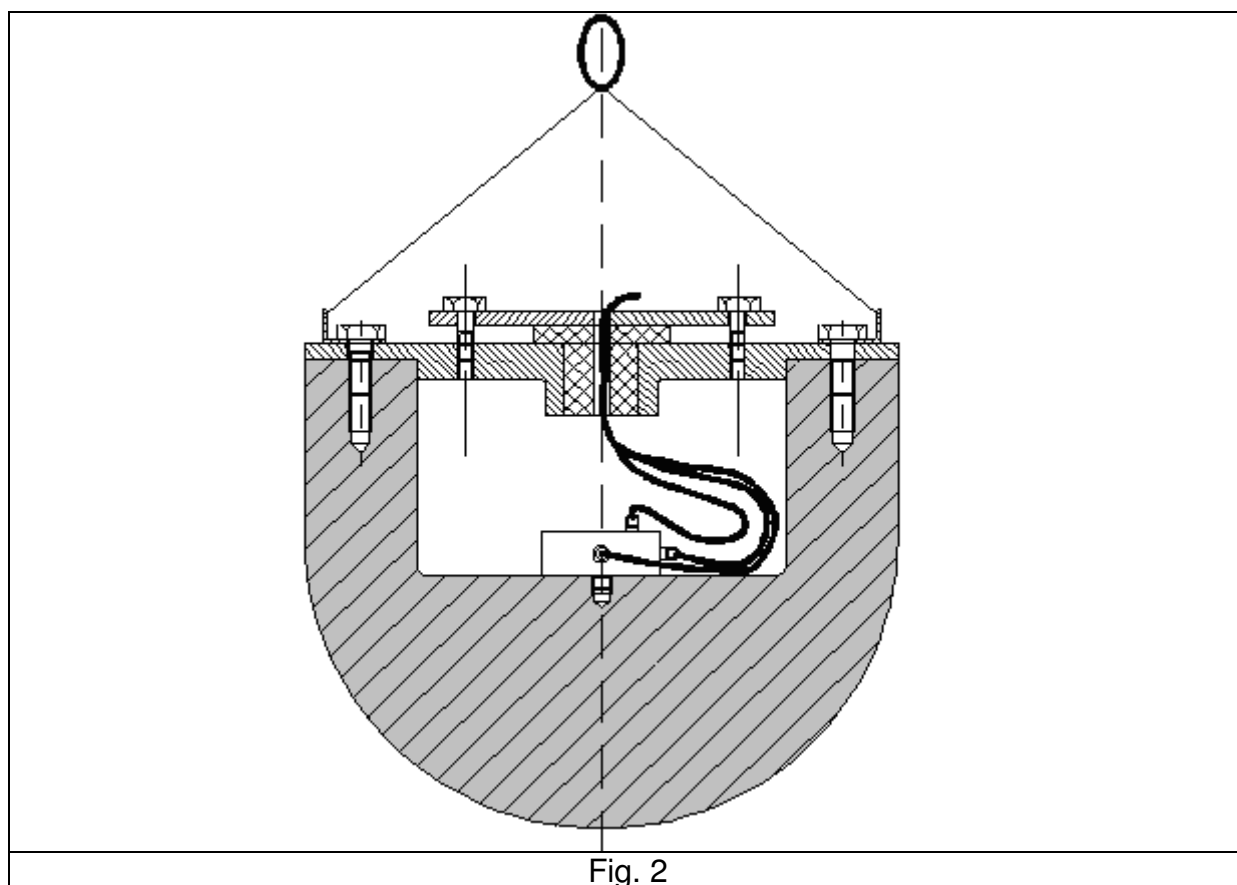


Fig. 2

Sistemul de suspendare al dispozitivului este format din două fire maleabile fixate în șaibele speciale ale celor patru șuruburi ale capacului și un inel metalic prin care au fost trecute cele două fire. Dispozitivul se așează sub greutatea proprie, cu axa longitudinală în poziție verticală în momentul suspendării, acest lucru verificându-se și ajustându-se cu ajutorul unei nivele cu bula de aer, astfel încât în momentul impactului axa de simetrie a dispozitivului să fie cât mai aproape de direcția verticală (Fig.3,4).



Fig.3



Fig.4

Pentru a păstra constante condițiile de încercare a fost necesară construirea unui sistem de prindere și declanșare format din două brațe încrucișate fixate într-un bulon care sunt menținute în poziția „îndepartat” prin intermediul unor arcuri lamelare, un opritor care armează cele două brațe în poziția „închis” și un electromagnet care crează forța necesară asupra opritorului pentru a se permite dezarmarea celor două brațe lăsând dispozitivul în cădere liberă de la înălțimea dorită (vezi Fig.3 și Fig.4). Sistemul declanșator a fost suspendat de un stâlp metalic prin intermediul unei bare din oțel cu secțiune circulară prevăzută cu o prindere specială pe stâlpul de susținere, care să îi permită culisarea pe verticală în scopul realizării tuturor înălțimilor necesare efectuării experimentelor.



3. DESCRIEREA ECHIPAMENTULUI DE MĂSURĂ

Cele trei semnalele preluate de la accelerometrul triaxial Bruel&Kjaer de tipul 4321 a carui fișă tehnică este prezentată în Fig.5, au fost amplificate trei preamplificatoare de sarcină Bruel&Kjaer tip 2635. Semnalele analogice date de preamplificatoare au fost digitizate cu ajutorul unei plăci de achiziție National Instrument BNC2120 utilizand un program de achiziție de date creat in LabVIEW. In paralel au fost utilizate si alte două sisteme de masură (osciloscopale FLUKE 96 SCOPMETER și VELLEMAN), pentru a verifica pe tot parcursul efectuării experimentelor corectitudinea și stabilitatea înregistrărilor (vezi Fig.6).

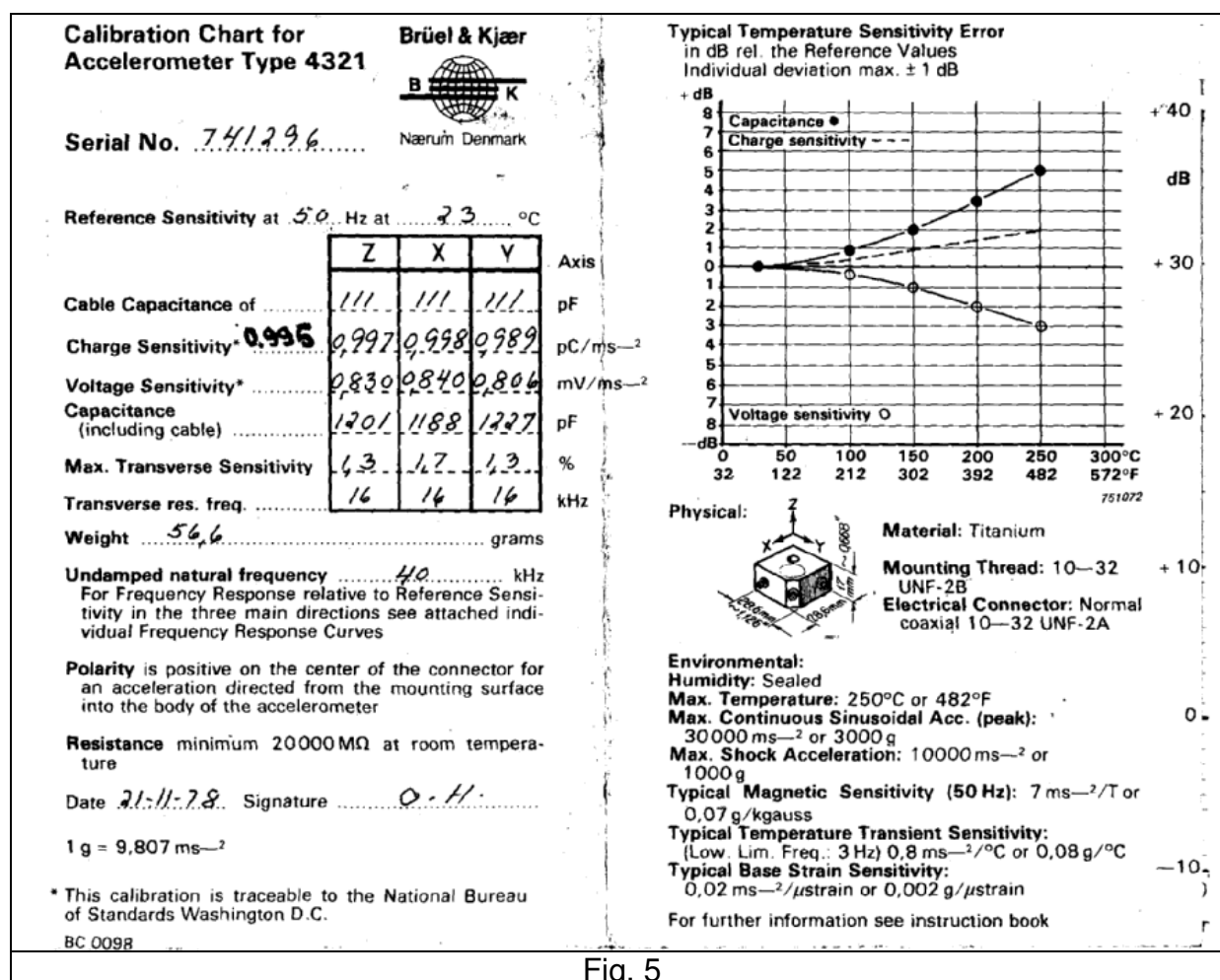


Fig. 5

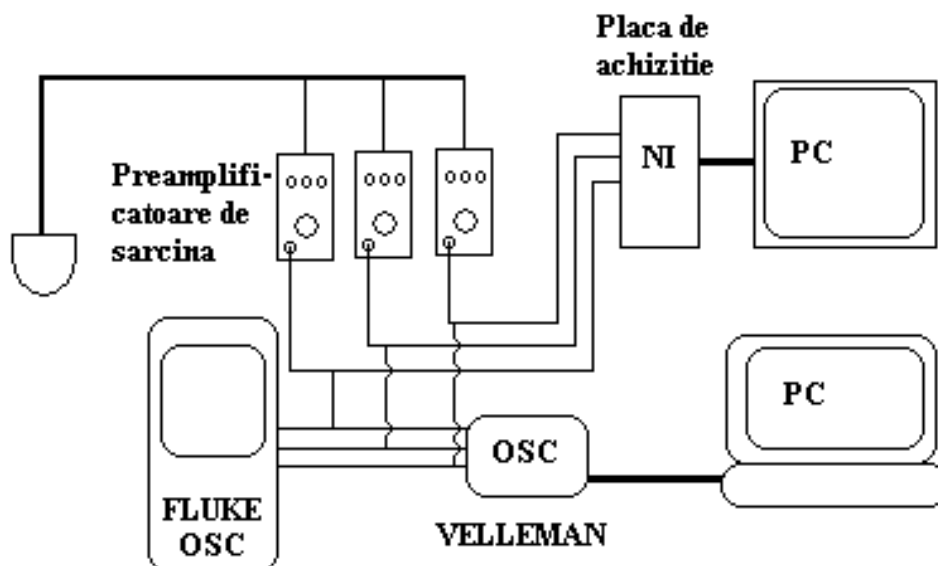


Fig.6

În Fig.7 este prezentat sistemul de control format din cele două osciloscopice interpușe în lanțul de măsură iar în Fig.8 este arătat grupul de preamplificatoare de sarcină B&K necesare pentru amplificarea semnalelor electrice provenite de la accelerometru, în timpul înregistrărilor.



Fig.7



Fig.8

În Fig.9 este surprins unul din semnalele vizualizate în timpul înregistrărilor pe ambele osciloscopice de control și se observă că valoarea de vârf și durata semnalului de soc sunt practic identice.

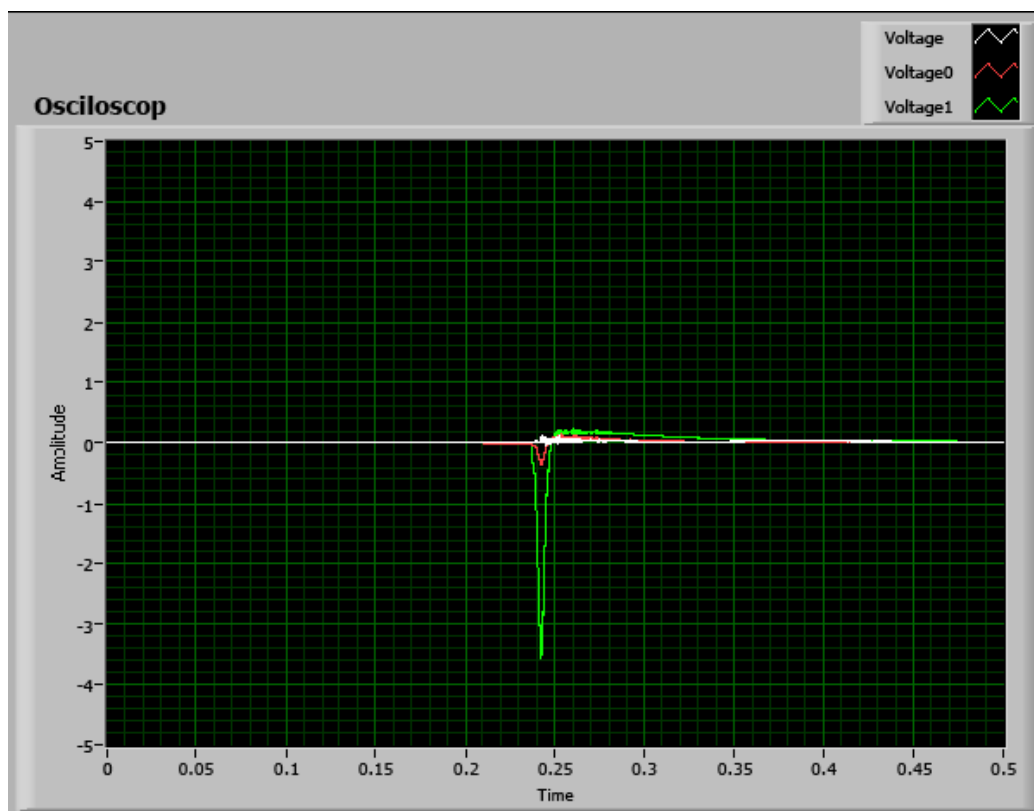
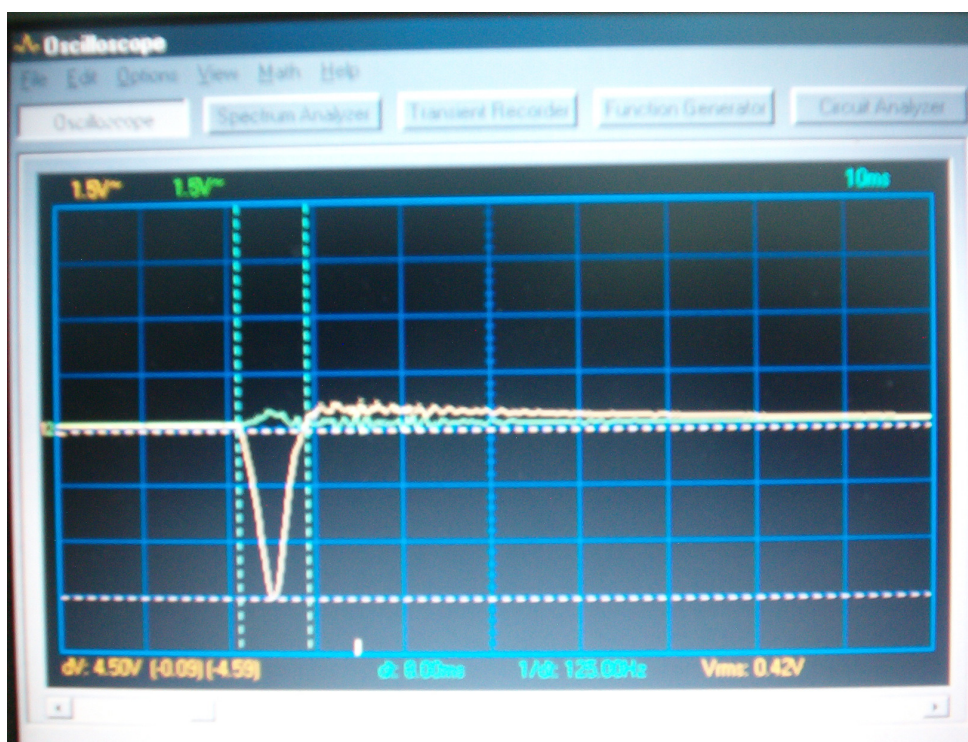


Fig.9



4. METODA DE PRELUCRARE A REZULTATELOR EXPERIMENTALE

S-a efectuat înregistrarea numerică a semnalelor analogice de accelerații în timpul impactului pe cele trei direcții ortogonale (X,Y,Z) de masura ale accelerometrului, utilizand o frecvență de eșantionare de 10000 Hz. Aceasta frecvența de eșantionare corespunde cerintelor standardului de incercare, conform caruia frecvența de eșantionare trebuie să fie de cel puțin 8000Hz.

În Fig. 10 sunt prezentate ilustrativ eșantioane din diagramele accelerațiilor înregistrate simultan pe cele trei direcții

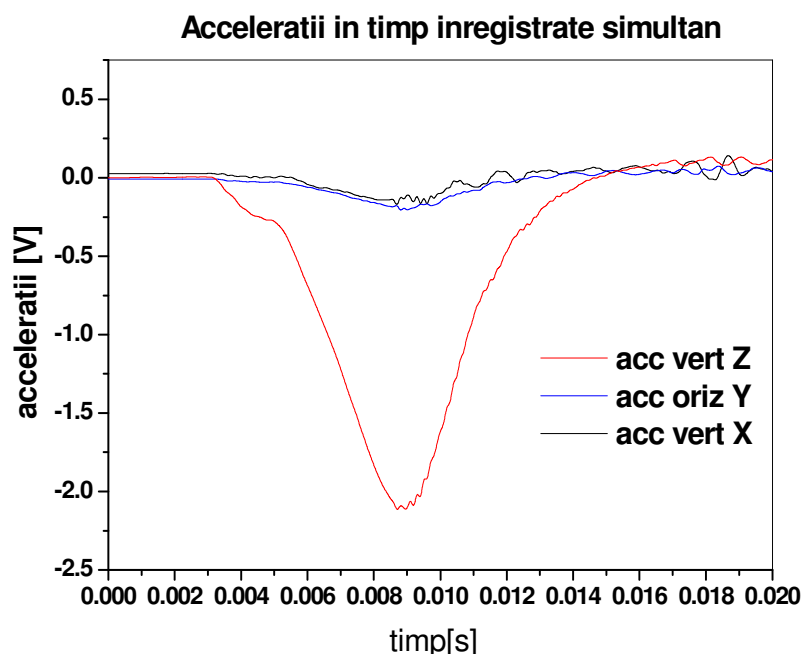


Fig. 10

În Fig 11 este ilustrata accelerația rezultată în urma compunerii accelerațiilor înregistrate simultan pe cele trei direcții, conform relației

$$a(t) = \sqrt{a_X^2 + a_Y^2 + a_Z^2} \quad (1)$$

Pentru determinarea indicelui HIC conform expresiei (2), data în standard, a fost realizat un program de calcul în mediul de programare MatLab

$$HIC = \sup_{t_1, t_2} \left\{ \left[\frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} a(t) dt \right]^{\frac{5}{2}} \times (t_2 - t_1) \right\} \quad (2)$$



Acceleratia socului in urma compunerii

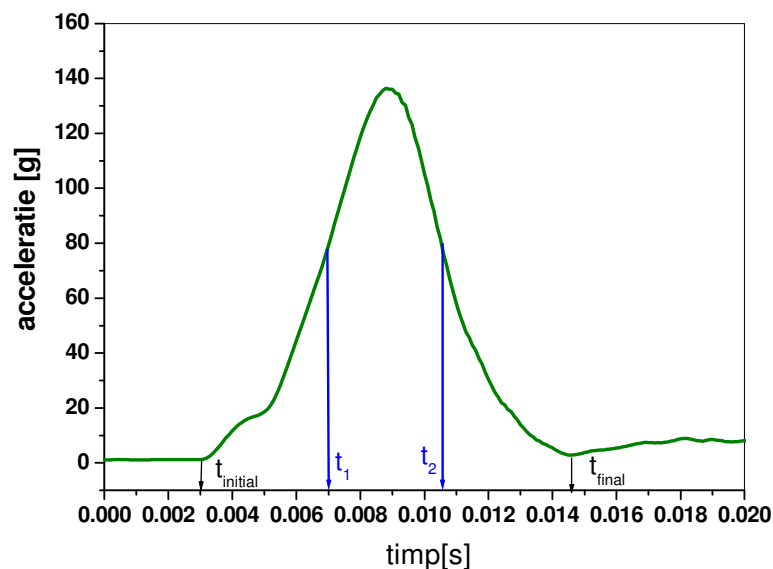


Fig. 11

Pentru fiecare înălțime de cădere și pentru fiecare esantion de acoperire s-au repetat probele de 3 ori, constatându-se o repetabilitate satisfacatoare a valorilor obtinute pentru indicii HIC. Valoarea finala a indicelui HIC a fost calculata prin mediarea celor 3 valori obtinute prin prelucrarea inregistrarilor efectuate în aceleași condiții.

Valorile indicilor HIC cat si ale intervalelor de timp t_2-t_1 pentru care s-a obtinut valoarea maxima a expresiei din relatia (2) sunt prezentate in tabele pentru toate inregistrările efectuate.

Valorile numerice ale semnalelor de accelerații au fost transformate din volți în unități de „g” (acceleratia gravitatiei= 9.81m/s^2) conform standardului.

Încercările s-au efectuat pentru valorile înălțimii de cădere $h=0.5\text{m}$, 1m , 1.5m si 2m . Pentru eşantioanele la care valoarea indicelui HIC depăşea cu mult valoarea maxim admisibilă ($\text{HIC}=1000$) la înălțimea de 1.5m , nu s-au mai făcut probe pentru $h>1.5\text{m}$.

Se menționează faptul că pentru incercările corespunzatoare valorilor $\text{HIC}<1000$ s-a obtinut o durata minima de 3ms a socului inregistrat, adica: $t_{\text{final}}-t_{\text{initial}}>3\text{ms}$, asa cum este recomandat in standardul de încercări.

Pe baza rezultatelor prezentate in Tabelele 1-4 s-au trasat curbele de variatie a indicelui HIC (mediu) in functie de inaltimea de cadere libera a dispozitivului pentru toate esantioanele de acoperiri testate. Aceste diagrame sunt prezentate in Fig. 12 - Fig 15 fiecare pardoseala elastica, iar in Fig. 16 sunt prezentate comparativ curbele de variație ale indicilor HIC obținute pentru toate eşantioanele testate.



TABELUL 1

pardoseala elastica C1			
h [m]	t ₂ -t ₁ [s]	HIC	HIC med
0,5	0.0058	211.537	199
0,5	0.0058	190.414	
0,5	0.0058	196.121	
1	0.0046	551.676	562
1	0.0045	582.224	
1	0.0045	553.262	
1,5	0.0037	939.176	992
1,5	0.0038	941.775	
1,5	0.0037	1094.4	
2	0.0034	1740.1	1737
2	0.0034	1741.1	
2	0.0034	1730.7	

Variatia HIC in raport cu inaltimea

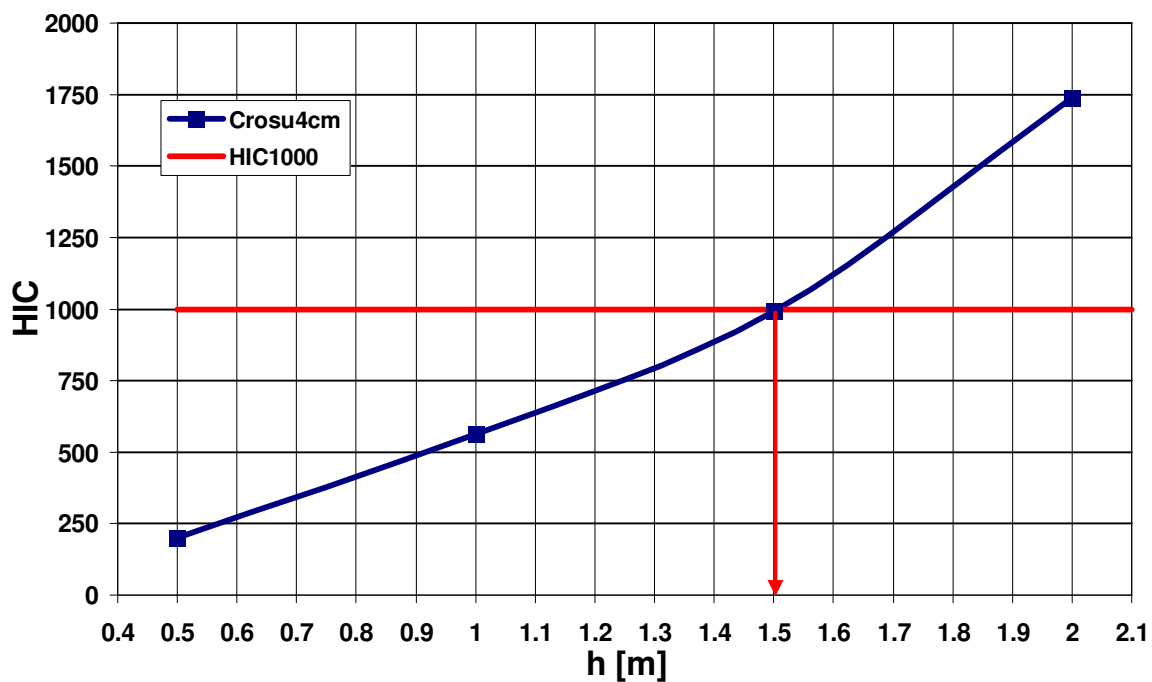


Fig. 12. Variatia HIC a pardoselii elastice C1 in raport cu inaltimea



TABELUL 2

pardoseala elastica C2			
h [m]	t ₂ -t ₁ [s]	HIC	HIC med
0,5	0.005	193.337	199
0,5	0.005	202.206	
0,5	0.0054	201.242	
1	0.0035	663.642	682
1	0.0035	695.691	
1	0.0035	686.639	
1,5	0.0026	1542.1	1572
1,5	0.0026	1549.4	
1,5	0.0027	1623	
2	0.0022	2478.3	2658
2	0.0022	2838.1	
2	0.0022	2658	

Variatia HIC in raport cu inaltimea

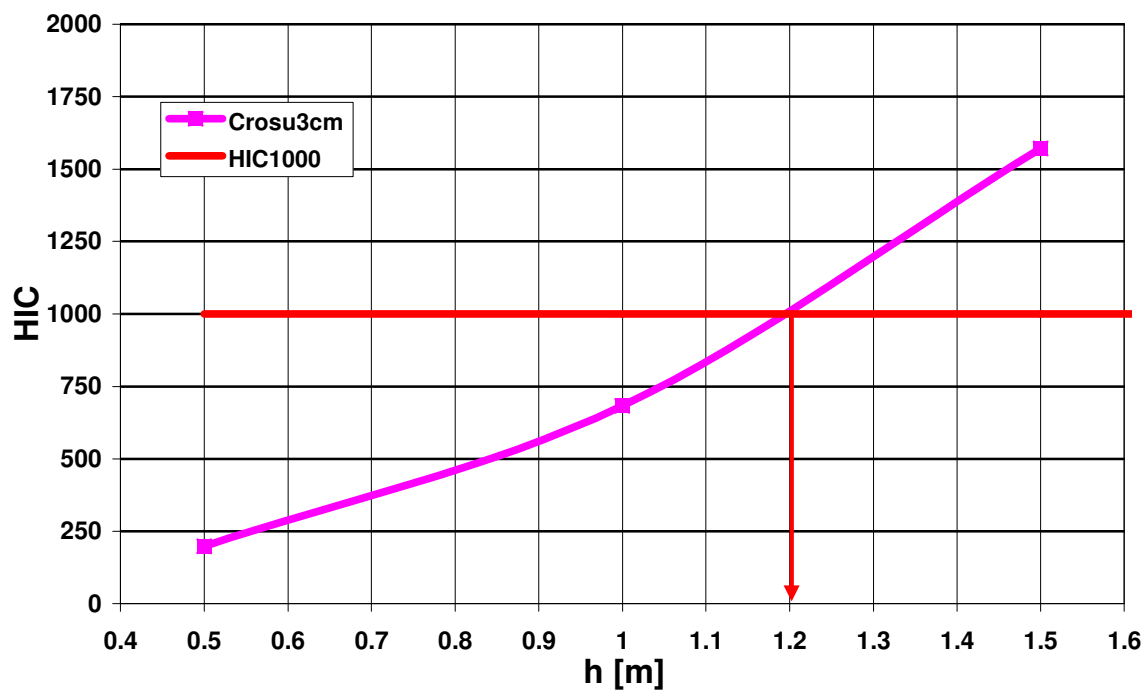




Fig. 13. Variatia HIC a pardoselii elastice C2 in raport cu inaltimea

TABELUL 3

pardoseala elastica C3			
h [m]	t ₂ -t ₁ [s]	HIC	HIC med
0.5	0.0029	501.338	479
0.5	0.0029	472.058	
0.5	0.0029	464.114	
1	0.0021	1719.1	1719
1	0.0021	1741.1	
1	0.0021	1697.8	
1,5	0.0021	3446.6	3445
1,5	0.0021	3503.8	
1,5	0.0021	3385.7	

Variatia HIC in raport cu inaltimea

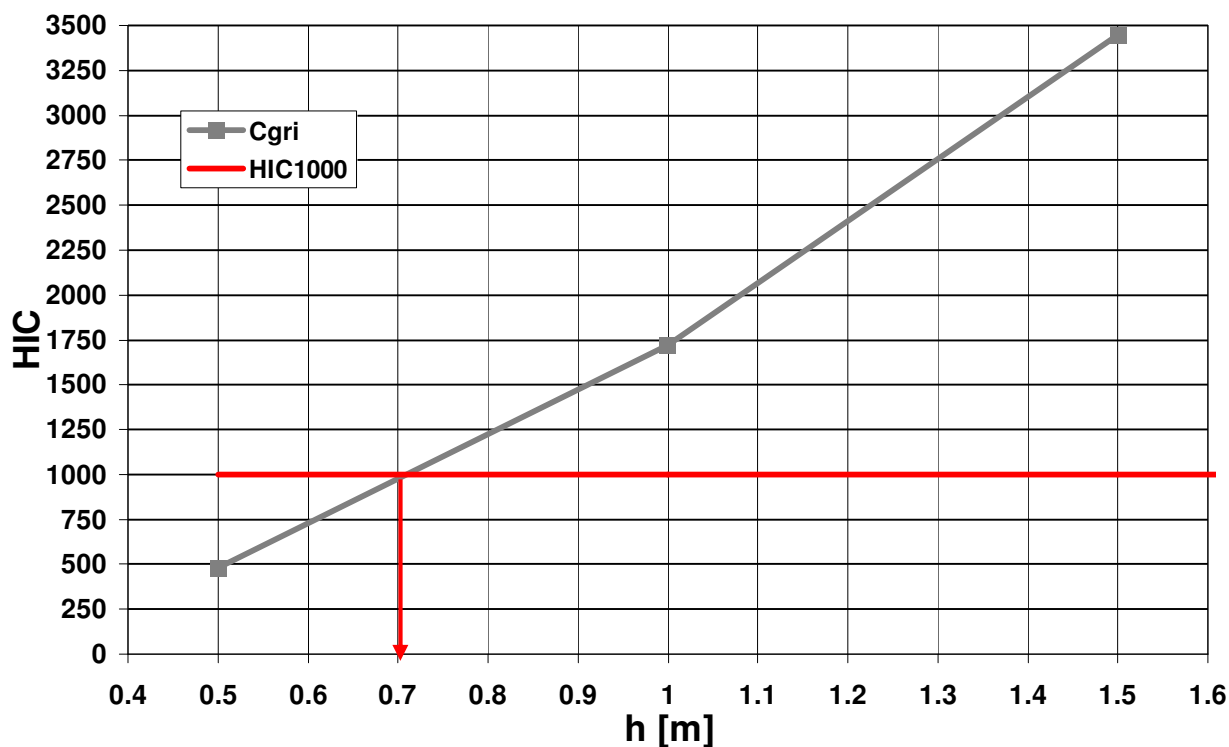


Fig. 14. Variatia HIC a pardoselii elastice C3 in raport cu inaltimea



TABELUL 4

pardoseala elastica C4			
h [m]	t_2-t_1 [s]	HIC	HIC med
0.5	0.005	172.132	175
0.5	0.0051	173.472	
0.5	0.0048	178.625	
1	0.0037	662.734	688
1	0.0034	711.844	
1	0.0035	688.529	
1,5	0.0029	1417.1	1414
1,5	0.0027	1399.4	
1,5	0.0029	1426.5	

Variatia HIC in raport cu inaltimea

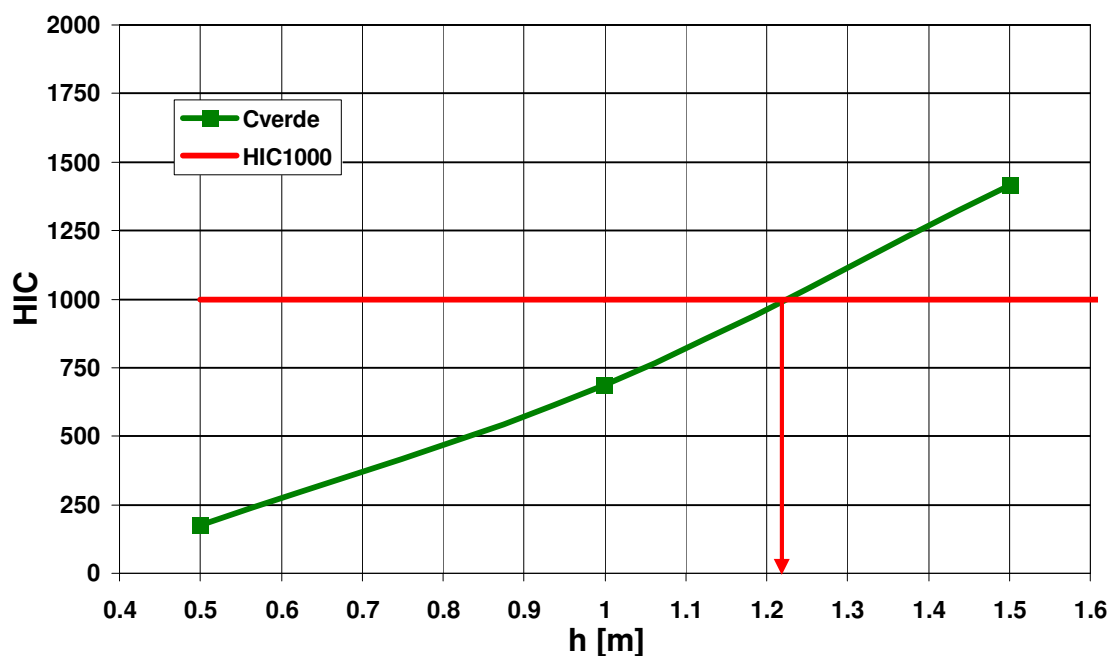


Fig. 15. Variatia HIC a pardoselii elastice C4 in raport cu inaltimea



Variatia HIC in raport cu inaltimea

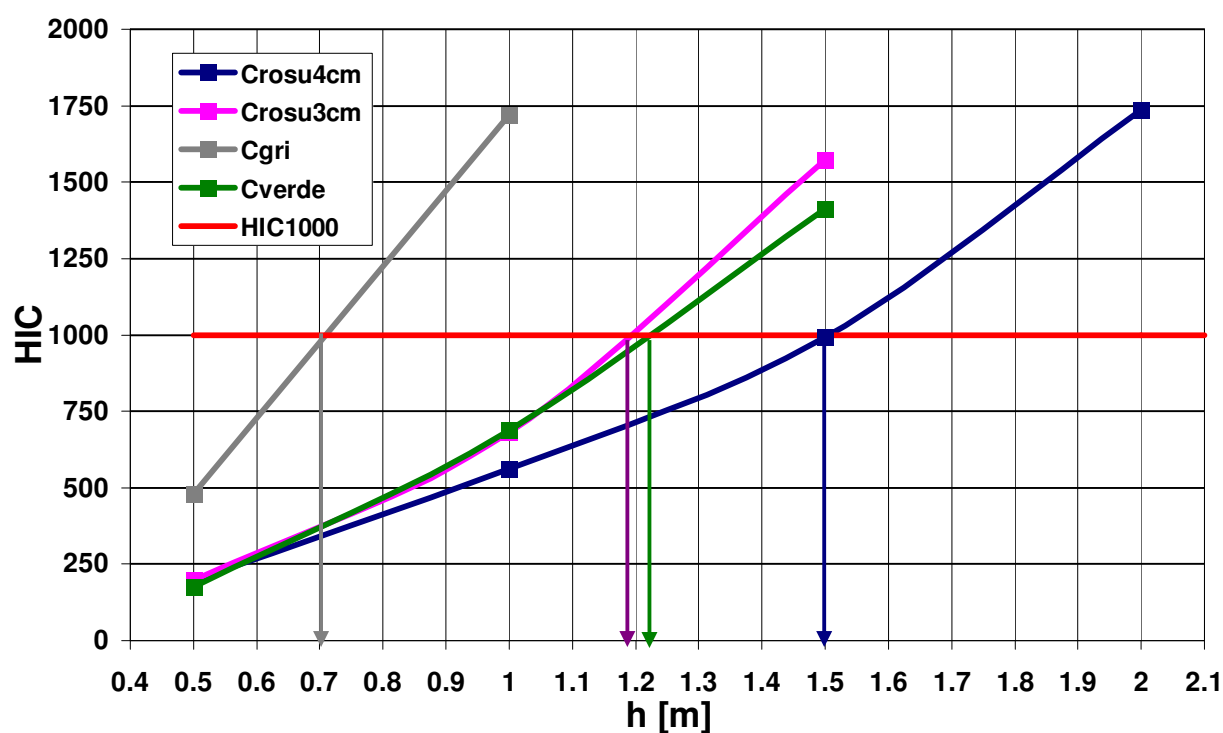


Fig. 16. Variatia HIC in raport cu inaltimea pentru eşantioanele testate

In tabelul urmator sunt trecute valorile maxime admisibile ale inaltimei de cadere pentru fiecare tip de esantion testat:

	C1 C1020x770x40	C2 C1020x770x30	C3 C1020x770x20	C4 C580x500x30
H _c [m]	1.5	1.1	0.7	1.2

 INSTITUTUL DE MECANICA SOLIDELOR	RAPORT DE ÎNCERCĂRI	Pag. 16 / 16
--	-----------------------------------	--------------------------------

CONCLUZII

- Pentru determinarea indicelui de ranire la impact **HIC** si a inaltimii critice de cadere **H_c** a fost folosita o metoda de masura, achizitie si prelucrare a datelor experimentale in conformitate cu specificatiile standardului de incercare SR EN 1177/A1 - Iunie 2003:

**„Acoperiri amortizoare de de șocuri, pentru suprafețele spațiilor de joacă”
Cerințe de securitate și metode de încercare**

- Metoda folosita permite determinarea inaltimii critice de cadere **H_c**, asa cum reiese din analiza rezultatelor obtinute pentru esantioanele de acoperiri puse la dispozitie de producator.
- Metoda poate fi folosita la caracterizarea proprietatilor de amortizare a socurilor pentru diferite tipuri de acoperiri precum si a inaltimii maxime de la care caderea libera pe astfel de acoperiri sa nu produca raniri.
- Metoda pentru determinarea indicelui HIC poate fi folosita nu numai pentru determinari in laborator ci si “in situ”, deoarece aparatura folosita este portabila.
- Incercarile efectuate pe alte suprafete decat cele dure (precizate in standardul de incercare) se fac de regula pe covorasele montate cu sistemele de prindere corespunzatoare intre ele, direct in locurile de joaca sau zonele in care beneficiarul doreste sa le utilizeze.