

Dr. ing. Cătălin GRIGORAȘ  
Expert criminalist autorizat  
Expert tehnic judiciar

26 aprilie 2018

**Către: Dl. Gheorghe NICHITA**

### **Raport de expertiză**

Subsemnatul dr. ing. Cătălin GRIGORAȘ, expert tehnic judiciar și expert criminalist autorizat în domeniile voce și vorbire, imagini (fotografii și înregistrări video), mijloace de telecomunicații, aplicații și date informatice, prezintă următoarea expertiză.

#### **1. Obiectivele expertizei**

Obiectivele expertizei constau în:

- 1) stabilirea autenticității unei înregistrări audio în litigiu;
- 2) îmbunătățirea calității audiției și ameliorarea inteligibilității dialogurilor de interes din două înregistrări în litigiu.

#### **2. Materialele de analizat**

Materialele puse la dispoziție constau în două fișiere audio .WAV cu următoarele nume și coduri HASH SHA256 prezentate în Tabelul 1.

Tabel 1. Fișierele .WAV și codurile SHA256

#	Fișier .WAV	Cod SHA256
1	recorded 29 septembrie 2015 at 19.10.51	32050209e82d99169519d3256440d172f15b087cf9d1638b48d1a7396f7e0319
2	trk00002	f3cc33250528b2cadb320f0da5f1b4eacb2efff7b342713368897733638ee04a

Dintre acestea:

- a) fișierul "trk00002.wav" reprezintă probă de expertizat în vederea stabilirii autenticității;
- b) fișierele "recorded 29 septembrie 2015 at 19.10.51.wav" și "trk00002.wav" reprezintă probe de expertizat în vederea îmbunătățirii calității audiției și ameliorării inteligibilității dialogurilor de interes.

### 3. Tehnica și metodele utilizate

#### 3.1. Accesarea probelor

Accesarea și clonarea/duplicarea de tip *bit-stream* a probelor le efectuez conform [1][2][3][4][5] cu metode:

- nedistructive, probele expertizate nefiind contaminate material sau digital;
- repetitive, analizele putând fi repetate de către același expert;
- reproductibile, analizele putând fi reproduse de către alți experți cu competență științifică în domeniu și utilizând facilități corespunzătoare.

Analizele ulterioare le efectuez exclusiv pe copii de lucru ale *duplicatelor de tip bit-stream* [2] astfel obținute.

### 3.2. Stabilirea autenticității probelor

Este foarte important pentru stabilirea adevărului a se cunoaște dacă înregistrarea audio/video contestată este autentică. Fără o asemenea certitudine, formată ca urmare a examinării științifice a înregistrării de către un expert sau o instituție independentă și credibile [6][7][8] aceasta nu poate fi acceptată ca mijloc material de probă [9][10][11]. Spre exemplu în cauza *International Centre For Settlement of Investment Disputes (2009) ICSID Case no. ARB/05/13 EDF vs. Romania* instanța de la Washington, D.C. a declarat inadmisibilă proba audio prezentată de către reclamant împotriva României deoarece aceasta nu era autentică [11].

Pentru un set complet de analize [5][12][13][14][15][18] prin care să se stabilească științific faptul că o înregistrare este autentică sau compatibilă cu o înregistrare autentică este necesar a fi puse la dispoziția expertului cumulativ:

1. echipamentul tehnic contestat (ex.: reportofon digital, cameră video digitală, etc.) și
2. suportul digital contestat (ex.: HDD, DAT, DV, DVD, card memorie, etc.) pe care, prin intermediul echipamentului de la pct.1, înregistrarea digitală a fost efectuată simultan cu evenimentele pe care le conține.

În lipsa materialelor de la pct.1 și 2:

3. nu se poate proceda la efectuarea unui set complet de analize, specifice pentru astfel de situații,
4. nu se poate verifica ipoteza autenticității înregistrării,
5. numărul de analize care se pot efectua se reduce și, în funcție de cantitatea și calitatea materialelor de expertizat, precum și a analizelor care pot fi efectuate, este posibil ca:

- a) rezultatele obținute să fie neconcludente și să nu permită o interpretare corespunzătoare,

- b) unele intervenții tehnice de alterare a integrității probelor să fie foarte dificil sau chiar imposibil de depistat prin metodele disponibile în prezent,
6. se poate efectua o expertiză prin care să se stabilească prezența unor intervenții tehnice de alterare a integrității probelor.

Menționez că, în unele cazuri, în lipsa echipamentelor tehnice și a înregistrărilor de comparație se pot utiliza baze de date cu înregistrări de referință efectuate cu echipamente similare, precum și baze de date cu înregistrări produse de aceleași echipamente în alte dosare penale. Prin astfel de analize cu metode validate științific se pot evidenția incompatibilități între înregistrările în litigiu și cele de referință, se pot pune în evidență urme de editare în sensul de ștergeri, inserări, precum și recomprimări ireversibile și distructive ale semnalului audio.

De asemenea nu există metodologii sau standarde prin intermediul cărora să se stabilească cu certitudine 100% că o înregistrare audio/video digitală obținută prin interceptarea convorbirilor ambientale sau a comunicațiilor telefonice este autentică [13][16], dar există o vastă literatură internațională de specialitate și manuale de bune practici pentru analizarea probelor audio/video și depistarea urmelor de editare, falsificare sau contrafacere. Spre exemplu, înregistrările audio obținute prin interceptarea comunicațiilor telefonice sunt stocate pe hard-disk-uri și este posibilă intervenția asupra unei astfel de înregistrări. Practica din România atestă cazuri cu diferențe considerabile între duratele convorbirilor conform listing-urilor oficiale de la companiile de telefonie și duratele efective ale interceptărilor efectuate de către Serviciul Român de Informații sau înregistrărilor efectuate de către terți și care au fost depuse ca probe în unele dosare penale.

### 3.3. Îmbunătățirea calității înregistrărilor

Îmbunătățirea calității înregistrărilor audio și ameliorarea inteligibilității dialogurilor de interes le efectuez cu metodele descrise în lucrările [13][22][23].

### 3.4. Bibliografie

- [1] Marshall, A. (2008) *Digital Forensics - Digital Evidence in Criminal Investigation*, Wiley-Blackwell
- [2] ASTM International Standard E1459-13 *Standard Guide for Physical Evidence Labeling and Related Documentation*, 2013
- [3] SWGDE *Best Practices for Digital Audio Authentication*, Version 1.2, February 21, 2017
- [4] ASTM International Standard E2916-13 *Standard Terminology for Digital and Multimedia Evidence Examination*, 2013
- [5] Grigoras, C., Rappaport, D., Smith, J. (2012) *Analytical Framework for Digital Audio Authentication*, AES 46th International Conference, Denver, USA
- [6] CEDO Dumitru Popescu vs. Romania (nr. 71525/01, 26 aprilie 2007)
- [7] CEDO Prepelită vs. Moldova (nr. 2914/02, 23 septembrie 2008)
- [8] Dosarul nr. 6367/2/2010 al Curții de Apel Brașov - Secția Penală, declarația de martor a expertului INEC din 21 octombrie 2011, pg.2 conform căreia există un "Protocol între Direcția Națională Anticorupție și Institutul Național de Expertize Criminalistice cu privire la procedurile de urmat în cadrul efectuării expertizelor privind autenticitatea înregistrărilor"
- [9] Angheliescu, I. (1978) *Expertiza Criminalistică a Vocii și Vorbirii*, Editura Științifică și Enciclopedică, București, pg.56-57
- [10] Marescal, F. (2000) - *Adding a Parametric Approach to Forensic Speaker Recognition*, Problems of Forensic Sciences XLVII, Second EAFS meeting, Cracow
- [11] International Centre For Settlement of Investment Disputes (2009) ICSID Case no. ARB/05/13 EDF vs. Romania

- [12] Koenig, B., Lacey, D. (2009) *Forensic Authentication of Digital Audio Recordings*, J. Audio Eng. Soc., Vol. 57, No.9
- [13] Grigoras C., Smith J.M. (2013) *Audio Enhancement and Authentication*. In: Siegel JA and Saukko PJ (eds.) *Encyclopedia of Forensic Sciences*, Second Edition, pp. 315-326. Waltham: Academic Press.
- [14] Grigoras C., Smith J.M. (2014) *Quantization Level Analysis for Forensic Media Authentication*, AES 54th International Conference, London, UK
- [15] Grigoras C., Smith J.M. (2016) *Forensic Analysis of Digital Audio File Structures and Formats*, American Academy of Forensic Sciences, 68th Annual Scientific Meeting, Las Vegas, NV, USA
- [16] Broeder, A. (2001) *Forensic Linguistics*, INTERPOL, Lyon
- [17] Koenig, B.E.; Lacey, D.S. (2007) *Forensic Enhancement of Digital Audio Recordings*, Journal of the Audio Engineering Society. 55:5:352-371
- [18] Grigoras, C., Smith, J. M., Morrison, G. S., Enzinger, E. (2013), *Forensic audio analysis - Review: 2010-2013*, in: Nic Daéid, N. (Ed.), *Proceedings of the 17th International Forensic Science Managers' Symposium*, Lyon (pp. 612-637), France: Interpol
- [19] Grigoras, C., Drygajlo, A., Smith, J. M. (2016), *Media Evidence: Audio, 2013-2016*. In: Houck, M. (Ed.), *Proceedings of the 18th INTERPOL International Forensic Science Managers Symposium* (pp. 551-567). Lyon, France: Interpol.
- [20] Grigoras C., Smith J.M. (2017) *Large Scale Test of Digital Audio File Structure and Format for Forensic Analysis*, 2017 AES International Conference on Audio Forensics, Arlington VA, USA
- [21] Smith, J., Lacey, D., Koenig, B., Grigoras, C. (2017) *Triage Approach for the Forensic Analysis of Apple iOS Audio Files Recorded Using the "Voice Memos" App*, 2017 AES International Conference on Audio Forensics, Arlington VA, USA
- [22] Koenig, B. E., Lacey, D. S., and Killion, S.A. (2007) *"Forensic Enhancement of Digital Audio Recordings"*, Journal of the Audio Engineering Society. 55:5:352-371
- [23] Grigoras C., Smith J.M. In: Max M. Houck (ed.) *Forensic Engineering*, Academic Press, 2017, Audio Enhancement and Authentication Chapter

## 4. Constatări

### 4.1. Analiza autenticității

#### 4.1.1. Analiza structurii și formatului

Analiza fișierului "trk00002.wav" a evidențiat structura de date și formatul audio din Tabelul 1.

Tabelul 1. Structura și formatul fișierului "trk00002.wav"

Structură	Format
	Format : Wave PCM
	Format settings : Little / Signed
Ofs: 0 => RIFF	Codec ID : 1
Ofs: 8 => WAVE	Duration : 2 h 10 min
Ofs: C => fmt	Bit rate mode : Constant
Ofs: 28 => fact	Bit rate : 750 kb/s
Ofs: 58 => data	Channel(s) : 2 channels
	Sampling rate : 23.4 kHz
	Bit depth : 16 bits
	Stream size : 699 MiB (100%)

#### 4.1.2. Analiza în domeniul timp

Analiza semnalelor audio din fișierul "trk00002.wav" în litigiu a evidențiat urme de editări prin ștergere sau inserări la eșantioanele de timp:

- 1) 55023852, respectiv la contor de timp 39min 7.634sec de la începutul înregistrării (a se vedea Figura 1);
- 2) 55033769, respectiv la contor de timp 39min 8.057sec de la începutul înregistrării (a se vedea Figura 2);
- 3) 55036291, respectiv la contor de timp 39min 8.165sec de la începutul înregistrării (a se vedea Figura 3).

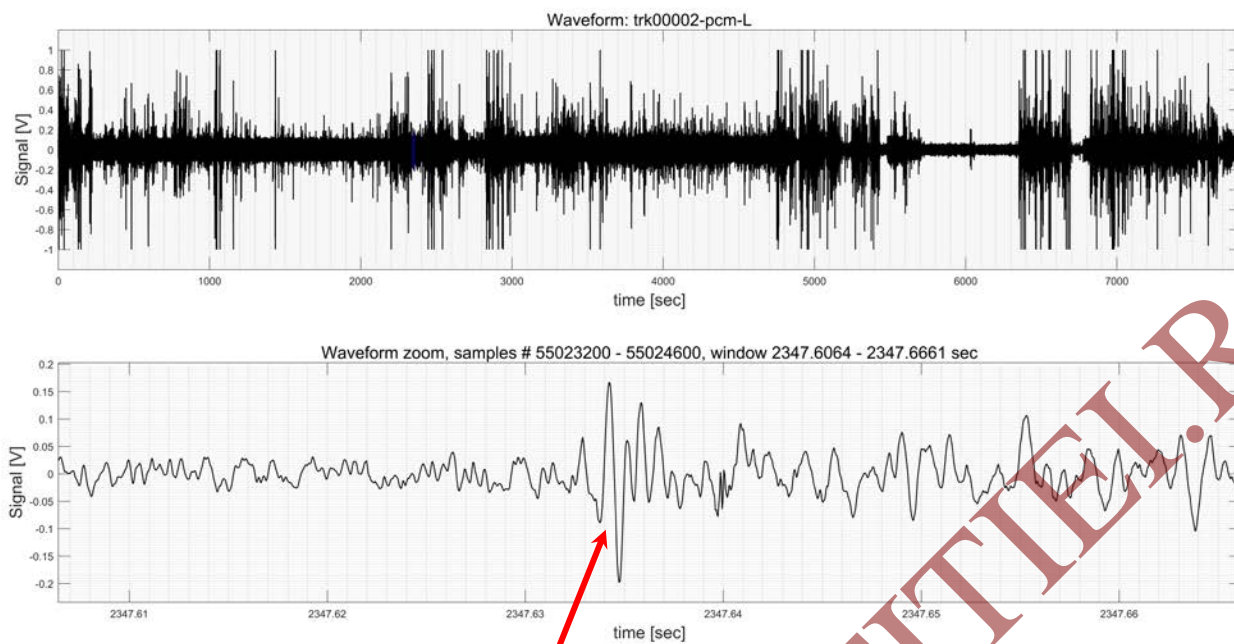


Figura 1. Urme de editare la contor 55023852, respectiv la contor de timp 39min 7.634sec de la începutul înregistrării

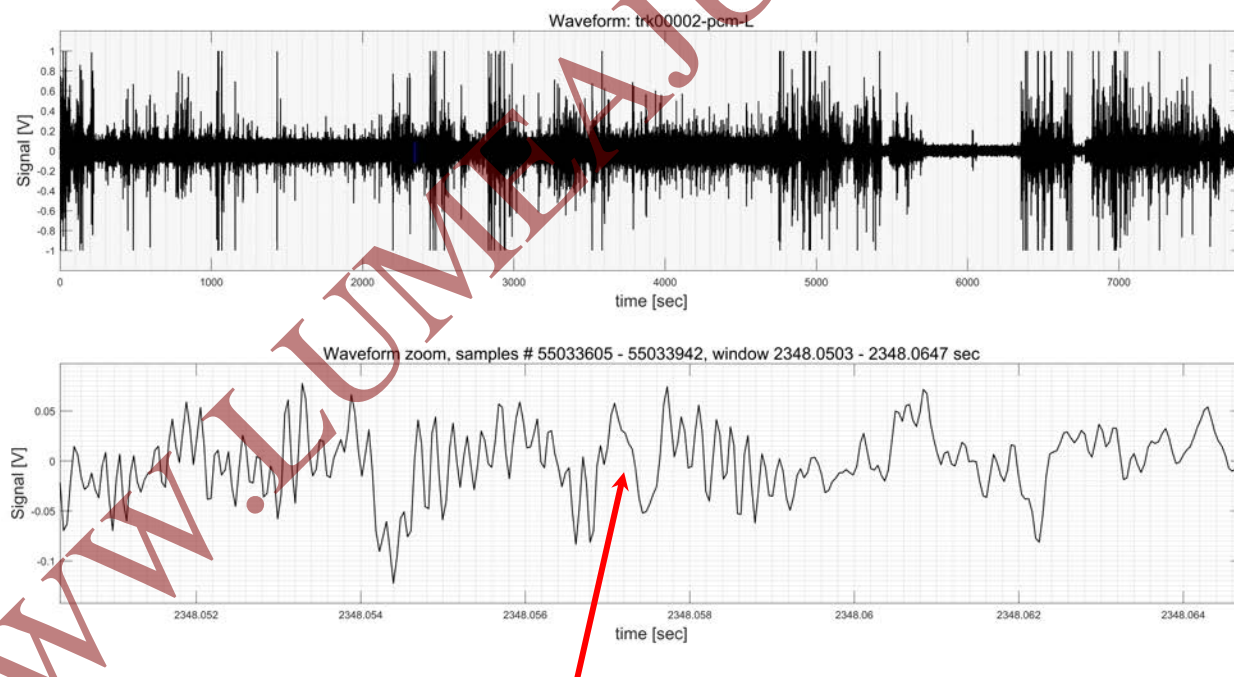


Figura 2. Urme de editare la contor 55033769, respectiv la contor de timp 39min 8.057sec de la începutul înregistrării



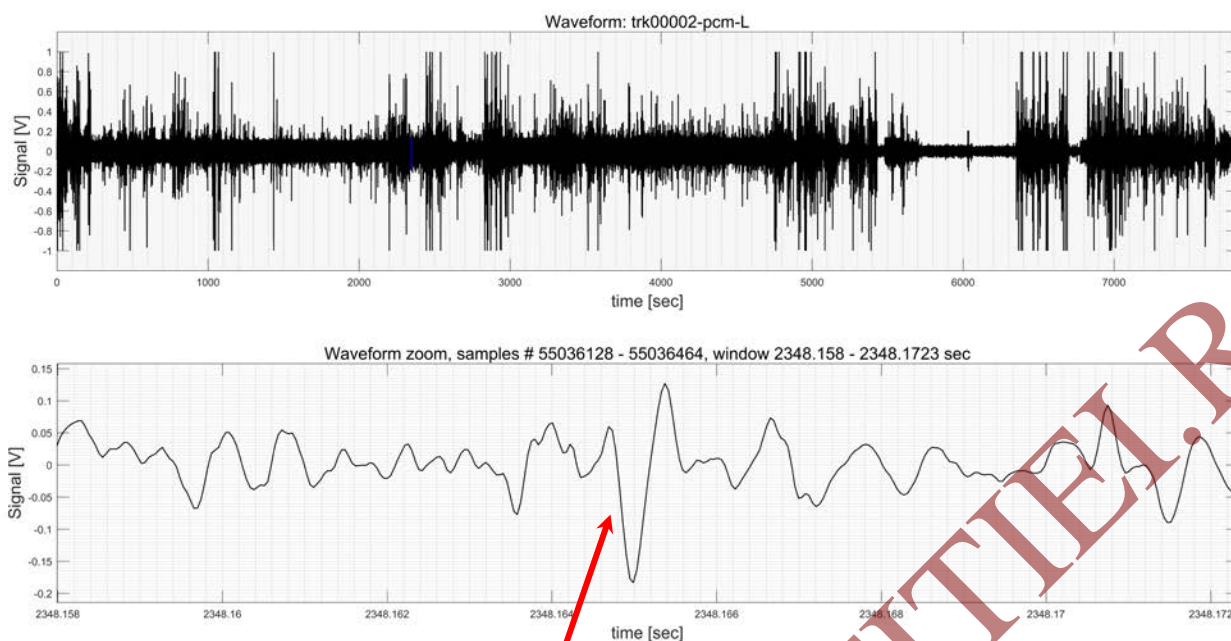


Figura 3. Urme de editare la contor 55036291, respectiv la contor de timp 39min 8.165sec de la începutul înregistrării

Urmele de editare depistate și exemplificate anterior sunt confirmate și de analiza DC care atestă că semnalul audio din fișierul "trk00002.wav" a suferit operațiuni de editare prin inserări de fragmente audio din alte înregistrări. Astfel, în Figura 4 se pot observa cel puțin patru zone distincte cu valori DC sensibil diferite și care atestă operațiunile de inserare audio.

De asemenea și analiza puterii semnalului audio confirmă rezultatele exemplificate anterior în sensul că semnalele audio din fișierul "trk00002.wav" au suferit operațiuni de editare prin inserări de fragmente audio din alte înregistrări. În Figura 5, similar celor indicate în Figura 4, se pot observa cel puțin patru zone distincte cu valori ale puterii sensibil diferite și care atestă operațiunile de inserare audio.

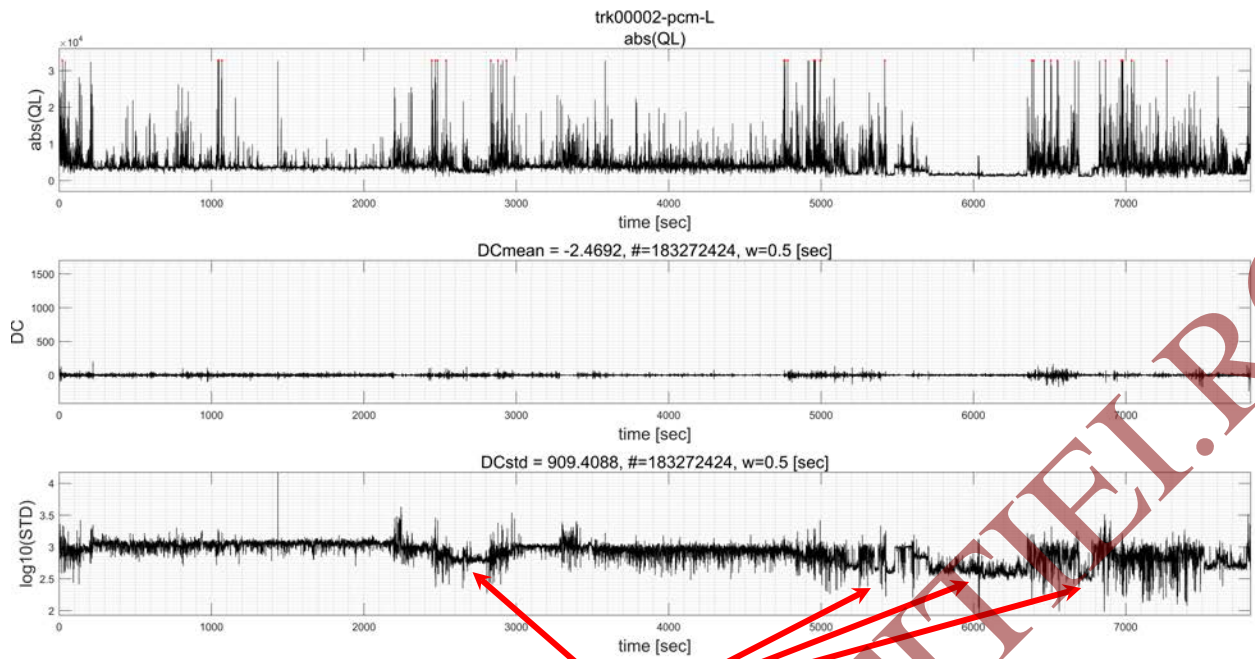


Figura 4. Analiza DC, se remarcă cel puțin patru zone distincte de inserare audio

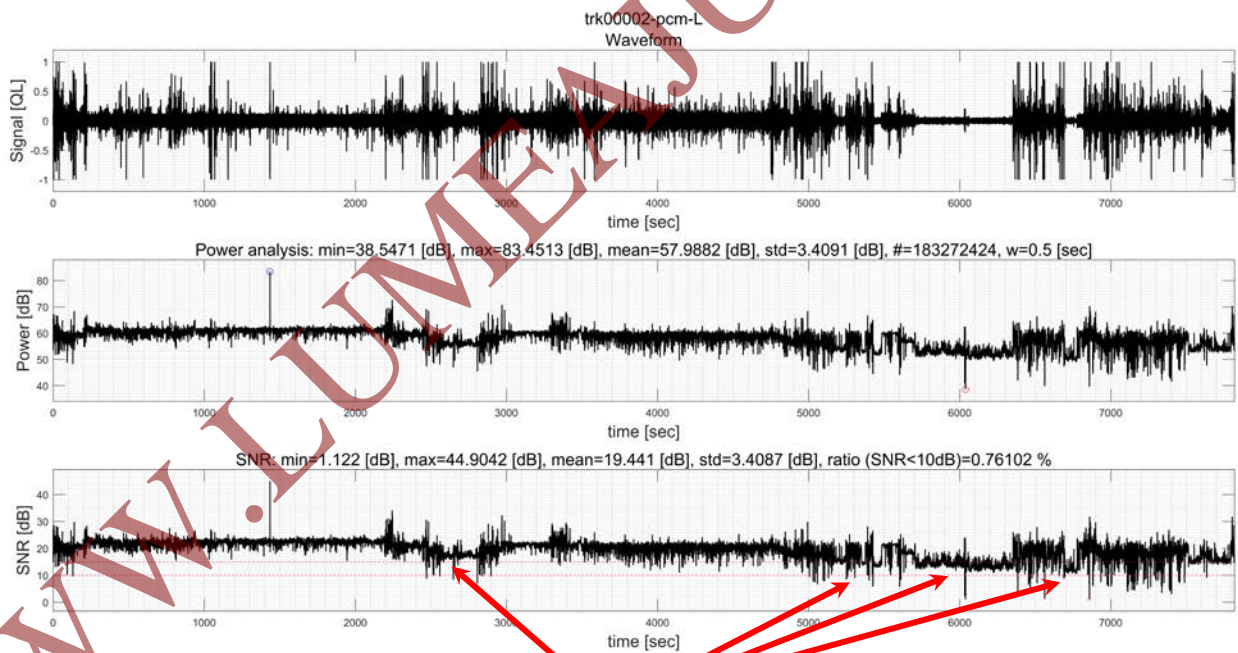


Figura 5. Analiza puterii semnalului, se remarcă cel puțin patru zone distincte de inserare audio, similare celor depistate cu metoda DC

Analiza fazei dintre semnalele audio de pe cele două canale (stânga, dreapta) a evidențiat că înregistrarea este stereo (a se vedea Figura 6) și conține inserări de cel puțin trei fragmente din alte înregistrări (a se vedea Figura 7), ceea ce confirmă rezultatele obținute anterior și exemplificate în Figurile 1-5.

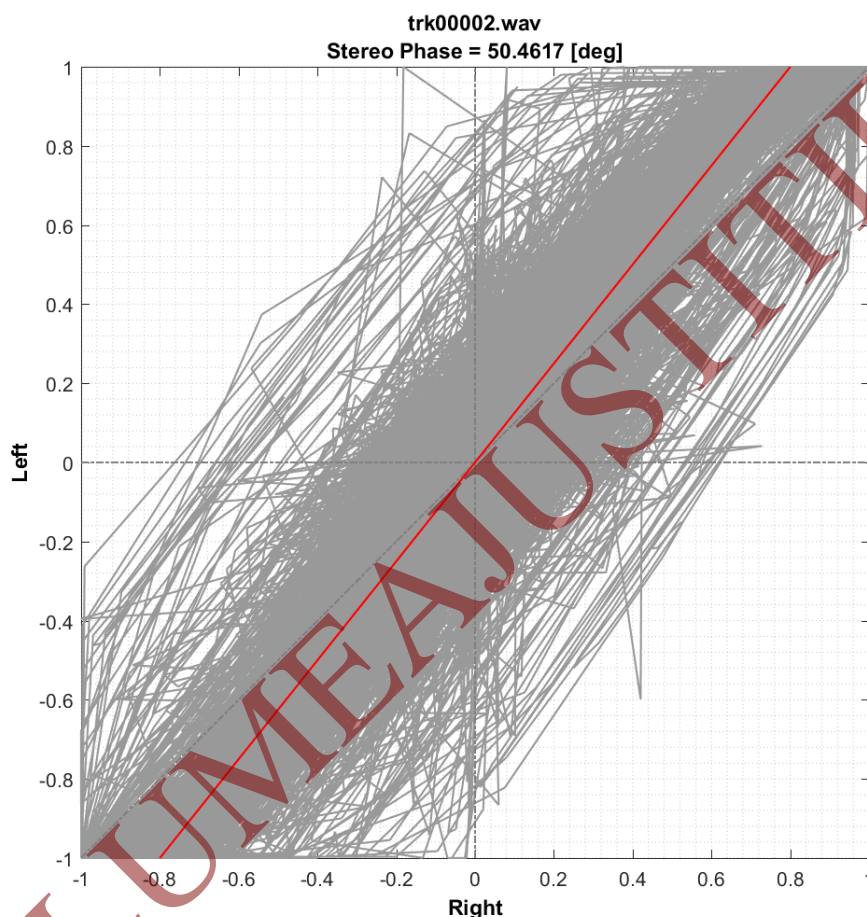


Figura 6. Analiza globală a fazei

cel puțin patru zone distincte de inserare audio

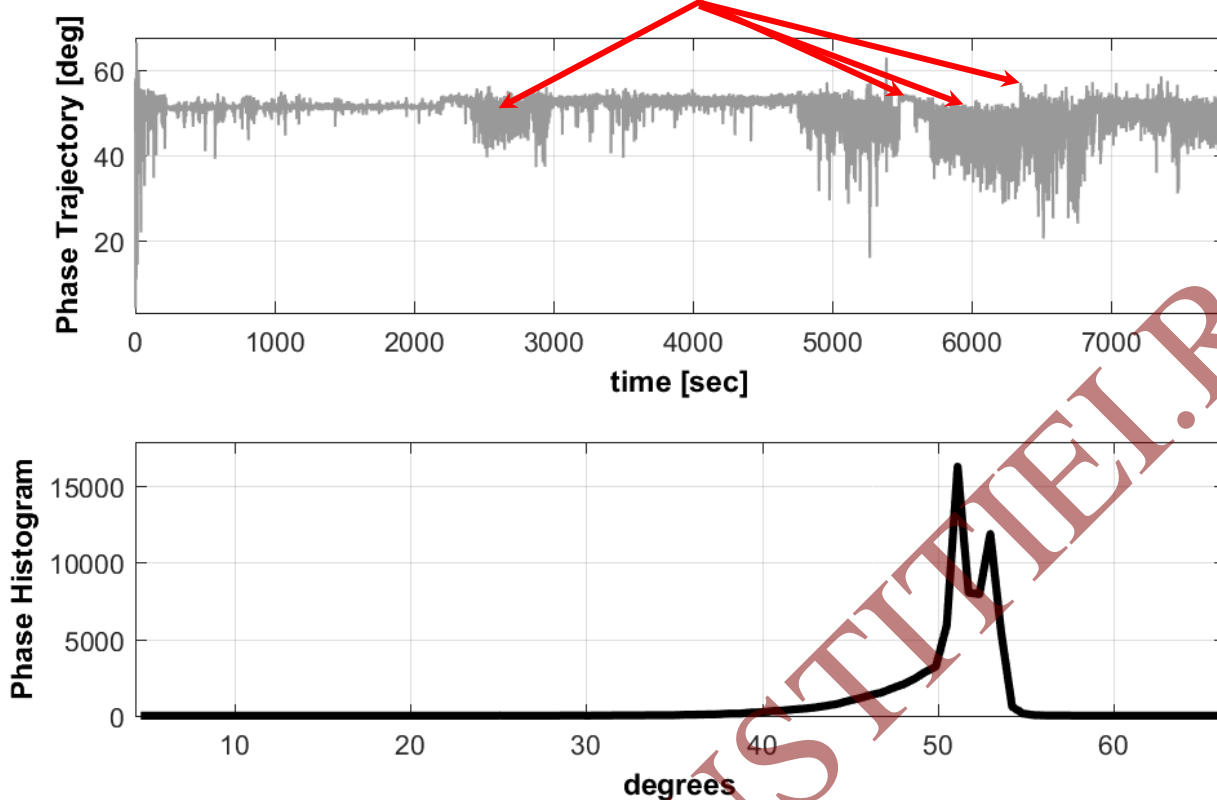


Figura 7. Analiza fazei, traiectoria (sus) și histograma (jos)

Analiza nivelelor de la începutul semnalului audio de pe canalul stânga (lb.engl. Left) indică faptul că acesta debutează cu 107 eșantioane de nivel zero (a se vedea Figura 8), în timp ce semnalul audio de pe canalul dreapta (lb.engl. Right) debutează cu 104 eșantioane de nivel zero (a se vedea Figura 9). Acest fenomen este caracteristic semnalelor convertite din formate distructive și ireversibile (ex.: AAC, MP3, WMA ș.a.) în format WAV PCM și indică faptul că anterior semnalul audio în litigiu a suferit compresii distructive și ireversibile.

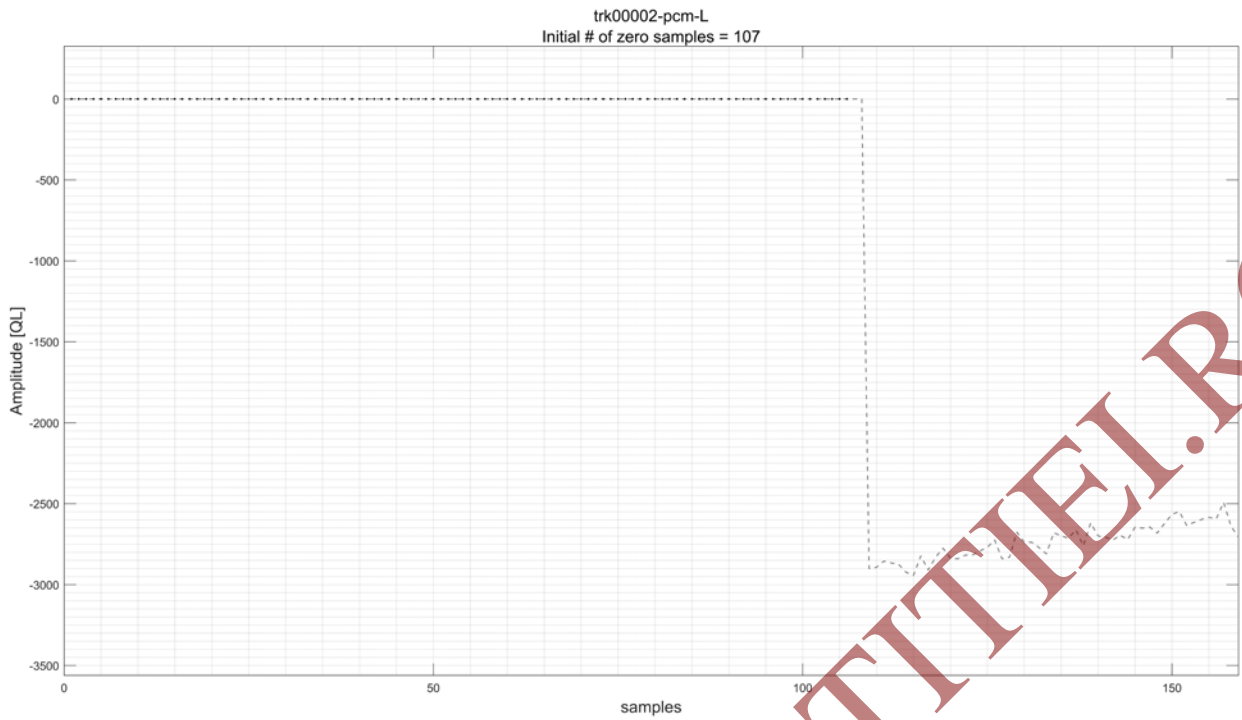


Figura 8. Debutul semnalului canal stânga, 107 zerouri

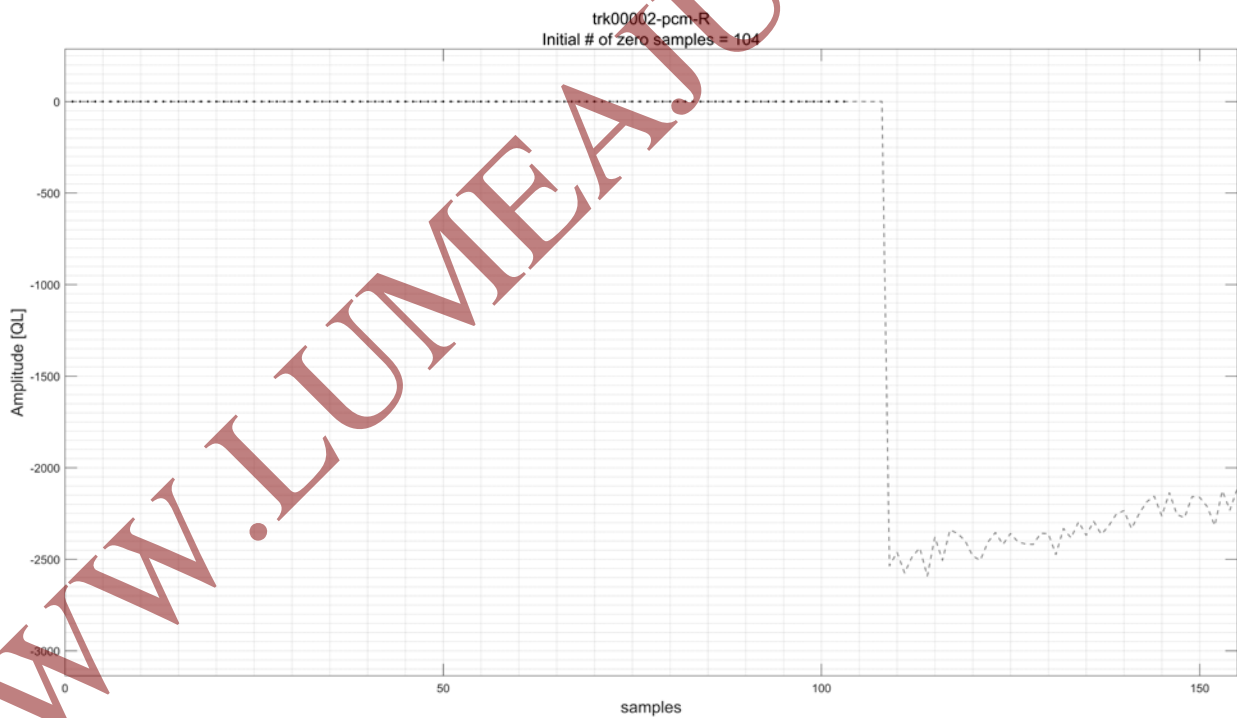


Figura 9. Debutul semnalului canal dreapta, 104 zerouri

#### 4.1.3. Analiza în domeniile frecvență și MDCT

Analiza în domeniul frecvență nu a oferit rezultate concludente deoarece frecvența de eșantionare a semnalului audio este neconvențională, de 23.4 kHz, ceea ce indică faptul că semnalul a fost reeșantionat de la o frecvență de eșantionare superioară cum ar fi 32, 44 sau 48 kHz. Această reeșantionare este tipică operațiunilor frauduloase de mascare a urmelor de compresie digitală distructivă și ireversibilă.

Analiza în domeniul MDCT (lb.engl. Modified Discret Cosine Transform) indică faptul că semnalul audio conține urme de recompresii distructive și ireversibile anterioare, majoritatea acestora fiind eliminate prin reeșantionarea semnalului audio de la o frecvență de eșantionare superioară la cea neconvențională de 23.4 kHz, operațiune însă insuficientă pentru eliminarea tuturor urmelor care atestă recompresia distructivă și ireversibilă anterioară (a se vedea Figura 10).

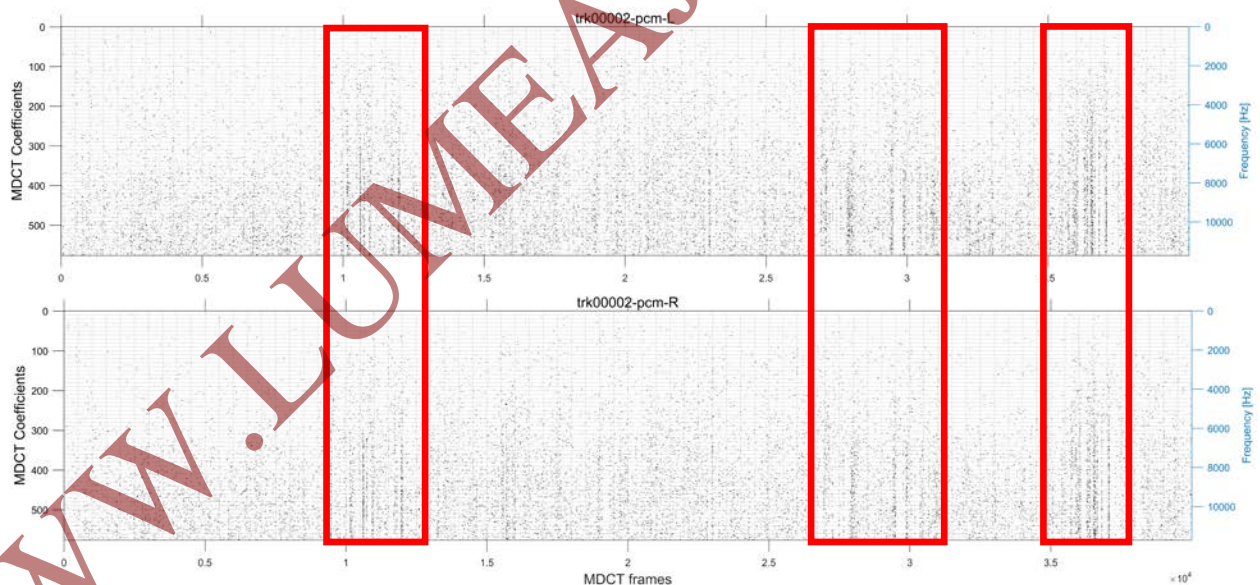


Figura 10. Urme de recompresii distructive și ireversibile anterioare, canal stânga (sus), canal dreapta (jos)

Având în vedere analizele și rezultatele exemplificate, rezultă că fișierul audio "trk00002.wav" în litigiu:

- a) nu conține o înregistrare audio autentică sau originală;
- b) nu reprezintă o clonă/duplicat digital bit cu bit a unei înregistrări audio originale sau autentice;
- c) nu reprezintă o copie digitală a unei înregistrări audio originale sau autentice;
- d) conține urme de intervenții în sensul de editare computerizată prin inserare de fragmente din alte înregistrări;
- e) conține urme de reeșantionare și compresii distructive și ireversibile ale semnalelor audio;
- f) a fost creat pe baza unor înregistrări precedente realizate cu echipamente tehnice diferite, în formate audio distructive și ireversibile (ex.: AAC, MP3, WMA, etc.), transferate pe computer, editate prin montaj audio (inserări), și reeșantionate la frecvența de eșantionare neconvențională de 23.4 kHz cu scopul de a masca urmele de compresie și de manipulare anterioare.

Menționez că procedeele de comprimare și recomprimare audio distructivă și ireversibilă a probelor în litigiu cu algoritmi precum ADPCM, WMA, MP3, AAC ș.a.:

- a) reprezintă o încălcare a celor mai bune practici internaționale în domeniu conform cărora nu este admisibilă modificarea sau contaminarea conținutului probelor digitale; este similar amprentelor digitale și fotografiilor unde nu este admisibilă modificarea

probelor inițiale/originala pentru a le face să *semene* cu probele de comparație și să altereze calitatea pentru a obstrucționa expertizarea lor și depistarea urmelor de falsificare/contrafacere a probelor; este similar și expertizei contabile unde nu este admisibil ca organele judiciare să sustragă facturi sau chitanțe doar pentru ca rezultatele expertizei contabile să favorizeze acuzarea;

b) maschează urmele de editare, de ștergeri și inserări;

c) nu ameliorează calitatea înregistrărilor audio ci introduce distorsiuni ale semnalului audio diminuându-i calitatea și inteligibilitatea, astfel încât nu se justifică decât dacă persoanele care au efectuat înregistrările presupus originale urmăresc obstrucționarea expertizării înregistrărilor prezentate ca probe.

De asemenea o simplă ștergere a negației "NU" (cu o durată de aproximativ 40-50 ms) dintr-o înregistrare ambientală sau telefonică:

a) este suficientă pentru schimbarea întregului înțeles al convorbirii sau chiar al întregului set de convorbiri, chiar dacă celelalte înregistrări nu au fost editate;

b) nu introduce diferențe sesizabile între durata convorbirii raportate de către compania de telefonie și noua durată a înregistrării falsificate/contrafăcute;

c) devine foarte dificil sau chiar imposibil de depistat datorită recomprimării distructive și ireversibile a semnalului audio, ca în acest dosar.

Este lesne de imaginat că prin inserări sau ștergeri de mai multe secunde se pot construi noi



dialoguri ale căror înțelesuri sunt complet diferite de cele din discuțiile inițiale. În plus atunci când acestea sunt însoțite și de transcrieri neconforme (eronate, incomplete datorită unor erori umane sau efectuate cu *rea-credință*), atunci efectele cumulului tuturor acestor probleme pot induce în eroare instanțele de judecată și genera erori/înscenări judiciare.

#### 4.2. Îmbunătățirea calității audiției

Analiza semnalelor audio a evidențiat că inteligibilitatea dialogurilor de interes este diminuată de:

- a) distorsiuni introduse de frecarea microfonului de haine;
- b) distorsiuni introduse de impulsuri acustice;
- c) zgomote tonale,
- d) sirene,
- e) muzică,
- f) zgomote de fond,
- g) nivelul scăzut al unor semnalelor vocale (șoapte).

Pentru îmbunătățirea calității înregistrărilor audio și ameliorarea inteligibilității dialogurilor de interes au fost utilizate tehnici de procesare digitală a semnalelor prin care s-au obținut filtrarea sau și/sau atenuarea problemelor menționate la punctele (a), (b), (c), (d), (e), (f) și amplificarea vocilor de interes.

De asemenea s-a constatat că fișierul "recorded 29 septembrie 2015 at 19.10.51.wav" conține două convorbiri distincte între contoarele de timp 3min 9sec - 11min 20sec și 12min 48sec - 18min 39sec. S-a procedat la separarea celor două convorbiri în două fișiere anexate prezentului raport:

recorded 29 septembrie 2015 at 19.10.51\_12m48s\_18m39s.wav  
SHA256 074a3f4c2ffd0106b8f190e0217d2bbff8032f94a5a93ac99d41716b0e2d24f0

recorded 29 septembrie 2015 at 19.10.51\_3m9s\_11m20s.wav  
SHA256 9ac755ae41d94240489d339bdcee8cf2670f2ab4b82c93ba59187b46a09eb306

Datorită nivelului ridicat de distorsiuni datorate frecării microfonului de haine, inteligibilitatea unor replici nu a putut fi ameliorată.

Rezultatele obținute se regăsesc în trei fișiere anexate prezentului raport:

trk00002-04-Enhanced.wav

SHA256 22895a79711d2a964bfe2aa4bd5921759591502210ed1c6d8685d7014e150665

recorded 29 septembrie 2015 at 19.10.51\_3m9s\_11m20s\_enh\_05.wav

SHA256 380510bc2029c1f3be5774fba28dc256b76a943403f7110ad626b56balb611ca

recorded 29 septembrie 2015 at 19.10.51\_12m48s\_18m39s\_enh\_02.wav

SHA256 0662c03ee66dd72c9d5d9ffeebf71d80ab2be7819277b14b94196ca7eafa5eb8

Față de cele prezentate anterior și în baza definițiilor din standardul internațional **ASTM E2916-13 Standard Terminology for Digital and Multimedia Evidence Examination (2013)** și **SWGDE/SWGIT Digital & Multimedia Evidence Glossary, ver.2.8 (2015)** formulez următoarele observații și opinii științifice (concluzii).

## 5. Observații

Având în vedere aspectele prezentate anterior, propun a se da eficiență prevederilor art. 27, 28, 30 și 31 din Directiva 2012/13/UE a Parlamentului European și a Consiliului din 22 mai 2012 privind dreptul la informare în cadrul procedurilor penale și a se solicita organelor judiciare:

- 1) să ofere explicații referitoare la urmele de editare și de recompresie digitală distructivă și ireversibilă aplicate asupra înregistrărilor în litigiu;
- 2) să pună la dispoziție înregistrările digitale originale sau clone/duplicate digitale ale acestora, nu copii, versiuni editate sau transcodări.


## 6. Concluzii

### 6.1. Fișierul audio "trk00002.wav" în litigiu:

- 1) nu conține o înregistrare audio autentică sau originală;
- 2) nu reprezintă o clonă/duplicat digital bit cu bit a unei înregistrări audio originale sau autentice;
- 3) nu reprezintă o copie digitală a unei înregistrări audio originale sau autentice;
- 4) conține urme de intervenții în sensul de editare computerizată prin inserare de fragmente din alte înregistrări;
- 5) conține urme de reeșantionare și compresii distructive și ireversibile ale semnalelor audio;
- 6) a fost creat pe baza unor înregistrări precedente realizate cu echipamente tehnice diferite, în formate audio distructive și ireversibile (ex.: AAC, MP3, WMA, etc.), transferate pe computer, editate prin montaj audio (inserări), și reeșantionate la frecvența de eșantionare neconvențională de 23.4 kHz cu scopul de a masca urmele de compresie și de manipulare anterioare;
- 7) datorită (re)compresiei distructive și ireversibile nu au putut fi identificate urme suplimentare de editare.

6.2. Versiunile rezultate în urma îmbunătățirii calității audiției și ameliorării inteligibilității dialogurilor de interes din cele două înregistrări în litigiu se regăsesc anexate prezentului raport.

Dr. ing. Cătălin GRIGORAȘ

  
Expert criminalist autorizat  
Expert tehnic judiciar