

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2020 00687

(22) Data de depozit: 02/11/2020

(41) Data publicării cererii:
30/05/2022 BOPI nr. 5/2022

(71) Solicitant:
• INCD-INSEMEX PETROȘANI,
STR.GEN.VASILE MILEA, NR.32-34,
PETROȘANI, HD, RO

(72) Inventatori:
• VASILESCU GABRIEL DRAGOȘ,
STR. 1 DECEMBRIE 1918, BL. 69, AP. 24,
PETROȘANI, HD, RO;
• GHICIOI EMILIAN, STR. GEN. VASILE
MILEA, BL.17, SC.1, AP.9, ET.4,
PETROȘANI, HD, RO;
• GĂMAN GEORGE ARTUR,
STR. INDEPENDENȚEI, BL. 3, AP. 15,
SC. 1, ET. 3, PETROȘANI, HD, RO;
• LASZLO ROBERT, STR.INDEPENDENȚEI
BL.12A, SC.2, ET.1, AP.27, PETROȘANI,
HD, RO;

• KOVACS ATTILA, STR.GENERAL VASILE
MILEA NR.46, PETROȘANI, HD, RO;
• GHEORGHIOȘU EDWARD JAN,
ALEEA FLORILOR, BL.2, SC.4, AP.42,
PETROȘANI, HD, RO;
• RUS DANIELA CARMEN,
ALEEA CRIZANTEMELOR NR.6, BL.7 T,
AP.8, VULCAN, HD, RO;
• RĂDEANU CRISTIAN, STR.9 MAI, BL.4,
SC.6, AP.3, PETROȘANI, HD, RO;
• GARALIU- BUȘOI BOGDAN,
STR.22 DECEMBRIE, BL.10, SC.3, AP.23,
PETROȘANI, HD, RO;
• ILICI ȘTEFAN, STR. VIITORULUI, BL.9,
SC.2, AP.24, PETROȘANI, HD, RO;
• MIRON CLAUDIA, STR.OITUZ, BL.8, SC.2,
AP.26, PETROȘANI, HD, RO

(54) SISTEM SCALABIL SPECIALIZAT PENTRU VERIFICAREA
PARAMETRILOR DE FUNCȚIONARE PENTRU ARTICOLE
PIROTEHNICE DE UZ PROFESIONAL-CATEGORIA F4

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un sistem scalabil specializat pentru verificarea parametrilor de funcționare ai articolelor pirotehnice de uz profesional - categoria F4. Sistemul, conform invenției, cuprinde un dispozitiv optic dual, care înregistrează cadre la frecvență ridicată pentru prelucrarea imaginilor în scopul determinării scalabile, pe baza alocării unei dimensiuni cunoscute exprimată în unitatea de măsură metrul, a unui reper de referință cu un anumit număr de pixeli, precum și prin utilizarea unui algoritm de calcul pentru determinarea și monitorizarea principalilor parametri funcționali specifici articolelor pirotehnice de uz profesional, cum ar fi traiectoria-înălțimea ascensională, abaterea de la verticală în două planuri perpendiculare, dimensiunile efectelor principale și secundare în diverse modalități de utilizare, în condiții meteo atât normale, cât și severe.

Revendicări: 1
Figuri: 22

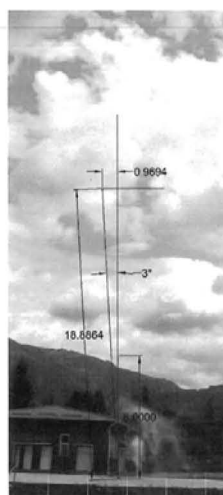


Fig. 1

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).



SISTEM SCALABIL SPECIALIZAT PENTRU VERIFICAREA PARAMETRILOR DE FUNCȚIONARE PENTRU ARTICOLE PIROTEHNICE DE UZ PROFESIONAL - CATEGORIA F4

Invenția se referă la un sistem scalabil specializat, destinat pentru determinarea parametrilor de funcționare pentru articole pirotehnice de uz profesional -categoria F4, care permite prelucrarea imaginilor cu scopul determinării scalabile, pe baza asignării unei dimensiuni cunoscute, exprimate în unitatea de măsură -metrul, unui reper de referință cu un anumit număr de pixeli, precum și prin utilizarea unui algoritm de calcul, pentru determinarea și monitorizarea principalilor parametri funcționali specifici, cum ar fi: traiectoria-înălțime ascensională, abatere de la verticală în două planuri perpendiculare, dimensiunile efectelor principale și secundare

La ora actuală, la nivel național și internațional, există următoarea situație generală:

Articolele pirotehnice se încadrează în domeniul produselor periculoase, Clasa 1 de risc - explozive. La nivel european și național există Directiva 2013/29/UE a Parlamentului European și a Consiliului din 12 iunie 2013 privind armonizarea legislației statelor membre referitoare la punerea la dispoziție pe piață a articolelor pirotehnice respectiv Hotărârea nr.1102 din 10 decembrie 2014 a guvernului privind stabilirea condițiilor pentru punerea la dispoziție pe piață a articolelor pirotehnice. În aceste documente sunt stabilite cerințele esențiale de securitate pe care aceste produse trebuie să le îndeplinească și care trebuie avute în vedere, atât în faza de proiectare și realizare a produselor, cât și la încercările și evaluările de terță parte (efectuate de către un organism de certificare produse cu laborator acreditat).

În caz de litigii și suspiciuni asupra conformității, autoritățile desemnate pentru supravegherea pieței pot cere suplimentar repetarea acestor încercări.

În funcție de tipul și categoria articolelor pirotehnice conformitatea acestora se verifică de regulă prin aplicarea prevederilor unor standarde europene armonizate care precizează metodele de încercare cu toate cerințele tehnice și organizatorice care se impun.

Clasificarea articolelor pirotehnice

Potrivit Normei Tehnice de aplicare a legii 126/1995 privind regimul materiilor explozive, cu modificările și completările ulterioare, articolele pirotehnice de divertisment se clasifică după cum urmează:

a) *Categoria F1*: articole pirotehnice de divertisment care prezintă un risc foarte scăzut și un nivel de zgomot neglijabil și care sunt destinate utilizării în spații restrânse, inclusiv articolele pirotehnice de divertisment destinate utilizării în interiorul clădirilor cu destinația de locuință. Câteva exemple de articole pirotehnice din categoria F1: focuri bengale, chibrituri bengale, bețișoare bengale,

pocnitori de Crăciun, jerbe, granule scânteietoare, chibrituri detonante, pocnitori pentru petreceri, șerpi, scânteii, pocnitori cu confeti, bobite explozive etc.;

b) **Categoria F2**: articole pirotehnice de divertisment care prezintă un risc scăzut și un nivel de zgomot scăzut și care sunt destinate utilizării în exterior în spații restrânse. Câteva exemple de articole pirotehnice din categoria F2: petarde, baterii și combinații, focuri bengale, bețișoare bengale, bile pocnitoare, petarde duble, petarde luminoase, granule scânteietoare, jerbe, pocnitori săltărețe, morișcă săltăreață, mine, minirachete, rachete, candelor romane, scânteii, morișcă zburătoare, sori rotitori etc.;

c) **Categoria F3**: articole pirotehnice de divertisment care prezintă un risc mediu, care sunt destinate utilizării în exterior în spații deschise vaste și al căror nivel de zgomot nu este dăunător sănătății umane. Câteva exemple de articole pirotehnice din categoria F3: roți zburătoare, petarde, baterii și combinații, focuri bengale, petarde luminoase, jerbe, mine, rachete, candelor romane, tub cu tragere, sori rotitori etc.;

d) **Categoria F4**: articole pirotehnice de divertisment de mare risc, cunoscute sub denumirea de "*articole pirotehnice de divertisment de uz profesional*", care sunt destinate utilizării exclusiv de către pirotehnicieni și al căror nivel de zgomot nu este dăunător sănătății umane. Câteva exemple de articole pirotehnice din categoria F4: mine, candelor romane, jerbe, rachete, sori rotitori etc.;

Articolele pirotehnice din categoriile: F2, F3 și **F4**, pot fi folosite numai de către pirotehnicieni și numai în scopul pentru care sunt destinate.

Articolele pirotehnice de divertisment sunt însoțite, de asemenea, cel puțin de următoarele informații:

- **Categoria F1**: după caz: "A se utiliza numai în exterior", alături de distanța minimă de securitate;

- **Categoria F2**: "A se utiliza numai în exterior", alături de distanța sau distanțele minime de securitate, după caz;

- **Categoria F3**: "A se utiliza numai în exterior", alături de distanța sau distanțele minime de securitate;

- **Categoria F4**: "A se utiliza numai de pirotehnicieni", alături de distanța sau distanțele minime de securitate.

În prezent la nivel mondial această problemă se studiază cu ajutorul schemelor internaționale de comparare interlaboratoare, elaborându-se standarde europene/internaționale armonizate de către CEN/ISO pentru statuarea cadrului unitar de înțelegere și aplicare aceluiași principii, de exemplu: EN 16261-3:2013.

În prezent la nivel național există în cadrul INCD INSEMEX Petroșani un laborator acreditat RENAR (Laborator Materii Explozive și Articole Pirotehnice-LMEAP) și un organism de certificare notificat la Bruxelles cu numărul 1809 care are în componență un serviciu de certificare acreditat RENAR (Serviciu de Certificare Explozivi, Mijloace Ajutătoare, Tehnici de Împușcare, Articole Pirotehnice-SECENMI) care aplică procedurile de încercare și evaluare a

conformității elaborate în baza standardelor de încercare armonizate și a modulelor de certificare prevăzute în referențialele și normativele aplicabile.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în asigurarea condițiilor tehnico-științifice pentru verificarea parametrilor de funcționare pentru articole pirotehnice de uz profesional - categoria F4.

Sistemul scalabil, *conform invenției*, constă într-un ansamblu complex, prevăzut cu sistem optic dual cu înregistrarea cadrelor la frecvență ridicată, care permite prelucrarea imaginilor cu scopul determinării scalabile, pe baza asignării unei dimensiuni cunoscute, exprimate în unitatea de măsură -metrul, unui reper de referință cu un anumit număr de pixeli, precum și prin utilizarea unui algoritm de calcul, pentru determinarea și monitorizarea principalilor parametri funcționali specifici articolelor pirotehnice de uz profesional - categoria F4, cum ar fi: traiectoria- înălțime ascensională, abatere de la verticală în două planuri perpendiculare, dimensiunile efectelor principale și secundare, în diverse modalități de utilizare, respectiv în forma livrată de producător, condiționate mecanic/termic, atât în condiții meteo normale, cât și severe (vânt, ploaie, temperaturi extreme).

Sistemul, conform invenției, prezintă următoarele avantaje:

- permite monitorizarea efectului înălțimii de ascensiune/explozie și de cădere;
- permite monitorizarea zonei de efect și a dimensiunilor efectelor;
- se pretează la orice configurație de amplasare a poziției de lansare a articolului pirotehnic în raport cu pozițiile de nivel aferente locațiilor de măsurare cu echipamente specializate (stații totale pentru analiza și stabilirea parametrilor spațiali specifici comportamentului funcțional al articolelor pirotehnice din categoria F4 și camere de filmare ultrarapide pe timp de noapte, pentru preluări și prelucrări de imagini) dispuse după două direcții perpendiculare sau la un unghi care să asigure o precizie de măsurare corespunzătoare.

În continuare se prezintă două exemple de aplicare a sistemului scalabil specializat pentru verificarea parametrilor de funcționare pentru articole pirotehnice de uz profesional -categoria F4, *conform invenției*, în legătură cu fig.1÷22, care reprezintă:

- Fig.1-Monitorizarea funcționării articolului pirotehnic cu camera video ultrarapidă nr.1.
- Fig.2-Monitorizarea funcționării articolului pirotehnic cu camera video ultrarapidă nr.2.
- Fig.3÷14-Cazurile posibile întâlnite în practică referitoare la măsurarea și determinarea înălțimii ascensionale a articolelor pirotehnice din categoria F4;
- Fig.15÷18-Imaginile video înregistrate cu camera ultrarapidă nr.1
- Fig.19÷22-Imaginile video înregistrate cu camera ultrarapidă nr.2

Exemplu de aplicare pentru verificarea înălțimii ascensionale

Încercările pilot s-au efectuat utilizând prezenta invenție, sistem scalabil specializat, destinat pentru determinarea parametrilor de funcționare pentru articole pirotehnice de uz profesional -categoria F4.

În acest sens pentru încercare s-a utilizat un produs pirotehnic categoria F4 tip baterie de artificii.

Rezultatele obținute cu ajutorul sistemului sunt evidențiate în figurile 1 și 2, care surprind desfășurarea modului de funcționare în situ, precum și în figura 3 care relevă schema de principiu referitoare la măsurarea și determinarea înălțimii ascensionale a articolelor pirotehnice din categoria F4 (cazul în care unghiurile de deviere în plan orizontal β_1 și β_2 sunt diferite de 0 iar camerele video sunt amplasate la același nivel cu punctul de lansare.

De asemenea, în fig.3÷14 se prezintă cazurile posibile întâlnite în practică referitoare la măsurarea și determinarea înălțimii ascensionale și a unghiului de deviere de la traiectoria preconizată, a articolelor pirotehnice din categoria F4.

Exemplu de aplicare pentru monitorizarea zonei de efect și a dimensiunilor efectelor

Încercările pilot s-au efectuat utilizând prezenta invenție, sistem scalabil specializat, destinat pentru determinarea parametrilor de funcționare pentru articole pirotehnice de uz profesional -categoria F4.

În acest sens pentru încercare s-a utilizat un produs pirotehnic categoria F4 tip BOMBĂ 3"-6.

Rezultatele testelor experimentale, efectuate pe timp de noapte, sunt evidențiate tabelar mai jos, precum și în figurile 15÷18 și 19÷22, care surprind desfășurarea modului de funcționare în situ, de camera video ultrarapidă nr.1 și de camera video ultrarapidă nr.2.

articol pirotehnic	Culoare	Condiționare: Forma inițială -FI	MĂSURĂTORI		
			Echipament filmare	Camera video ultrarapidă 1	Camera video ultrarapidă 2
Bomba 3"-6	BLUE	FI	A- Înălțimea de spargere (m)	70.87	71.56
			B- Înălțimea efectului (m)	104.43	105.14
			C- Lățimea efectului (m)	63.04	60.86
			D- Înălțimea de cădere (m)	38.36	41.97
			Unghi deviere față de verticală (grd.°)	0.87	0.00

Aplicarea sistemului scalabil specializat pentru verificarea parametrilor de funcționare la articolele pirotehnice de uz profesional -categoria F4, cuprinde următoarele etape:

- Stabilirea locației de încercare;
- Pregătirea condițiilor tehnice de efectuare a încercării;
- Stabilirea posturilor de pază și a distanțelor de securitate;
- Amplasarea aparaturii de măsurare și calibrarea acesteia;

- Alegerea eşantionului supuse încercării;
- Stabilirea modului de inițiere;
- Declanșarea funcționării;
- Filmarea și înregistrarea funcționării eşantionului;
- Prelucrarea datelor și determinarea parametrilor de funcționare.

Sistemul scalabil specializat pentru verificarea parametrilor de funcționare pentru articole pirotehnice de uz profesional - categoria F4, a fost realizat și experimentat în cadrul INSEMEX în proiectul de cercetare PN 19 21 02 02 din Programul NUCLEU EXTTOX 2.

Acest sistem scalabil a fost utilizat ca soluție tehnică de rezolvare a problematicii din domeniul articolelor pirotehnice, a rezultat ca o necesitate a eficientizării modalității de verificare a funcționării articolelor pirotehnice de uz profesional -categoria F4, atât ca parte a solicitării de evaluare a conformității acestor produse, în vederea garantării calității de securitate la utilizare sigură a acestora, cât și ca parte a soluționării cauzelor de ordin judiciar care fac obiectul expertizelor/constatărilor tehnico-științifice cerute de autorități.

Bibliografie

- [1] Legea 319/2006 a securității și sănătății în muncă, cu modificările și completările ulterioare
- [2] Legea 126/1995 privind regimul materiilor explozive cu modificările și completările ulterioare și NT de aplicare a ei
- [3] Directiva 2013/29/UE a Parlamentului European și a Consiliului din 12 iunie 2013 privind armonizarea legislației statelor membre referitoare la punerea la dispoziție pe piață a articolelor pirotehnice.
- [4] Hotărârea nr.1102 din 10 decembrie 2014 a guvernului privind stabilirea condițiilor pentru punerea la dispoziție pe piață a articolelor pirotehnice.
- [5] SR EN 16261-1:2013 – Articole pirotehnice. Artificii de divertisment, categoria 4. Partea 1: Terminologie.
- [6] SR EN 16261-2:2013 – Articole pirotehnice. Artificii de divertisment, categoria 4. Partea 2: Cerințe.
- [7] ISO 21583:2020 – Fireworks displays. General guidance.
- [8] SR EN 16261-4:2013 – Articole pirotehnice. Artificii de divertisment, categoria 4. Partea 4: Cerințe minime de etichetare și instrucțiuni de utilizare.
- [9] ISO 26261-2:2017 – Fireworks – Category 4. Part 2: Requirements.
- [10] ISO 26261-3:2017 – Fireworks – Category 4. Part 3: Test methods.
- [11] Proiectul de cercetare PN 19 21 02 02 din Programul NUCLEU EXTTOX 2- INCD INSEMEX

Revendicare

Sistemul scalabil specializat pentru verificarea parametrilor de funcționare pentru articole pirotehnice de uz profesional - categoria F4, prin înregistrarea, analiza și monitorizarea computerizată a parametrilor de funcționare de securitate, **caracterizat prin aceea că** este un ansamblu complex, prevăzut cu sistem optic dual cu înregistrarea cadrelor la frecvență ridicată, care permite prelucrarea imaginilor cu scopul determinării scalabile, pe baza asignării unei dimensiuni cunoscute, exprimate în unitatea de măsură -metrul, unui reper de referință cu un anumit număr de pixeli, precum și prin utilizarea unui algoritm de calcul, pentru determinarea și monitorizarea principalilor parametri funcționali specifici articolelor pirotehnice de uz profesional - categoria F4, cum ar fi: traiectoria-înălțime ascensională, abatere de la verticală în două planuri perpendiculare, dimensiunile efectelor principale și secundare. Cu ajutorul invenției se măsoară parametri spațiali (înălțimile ascensionale, abaterea în plan vertical, distanțe față de punctul de lansare/distanța pe orizontală dintre pozițiile locațiilor de măsurare, unghiuri de elevație/azimut) și se determină/verifică distanța minimă de securitate. Astfel, sistemul permite determinarea înălțimii de explozie și unghiul ascensional, determinarea dimensiunilor efectelor luminoase: înălțimea de spargere, înălțimea efectului, lățimea efectului, înălțimea de cădere, unghi de deviere față de verticală, pe baza acestora se poate stabili, atât conformitatea acestor produse cu cerințele calității de securitate pe care trebuie să le îndeplinească, cât și încadrarea acestora în categoria aferentă -F4.

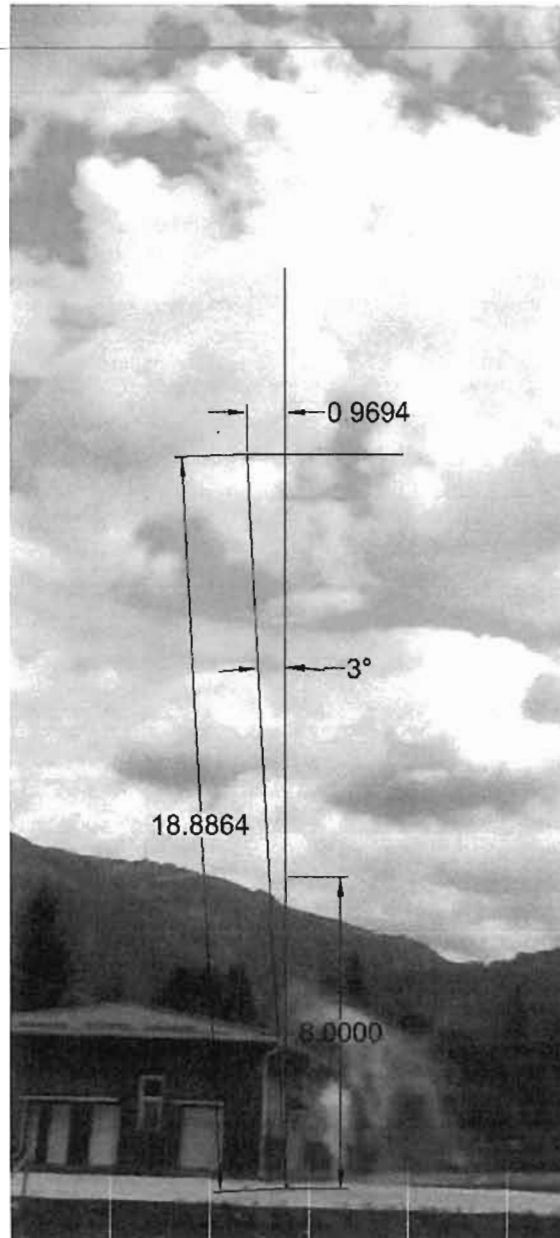


Fig.1-Evidențierea modului de funcționare a articolului pirotehnic din categoria F4 surprins de camera video ultrarapidă nr.1

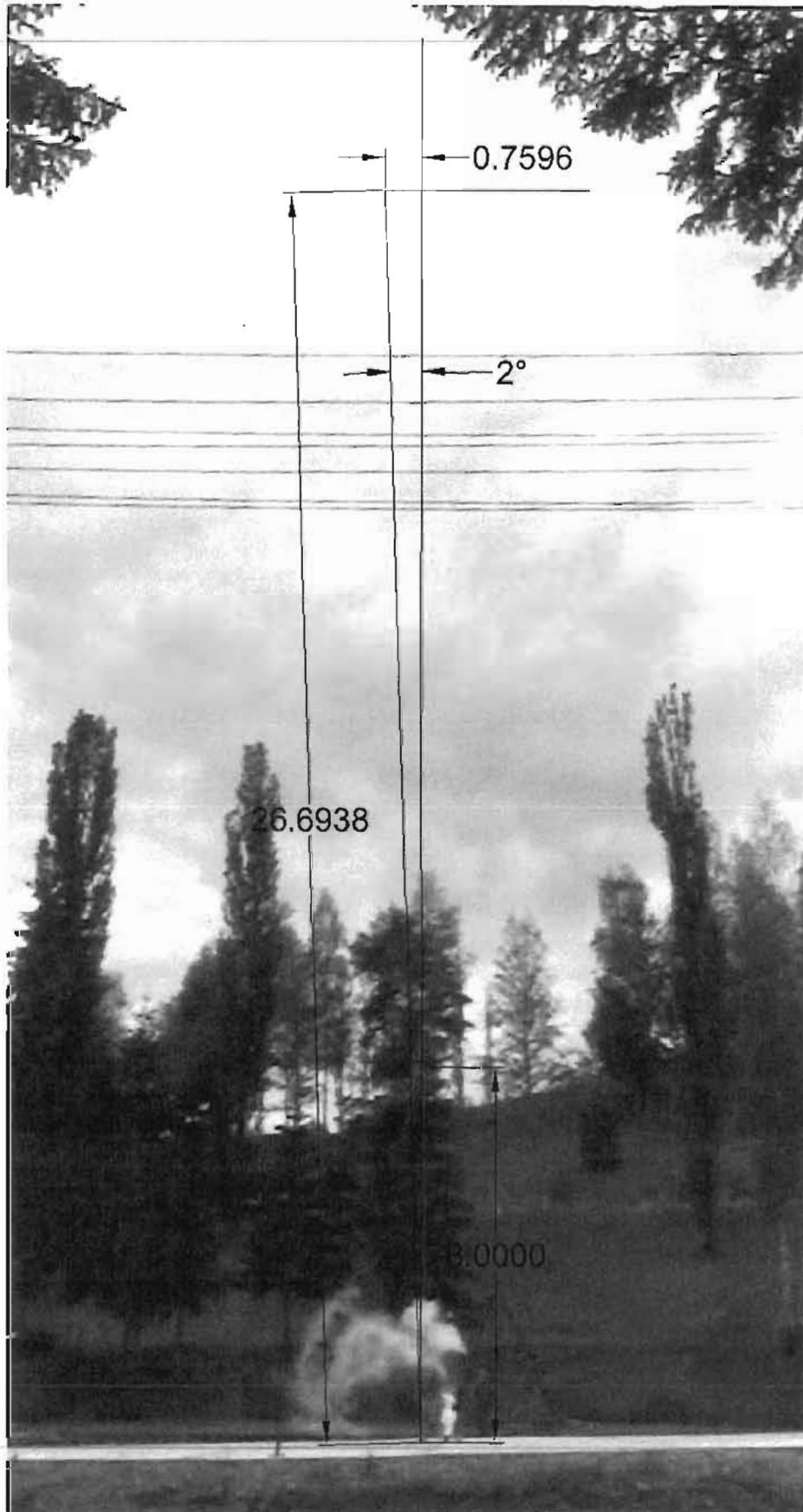
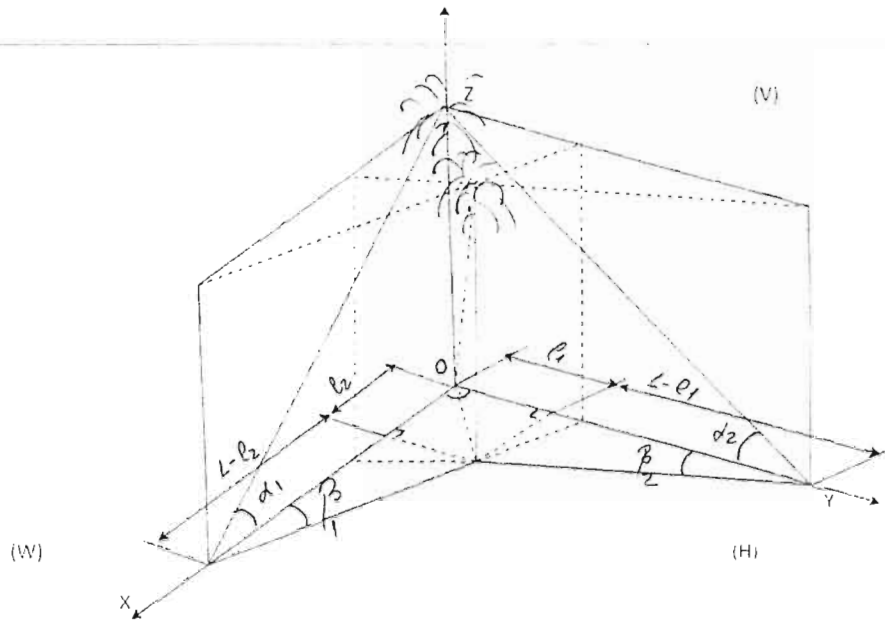


Fig.2-Evidențierea modului de funcționare a articolului pirotehnic din categoria F4 surprins de camera video ultrarapidă nr.2

67

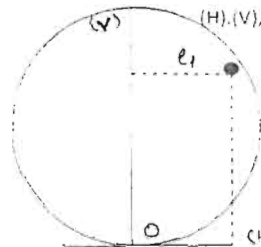


Date de ipoteză: $L=50$ m pentru un nivel limită de presiune acustică $L_{p,eq,T} = 120$ dB(A); $\alpha_1 = \alpha_2 = 30^\circ$, $(H) \perp (V) \perp (W)$, unde: $(H), (V), (W)$ reprezintă planul orizontal, planul vertical și planul lateral.

$$\begin{cases} h_1 = L \operatorname{tg} \alpha_1 \cdot \{(\cos \beta_1 - \sin \beta_1) / \cos(\beta_1 + \beta_2)\} \\ h_2 = L \operatorname{tg} \alpha_2 \cdot \{(\cos \beta_2 - \sin \beta_2) / \cos(\beta_1 + \beta_2)\} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \operatorname{tg} \beta_1 = l_1 / (L - l_1) \Rightarrow \beta_1 = \operatorname{arctg}[l_1 / (L - l_1)] \\ \operatorname{tg} \beta_2 = l_2 / (L - l_2) \Rightarrow \beta_2 = \operatorname{arctg}[l_2 / (L - l_2)] \end{cases}$$

$$r_{eq} = 10^{(L_{p,eq,T} - 120) / 20} \cdot L$$



Reprezentarea schematică a imaginii filmate cu camera de filmat nr.1 (T₁)

Date rezultate din măsurători:

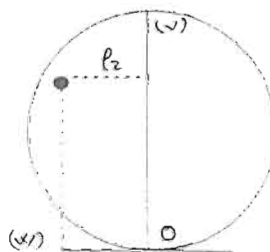
$$L_{p,eq,T} = 130 \text{ dB(A)} \Rightarrow r_{eq} = 50 \text{ m}$$

$$\begin{cases} l_1 = 0,9694 \text{ m} \\ l_2 = 0,7596 \text{ m} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \beta_1 = 1,12^\circ \\ \beta_2 = 0,88^\circ \end{cases}$$

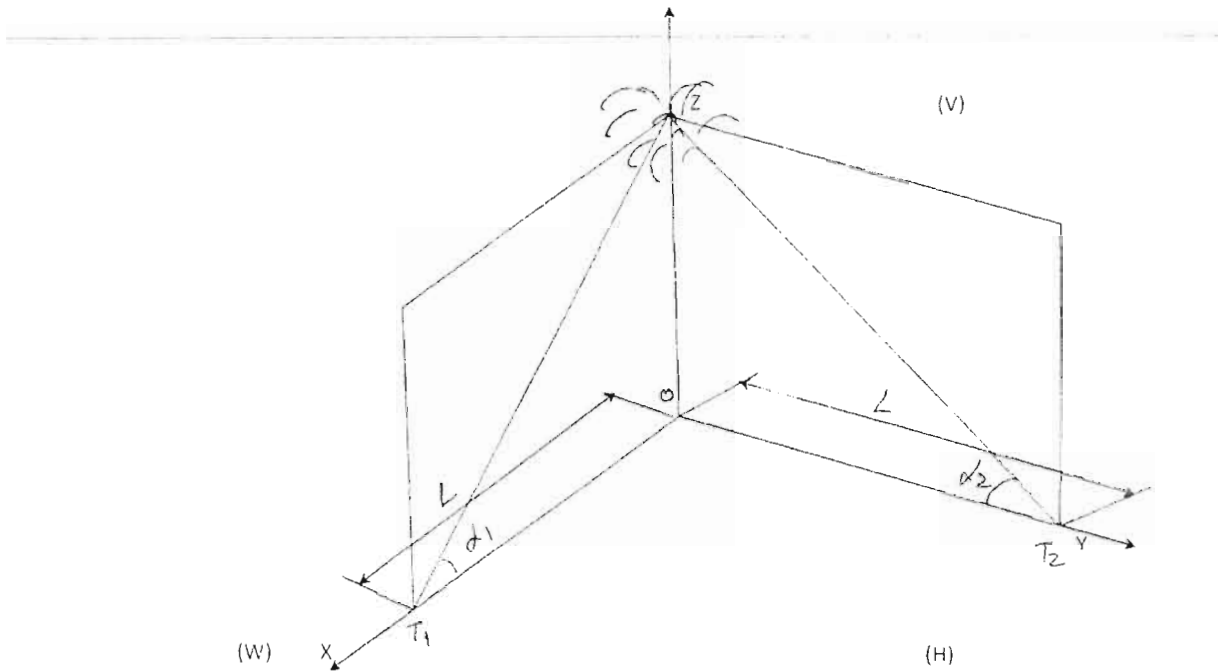
$$\begin{cases} h_1 = 28,400 \text{ m} \\ h_2 = 28,867 \text{ m} \end{cases}$$

$$H = (h_1 + h_2) / 2 = 28,355 \text{ m}$$



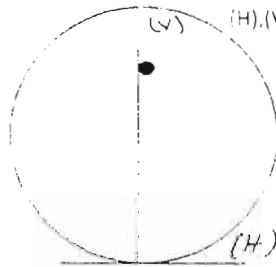
Reprezentarea schematică a imaginii filmate cu camera de filmat nr.2 (T₂)

Fig.3-Măsurarea și determinarea înălțimii ascensionale a articolelor pirotehnice din categoria F4 în cazul în care unghiurile de deviere în plan orizontal β_1 și β_2 sunt diferite de 0 iar camerele video sunt amplasate la același nivel cu punctul de lansare



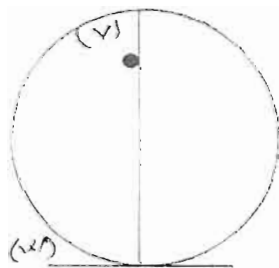
Date de ipoteză: $L=50$ m pentru un nivel limită de presiune acustică $L_{A_{100}}=120$ dB(A); $\alpha_1=\alpha_2=30^\circ$; $(H)\perp(V)\perp(W)$, unde: planul vertical și planul lateral

$$\begin{cases} h_1 = L \cdot \text{tg} \alpha_1 \\ h_2 = L \cdot \text{tg} \alpha_2 \end{cases}$$



Reprezentarea schematică a imaginii filmate cu camera de filmat nr.1 (T_1)

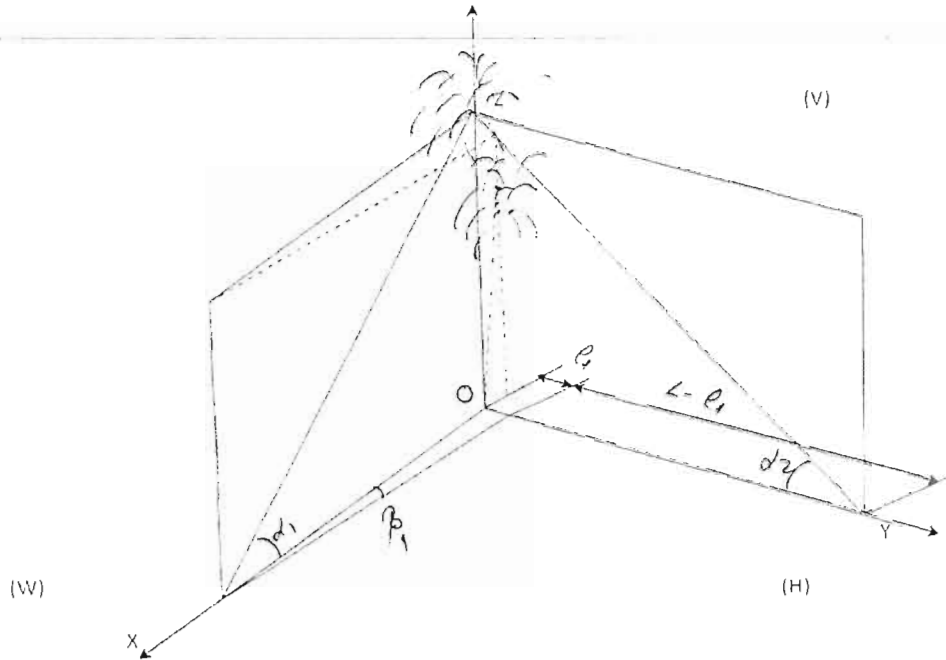
Date rezultate din măsurători:
 $H = (h_1 + h_2)/2$ (m)
 $L_{A_{100}}: 130$ dB(A) $\rightarrow r = 1 \cdot L$ (m)



Reprezentarea schematică a imaginii filmate cu camera de filmat nr.2 (T_2)

Fig.4-Măsurarea și determinarea înălțimii ascensionale a articolelor pirotehnice din categoria F4 în cazul în care unghiurile de deviere în plan orizontal β_1 și β_2 sunt diferite de 0 iar camerele video sunt amplasate la același nivel cu punctul de lansare

65



Date de ipoteză: $L = (m)$ pentru un nivel limită de presiune acustică $L_{A,1} = 120 \text{ dB(A)}$; $\alpha_1 = \alpha_2 = 0$, $(H) \perp (V) \perp (W)$, unde: $(H), (V), (W)$ reprezintă planul orizontal, planul vertical și planul lateral.

$$\begin{cases} h_1 = L \operatorname{tg} \alpha_1 \cdot \{(\cos \beta_1 - \sin \beta_1) / \cos(\beta_1 + \beta_2)\} \\ h_2 = L \operatorname{tg} \alpha_2 \cdot \{(\cos \beta_2 - \sin \beta_2) / \cos(\beta_1 + \beta_2)\} \end{cases}$$

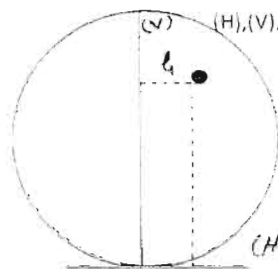
$$\operatorname{tg} \beta_2 = l_2 / L \Rightarrow \beta_2 = \arctg(l_2 / L)$$

$$r_0 = 10^{(L_{A,1} - 120) / 20} \cdot L$$

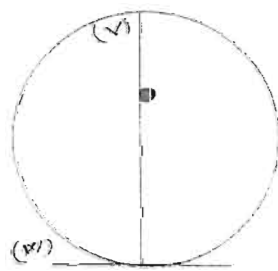
Date rezultate din măsurători:

$$\begin{cases} L_{A,1} = 130 \text{ dB(A)} \Rightarrow r_0 \geq L \text{ (m)} \\ \beta_1 = 0 \\ \beta_2 = 0 \end{cases}$$

$$H = (h_1 + h_2) / 2 \text{ (m)}$$



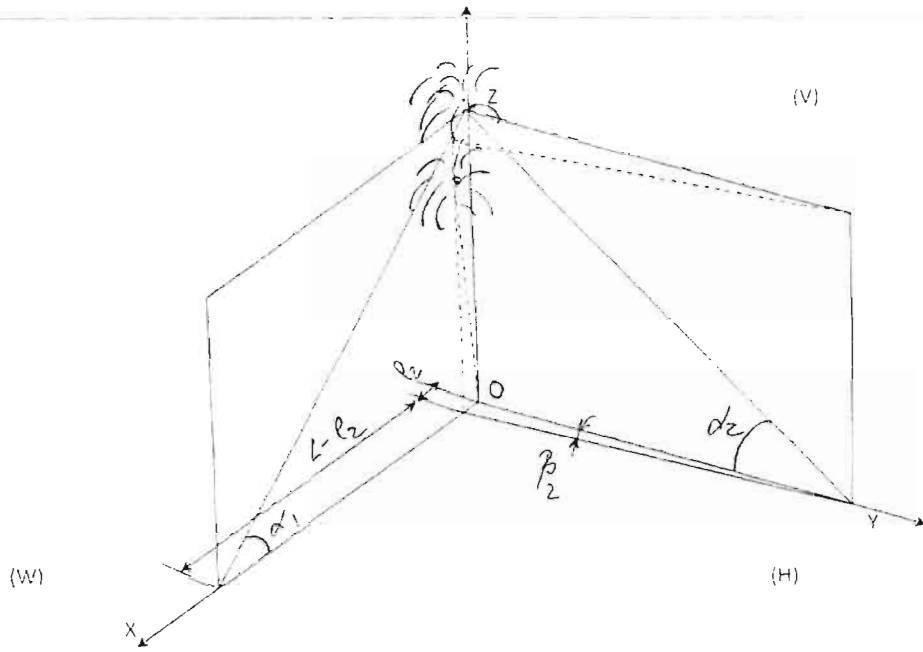
Reprezentarea schematică a imaginii filmate cu camera de filmat nr.1 (T.)



Reprezentarea schematică a imaginii filmate cu camera de filmat nr.2 (T.)

Fig.5-Măsurarea și determinarea înălțimii ascensionale a articolelor pirotehnice din categoria F4 în cazul în care unghiurile de deviere în plan orizontal β_2 este diferit de 0 iar $\beta_1 = 0$ camerele video sunt amplasate la același nivel cu punctul de lansare

64



Date de ipoteză: $L =$ (m) pentru un nivel limită de presiune acustică $L_{p, \text{max}} = 120$ dB(A); $\alpha_1 = \alpha_2 = 0$.
 (H), (V), (W), unde:
 planul vertical și planul lateral.

$$\begin{cases} h_1 = L \operatorname{tg} \alpha_1 \cdot [(\cos \beta_1 - \sin \beta_1) / \cos(\beta_1 - \beta_2)] \\ h_2 = L \operatorname{tg} \alpha_2 \cdot [(\cos \beta_1 + \sin \beta_1) / \cos(\beta_1 - \beta_2)] \end{cases}$$

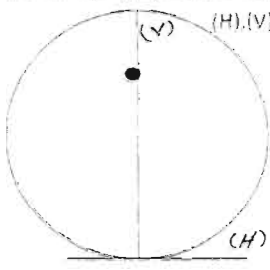
$$\operatorname{tg} \beta_1 = l/L \Rightarrow \beta_1 = \operatorname{arctg}(l/L)$$

$$r_1 = 10^{(120 - 130)/20} = 0.316$$

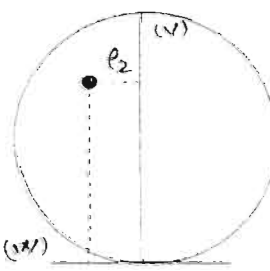
Date rezultate din măsurători:

$$\begin{cases} L_{p, \text{max}} = 130 \text{ dB(A)} \Rightarrow r_1 = 1 \text{ (m)} \\ \beta_1 = 0 \\ \beta_2 = 0 \end{cases}$$

$$H = (h_1 + h_2) / 2 \text{ (m)}$$

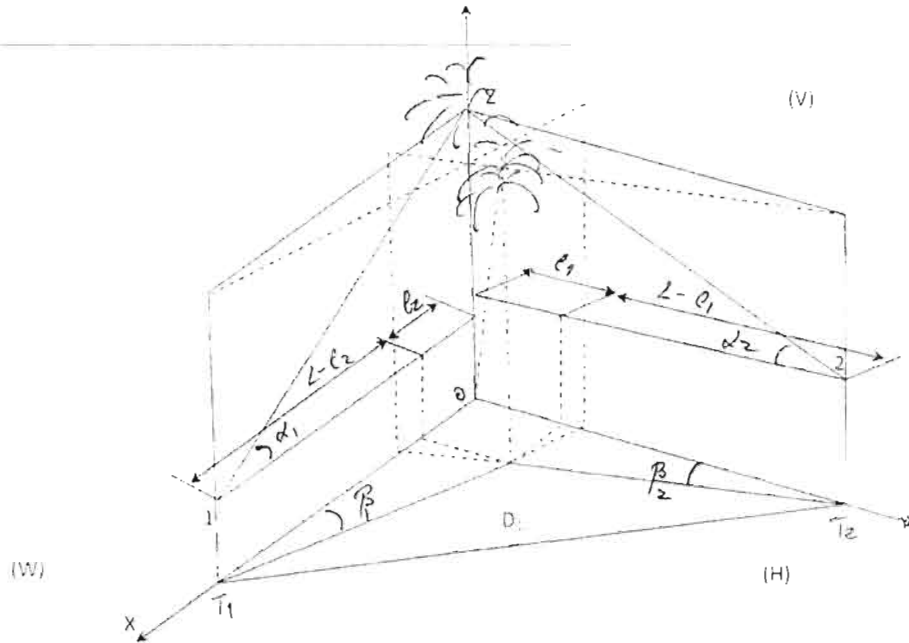


Reprezentarea schematică a imaginii filmate cu camera de filmat nr.1 (T.)



Reprezentarea schematică a imaginii filmate cu camera de filmat nr.2 (T.)

Fig.6-Măsurarea și determinarea înălțimii ascensionale a articolelor pirotehnice din categoria F4 în cazul în care unghiurile de deviere în plan orizontal β_2 este diferit de 0 iar $\beta_1 = 0$ camerele video sunt amplasate la același nivel cu punctul de lansare



Date de ipoteză: $L =$ (m) pentru un nivel limită de presiune acustică $L_{p,lim} = 120$ dB(A), $\alpha_1, \alpha_2 > 0$, $\beta_1 = \beta_2 = \beta$ (H), (V), (W), unde: (H) - (V) - (W), unde: planul vertical și planul lateral.

$$\begin{cases} H_1 = [D_1 \cdot \sin(\alpha_1) / \sin(\alpha_1 - \alpha_2)] \cdot \text{tg}(\beta_1 - \beta_2) \\ H_2 = [D_2 \cdot \sin(\alpha_2) / \sin(\alpha_2 - \alpha_1)] \cdot \text{tg}(\beta_2 - \beta_1) \end{cases}$$

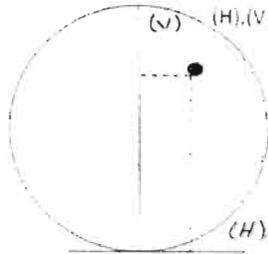
$$\begin{cases} \text{tg}(\beta_1) = l_1 / (L - l_1) \Rightarrow \beta_1 = \arctg(l_1 / (L - l_1)) \\ \text{tg}(\beta_2) = l_2 / (L - l_2) \Rightarrow \beta_2 = \arctg(l_2 / (L - l_2)) \end{cases}$$

$$r_1 = 10^{(L_{p,lim} - 120) / 20} \text{ (m)}$$

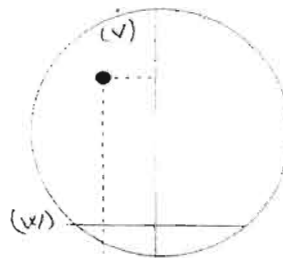
Date rezultate din măsurători:

$$\begin{cases} L_{p,lim} = 130 \text{ dB(A)} \Rightarrow r_1 = 1 \text{ (m)} \\ \beta_1 = 0 \\ \beta_2 = 0 \end{cases}$$

$$H = (H_1 + H_2) / 2 \text{ (m)}$$

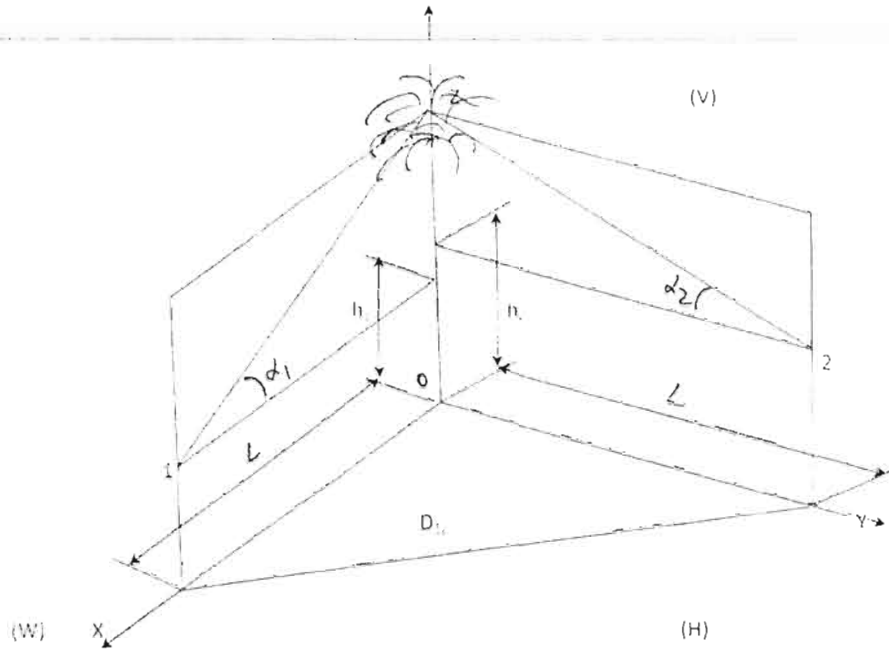


Reprezentarea schematică a imaginii filmate cu camera de filmat nr.1 (T1)



Reprezentarea schematică a imaginii filmate cu camera de filmat nr.2 (T2)

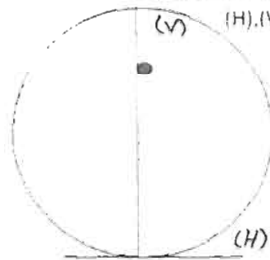
Fig.7-Măsurarea și determinarea înălțimii ascensionale a articolelor pirotehnice din categoria F4 în cazul în care unghiurile de deviere în plan orizontal β_1 și β_2 sunt diferite de 0 iar camerele video sunt amplasate la nivele diferite față de punctul de lansare, deasupra nivelului acestuia



Date de ipoteză: $L = \dots$ m pentru un nivel limită de presiune acustică $L_{p,lim} = 120$ dB(A); $\alpha_1, \alpha_2 = 0$;
 (H) . (V) . (W), unde:
 planul vertical și planul lateral

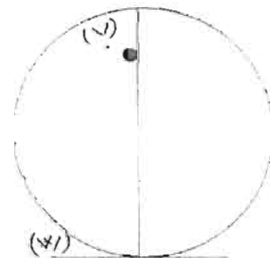
$\beta_1 = \beta_2 = 0$

$\begin{cases} H_1 = h_1 \\ H_2 = h_2 \end{cases}$



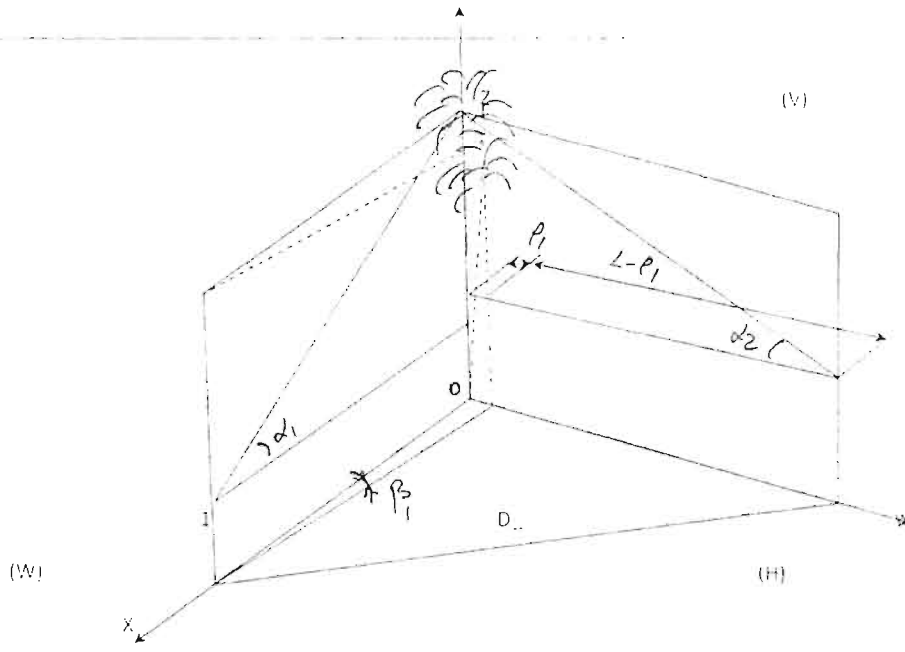
Reprezentarea schematică a imaginii filmate cu camera de filmat nr 1 (T₁)

Date rezultate din măsurători:
 $H = (H_1 + H_2)/2 = (h_1 + h_2)/2$ (m)
 $L_{p,lim} = 130$ dB(A) $\Rightarrow r_{lim} = L$ (m)



Reprezentarea schematică a imaginii filmate cu camera de filmat nr 2 (T₂)

Fig.8-Măsurarea și determinarea înălțimii ascensionale a articolelor pirotehnice din categoria F4 în cazul în care unghiurile de deviere în plan orizontal β_1 și β_2 sunt diferite de 0 iar camerele video sunt amplasate la nivele diferite față de punctul de lansare, deasupra nivelul acestuia



Date de ipoteză: $L = (m)$ pentru un nivel limită de presiune acustică $L_{p,lim} = 120$ dB(A); $\alpha_2 = \alpha_1 = 0$, $(H) \perp (V) \perp (W)$, unde: $(H), (V), (W)$ reprezintă planul orizontal, planul vertical și planul lateral.

$$\begin{cases} H_1 = [(D_1 \cdot \sin \alpha_1) / \sin(\alpha_1 - \alpha_2)] \cdot \operatorname{tg} \beta_1 + h_1 \\ H_2 = [(D_2 \cdot \sin \alpha_2) / \sin(\alpha_2 - \alpha_1)] \cdot \operatorname{tg} \beta_2 - h_2 \end{cases}$$

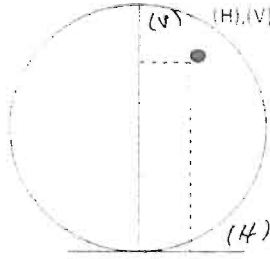
$$\operatorname{tg} \beta_1 = l_1 / L \Rightarrow \beta_1 = \operatorname{arctg}(l_1 / L)$$

$$r = 10^{(L_{p,lim} - L_p) / 20}$$

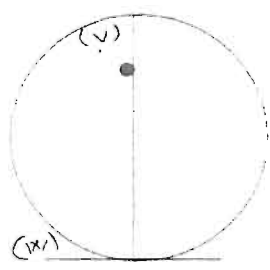
Date rezultate din măsurători:

$$\begin{cases} L_{p,lim} = 130 \text{ dB(A)} \rightarrow r = L (m) \\ l_1 = 0 \\ l_2 = 0 \end{cases}$$

$$H = (H_1 + h_2) / 2 \text{ (m)}$$

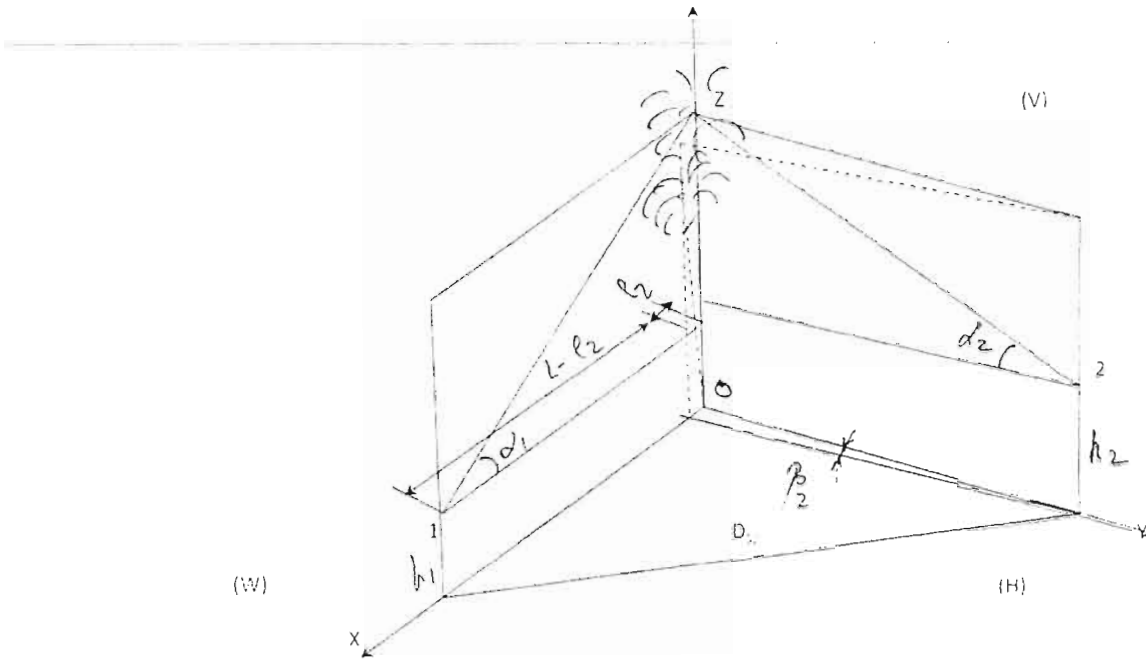


Reprezentarea schematică a imaginii filmate cu camera de filmat nr.1 (T₁)



Reprezentarea schematică a imaginii filmate cu camera de filmat nr.2 (T₂)

Fig.9-Măsurarea și determinarea înălțimii ascensionale a articolelor pirotehnice din categoria F4 în cazul în care unghiurile de deviere în plan orizontal β_1 și β_2 sunt diferite de 0 iar camerele video sunt amplasate la nivele diferite față de punctul de lansare, deasupra nivelului acestuia



Date de ipoteză: $L = (m)$ pentru un nivel limită de presiune acustică $L_{lim} = 120 \text{ dB(A)}$; $\alpha_1 = \alpha_2 = 0$, $(H) \dots (V) \dots (W)$, unde: $(H), (V), (W)$ reprezintă planul orizontal, planul vertical și planul lateral

$$\begin{cases} H_1 = [(D_{10} \sin \alpha_1) / \sin(\alpha_1 + \alpha_2)] \text{tg} \beta_1 - h_1 \\ H_2 = [(D_{10} \sin \alpha_2) / \sin(\alpha_1 + \alpha_2)] \text{tg} \beta_2 - h_2 \end{cases}$$

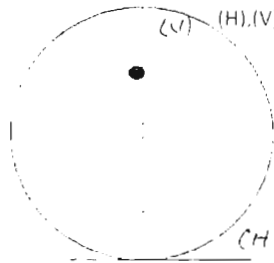
$$\text{tg} \beta_i = l_i / (L - l_i); \beta_i = \arctg(l_i / (L - l_i))$$

$$r_s = 10^{-0.1(L - 120)} \text{ (m)}$$

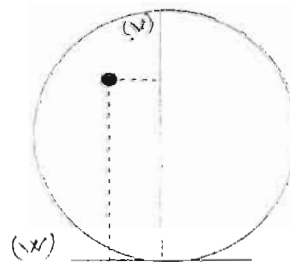
Date rezultate din măsurători:

$$\begin{cases} L_{lim} = 120 \text{ dB(A)} \Rightarrow r_s = L \text{ (m)} \\ \beta_1 = 0 \\ \beta_2 = 0 \end{cases}$$

$$H = (H_1 + H_2) / 2 \text{ (m)}$$

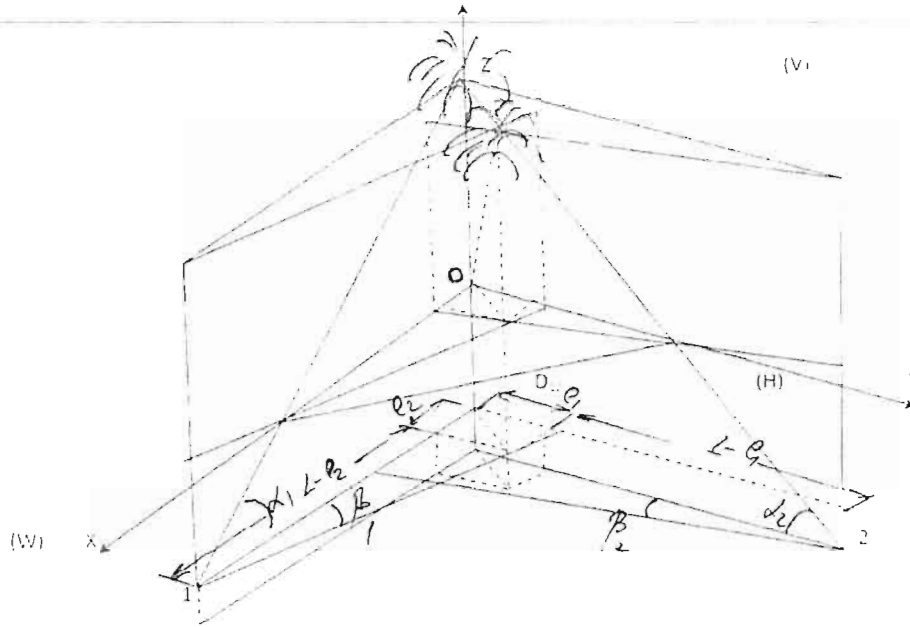


Reprezentarea schematică a imaginii filmate cu camera de filmat nr.1 (T.1)



Reprezentarea schematică a imaginii filmate cu camera de filmat nr.2 (T.2)

Fig.10-Măsurarea și determinarea înălțimii ascensionale a articolelor pirotehnice din categoria F4 în cazul în care unghiurile de deviere în plan orizontal β_1 și β_2 sunt diferite de 0 iar camerele video sunt amplasate la nivele diferite față de punctul de lansare, deasupra nivelul acestuia



Date de ipoteză. $L = 100$ (m) pentru un nivel limită de presiune acustică $L_p = 120$ dB(A); $\alpha_1 = \alpha_2 = 0$.
 (H) - (V) - (W), unde:
 planul vertical și planul lateral.

$$H_1 = [(D_1 \cdot \sin \alpha_1) / \sin(\alpha_1 + \alpha_2)] \cdot \text{tg} \beta_1 \cdot h_1$$

$$H_2 = [(D_2 \cdot \sin \alpha_2) / \sin(\alpha_1 + \alpha_2)] \cdot \text{tg} \beta_2 \cdot h_2$$

$$\text{tg} \beta_1 = l_1 / (L - l_1); \beta_1 = \arctg(l_1 / (L - l_1))$$

$$\text{tg} \beta_2 = l_2 / (L - l_2); \beta_2 = \arctg(l_2 / (L - l_2))$$

$$c_2 = 10 \cdot \dots$$

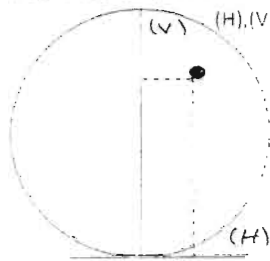
Date rezultate din măsurători:

$$L_p = 130 \text{ dB(A)} \rightarrow r_1 = L \text{ (m)}$$

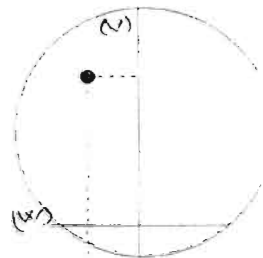
$$\beta_1 = 0$$

$$\beta_2 = 0$$

$$H = (H_1 + H_2) / 2 \text{ (m)}$$

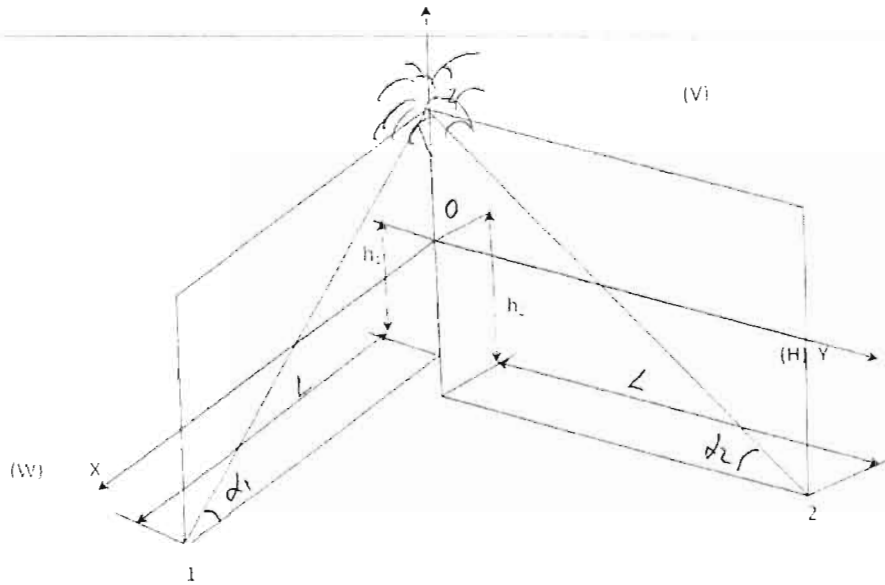


Reprezentarea schematică a imaginii filmate cu camera de filmat nr.1 (T1)



Reprezentarea schematică a imaginii filmate cu camera de filmat nr.2 (T2)

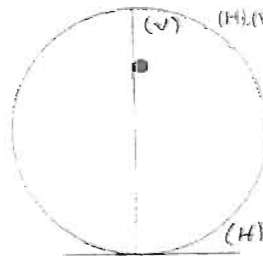
Fig.11-Măsurarea și determinarea înălțimii ascensionale a articolelor pirotehnice din categoria F4 în cazul în care unghiurile de deviere în plan orizontal β_1 și β_2 sunt diferite de 0 iar camerele video sunt amplasate la nivele diferite față de punctul de lansare, sub nivelul acestuia.



Date de ipoteză: $L = \dots$ m pentru un nivel limită de presiune acustică $L_{pmax} = 120$ dB(A); $\alpha_1, \alpha_2 = 0$;
 (H) (V) (W), unde:
 planul vertical și planul lateral

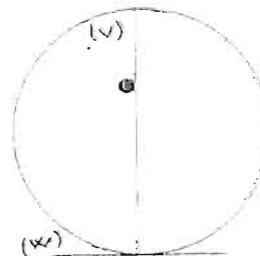
$\beta_1 = \beta_2 = 0$

$$\begin{cases} H_1 - h_1 = L \cdot \text{tg}(\alpha_1) \Rightarrow H_1 = L \cdot \text{tg}(\alpha_1) + h_1 \\ H_2 - h_2 = L \cdot \text{tg}(\alpha_2) \Rightarrow H_2 = L \cdot \text{tg}(\alpha_2) + h_2 \end{cases}$$



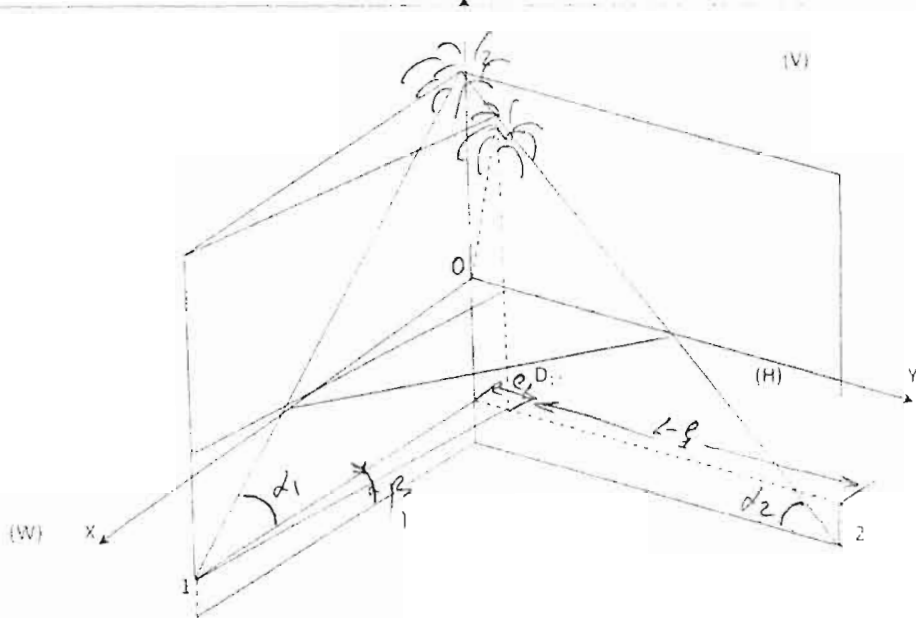
Reprezentarea schematică a imaginii filmate cu camera de filmat nr.1 (T.)

Date rezultate din măsurători:
 $H = (H_1 + H_2) / 2$ (m)
 $L_{pmax} = 130$ dB(A) $\alpha = \dots$ (m)



Reprezentarea schematică a imaginii filmate cu camera de filmat nr.2 (T.)

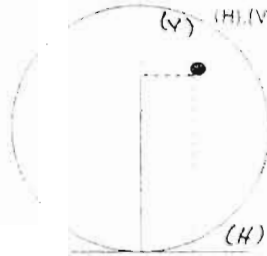
Fig.12-Măsurarea și determinarea înălțimii ascensionale a articolelor pirotehnice din categoria F4 în cazul în care unghiurile de deviere în plan orizontal β_1 și β_2 sunt diferite de 0 iar camerele video sunt amplasate la același nivele diferite față de punctul de lansare, sub nivelul acestuia



Date de ipoteză: $L =$ (m) pentru un nivel limită de presiune acustică $L_{p,lim} = 120$ dB(A), $\alpha_1 = \alpha_2 = 0$, (H), (V), (W), unde (H), (V), (W) reprezintă planul orizontal, planul vertical și planul lateral.

$$\begin{cases} H_1 = \{ [D_1 \sin(\alpha_1) / \sin(\alpha_1 - \alpha_2)] \operatorname{tg}(\alpha_1 - \beta_1) - h_0 \\ H_2 + h_0 = L \operatorname{tg} \alpha_2 \Rightarrow H_2 = L \operatorname{tg} \alpha_2 - h_0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} \operatorname{tg}(\beta_1) = l / L - l, \Rightarrow \beta_1 = \arctg(l / L - l) \\ \beta_2 = 0 \end{cases}$$



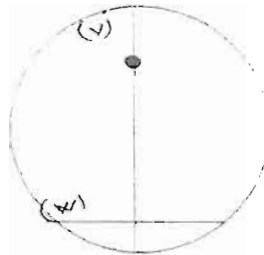
Reprezentarea schematică a imaginii filmate cu camera de filmat nr.1 (T.1)

$$r = 10^{\frac{L_{p,lim} - L_p}{20}}$$

Date rezultate din măsurători:

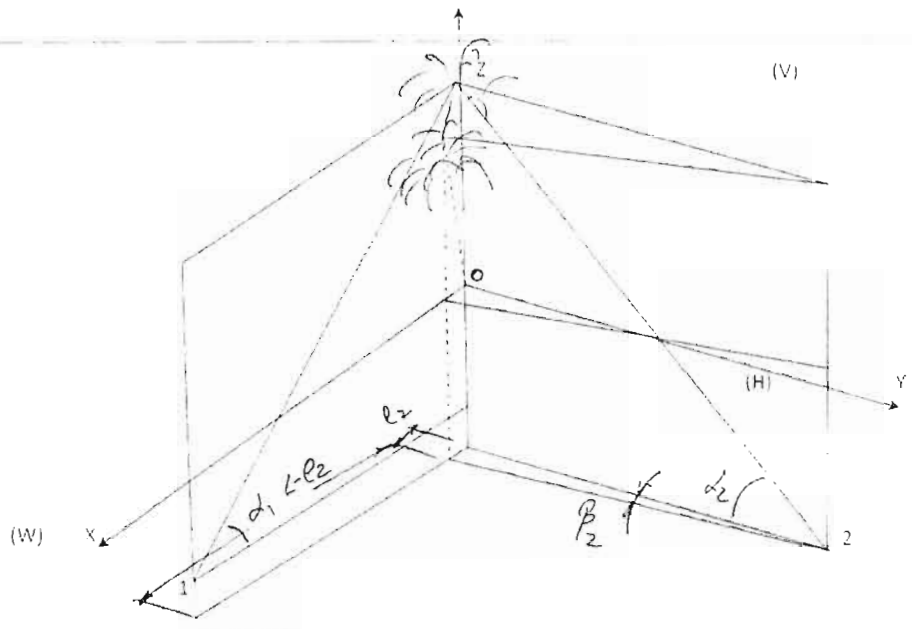
$$\begin{cases} L_{p,lim} = 130 \text{ dB(A)} \Rightarrow r = L \text{ (m)} \\ \beta_1 = 0 \\ \beta_2 = 0 \end{cases}$$

$$H = (H_1 + H_2) / 2 \text{ (m)}$$



Reprezentarea schematică a imaginii filmate cu camera de filmat nr.2 (T.2)

Fig.13-Măsurarea și determinarea înălțimii ascensionale a articolelor pirotehnice din categoria F4 în cazul în care unghiurile de deviere în plan orizontal β_1 și β_2 sunt diferite de 0 iar camerele video sunt amplasate la nivele diferite față de punctul de lansare, sub nivelul acestuia



Date de ipoteză: $L =$ (m) pentru un nivel limită de presiune acustică $L_{A,0} = 120$ dB(A), $q_0 = 10^{-4}$ (N/m²), unde: (H), (V), (W) reprezintă planul orizontal, planul vertical și planul lateral.

$$\begin{cases} H_1 = h_1 = L \operatorname{tg} \alpha_1 > H_2 = L \operatorname{tg} \alpha_2 = h_2 \\ H_1 = \{ [D_1 \sin \alpha_1] / \sin(\alpha_1 + \alpha_2) \} \operatorname{tg} \beta_1 - h_1 \end{cases}$$

$$\begin{cases} \beta_1 = 0 \\ \operatorname{tg} \beta_1 = 7L \sin \alpha_1 \operatorname{arctg}(l_1/L) \end{cases}$$

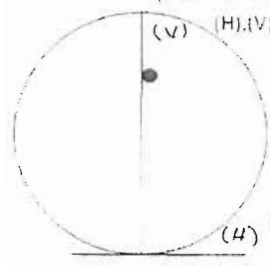
$$r_1 = 10^{-4} \text{ (m)}$$

Date rezultate din măsurători:

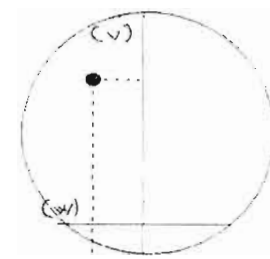
$$L_{A,0} = 130 \text{ dB(A)} \Rightarrow r_1 = L \text{ (m)}$$

$$\begin{cases} \beta_1 = 0 \\ \beta_2 = 0 \end{cases}$$

$$H = (H_1 + H_2) / 2 \text{ (m)}$$



Reprezentarea schematică a imaginii filmate cu camera de filmat nr.1 (T₁)



Reprezentarea schematică a imaginii filmate cu camera de filmat nr.2 (T₂)

Fig.14-Măsurarea și determinarea înălțimii ascensionale a articolelor pirotehnice din categoria F4 în cazul în care unghiurile de deviere în plan orizontal β_1 și β_2 sunt diferite de 0 iar camerele video sunt amplasate la nivele diferite față de punctul de lansare, sub nivelul acestuia

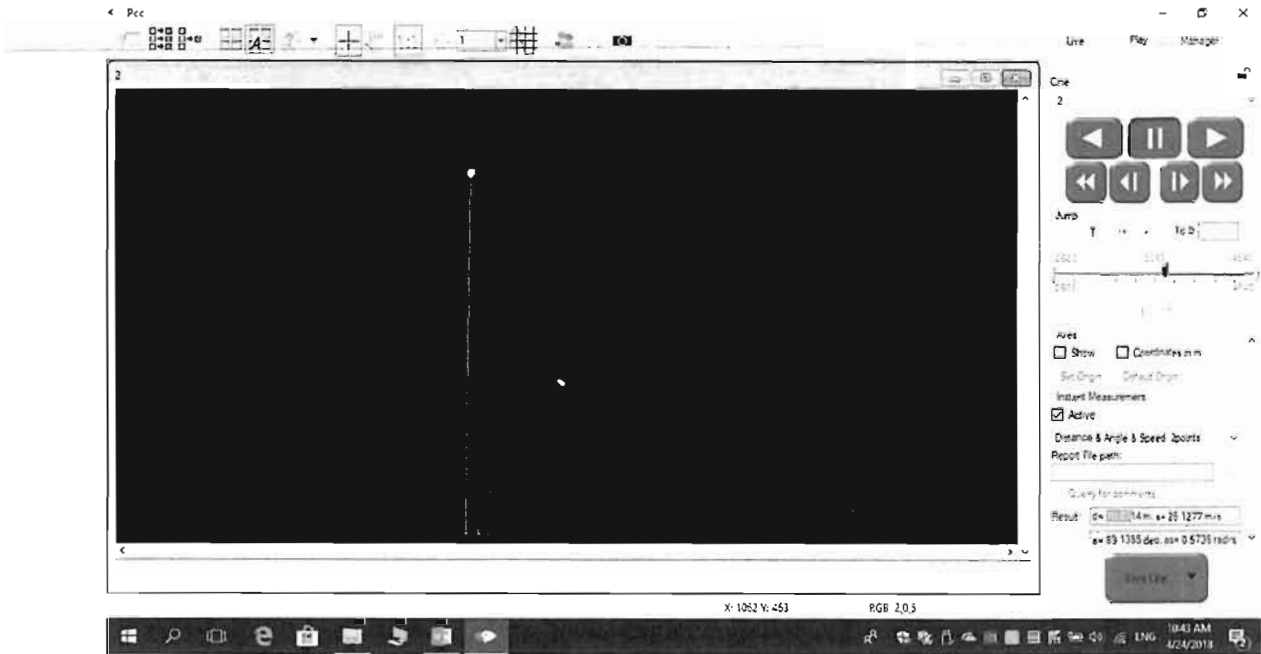


Fig.15-Imagine video înregistrată de camera ultrarapidă nr.1, care evidențiază rezultatul vizual al înălțimii de spargere a efectului (A)

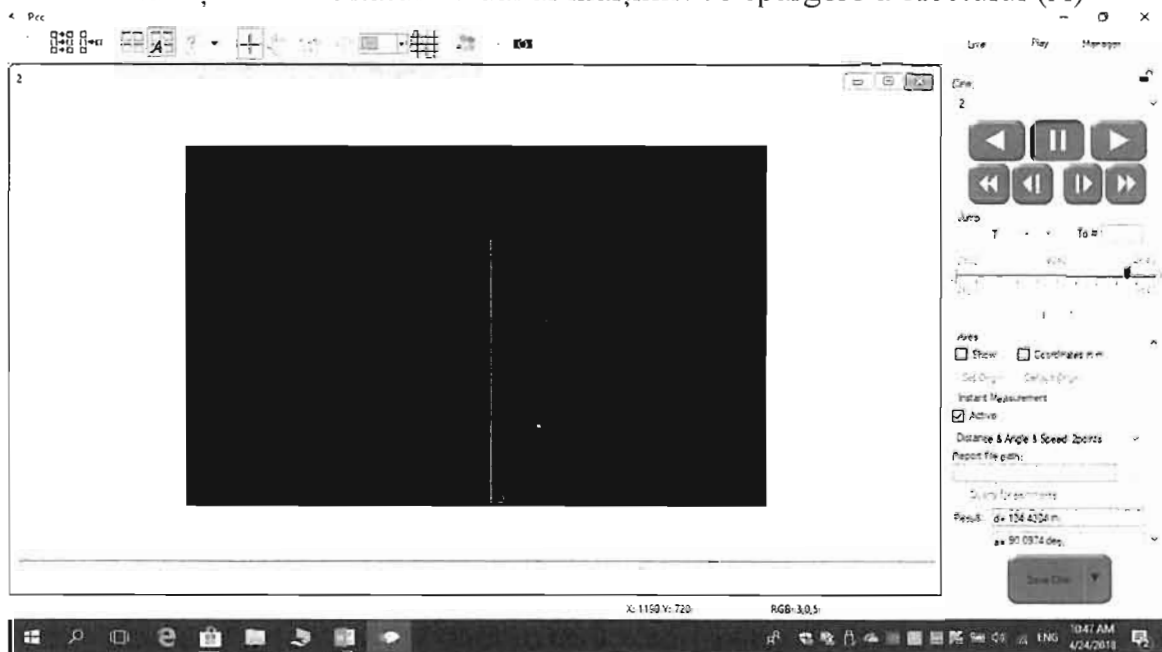


Fig.16-Imagine video înregistrată de camera ultrarapidă nr.1, care evidențiază rezultatul vizual al înălțimii efectului (B)

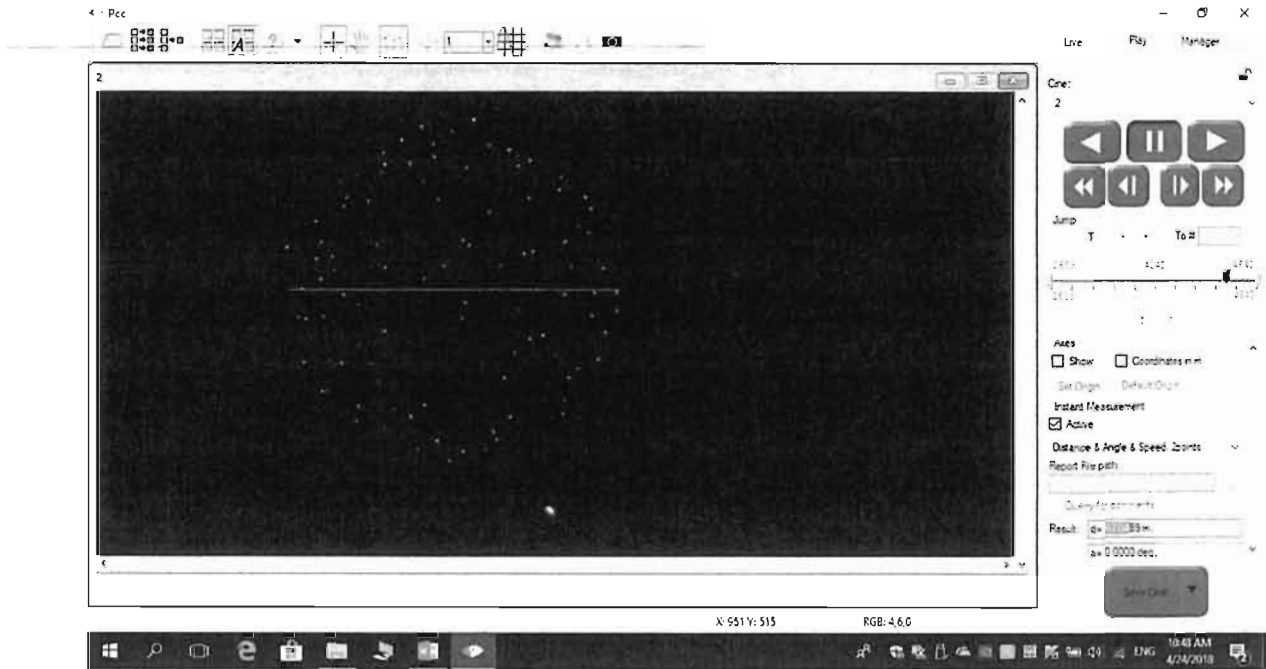


Fig.17-Imagine video înregistrată de camera ultrarapidă nr.1, care evidențiază rezultatul vizual al lungimii efectului (C)

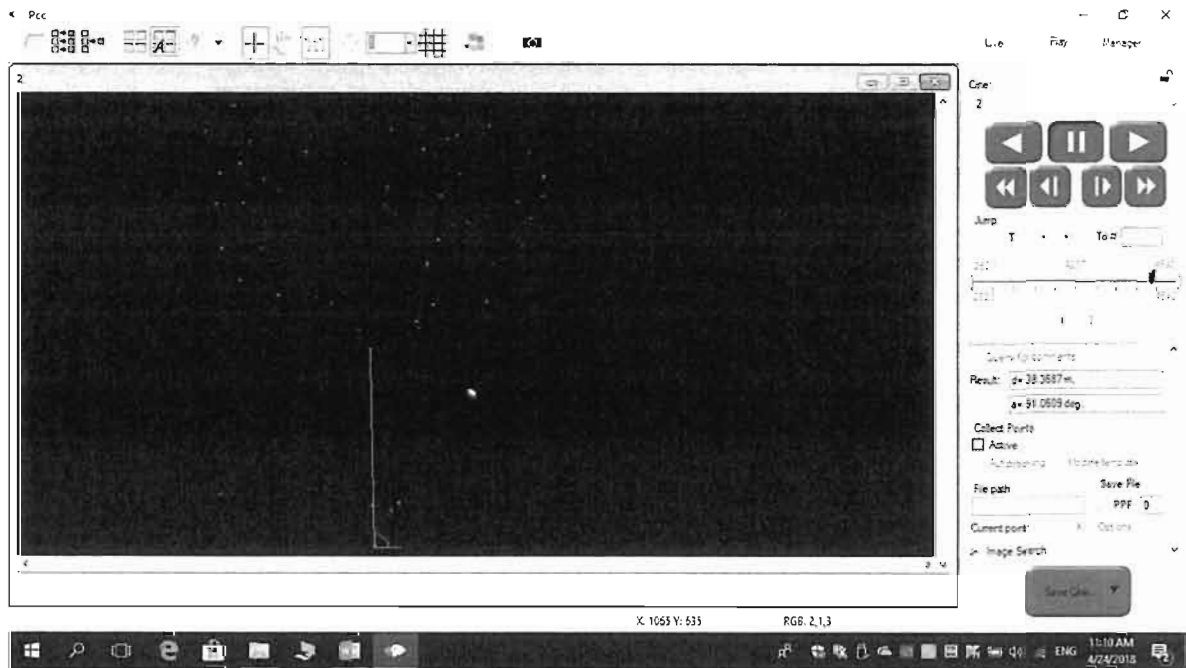


Fig.18-Imagine video înregistrată de camera ultrarapidă nr.1, care evidențiază rezultatul vizual al înălțimii de cădere (D)

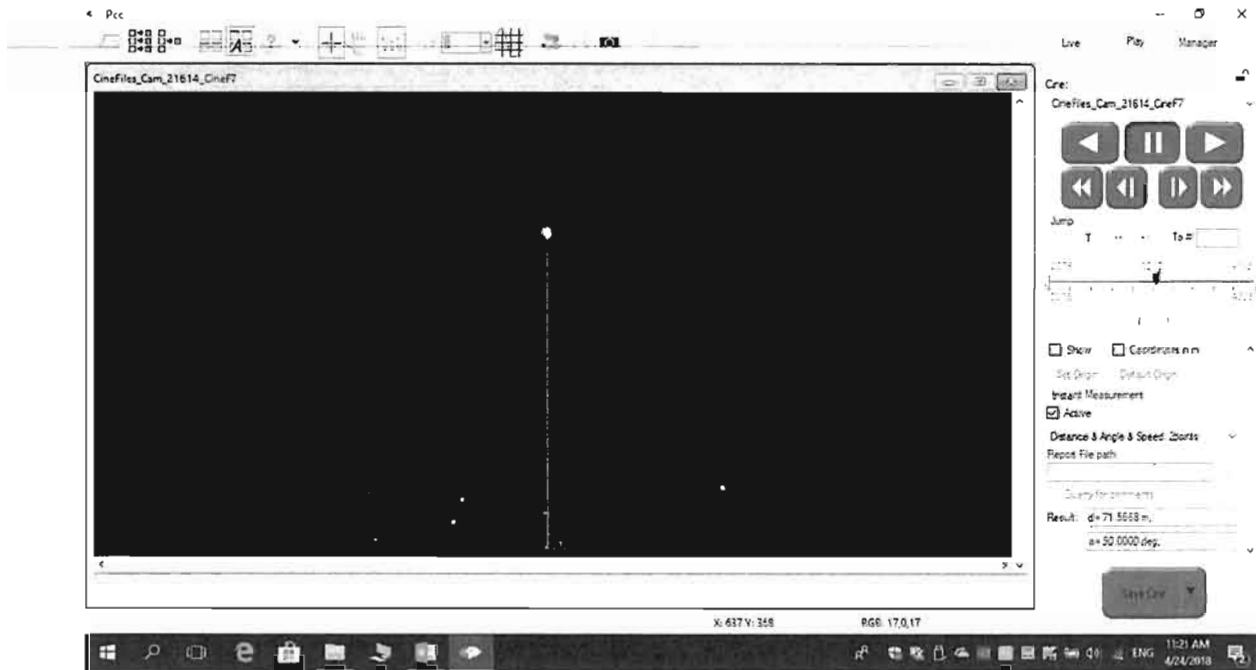


Fig.19-Imagine video înregistrată de camera ultrarapidă nr.2, care evidențiază rezultatul vizual al înălțimii de spargere a efectului (A)

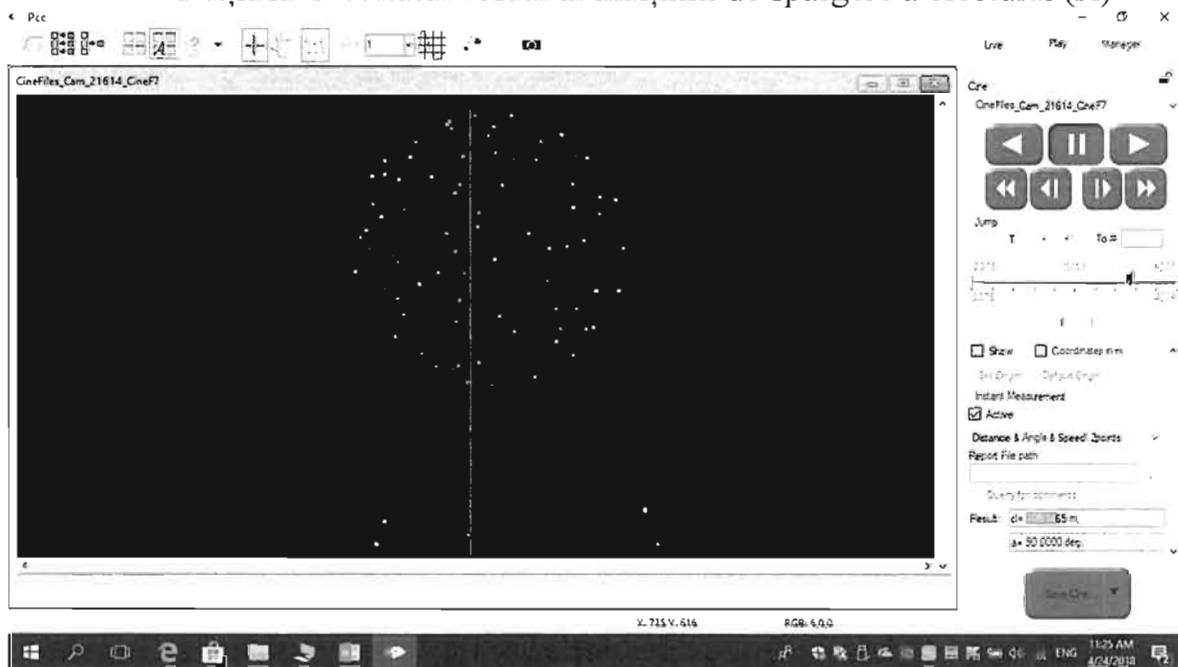


Fig.20-Imagine video înregistrată de camera ultrarapidă nr.2, care evidențiază rezultatul vizual al înălțimii efectului (B)

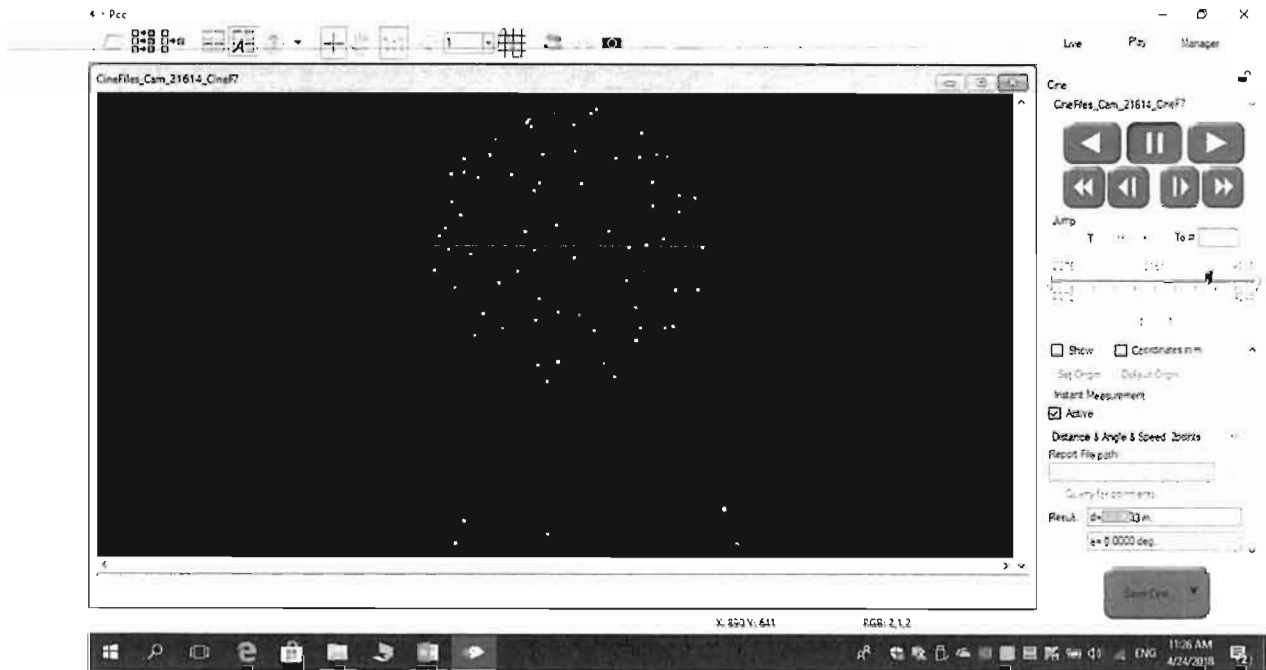


Fig.21-Imagine video înregistrată de camera ultrarapidă nr.2, care evidențiază rezultatul vizual al lungimii efectului (C)

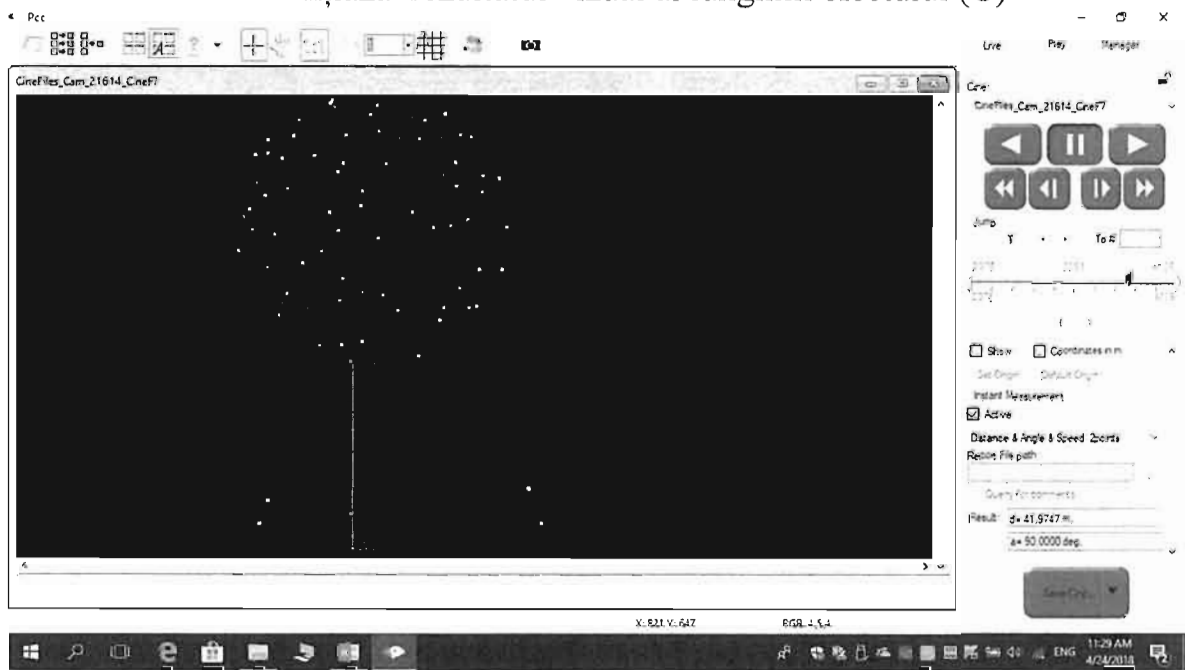


Fig.22-Imagine video înregistrată de camera ultrarapidă nr.2, care evidențiază rezultatul vizual al înălțimii de cădere (D)