

# MONITORIZAREA LA SCARĂ GLOBALĂ, DE UNDE ACUSTICE ȘI GRAVITAȚIONALE PENTRU STUDIAREA DINAMICII ATMOSFEREI

Iulian STANCU<sup>1</sup>

iulianstancu10@yahoo.com

**ABSTRACT:** In general, sound waves are longitudinal waves. Sound waves in the air may be heard by the person in the case where the frequency is in the range of 20–20,000 Hz. Ultrasound inaudible to humans and higher frequency of 20,000 Hz. At the other end of the spectrum, the sound can not be heard when the frequency is below 20 Hz.

Infrasound technology has been mainly used to study specific events as polar auroras (CR Wilson, 1973, Wilson CR 1975., Wilson and others 2010), severe weather (Bowman HS, AJ Bedard 1971)., Manmade disturbances (nuclear experiments, eg) (L Liszka 1974), meteorites (DO Revelle 1976), solar eclipses (Farges T et al 2003), or volcanic eruptions (Delclos C et al 1990), glaciers, infrasound produced by the firing of rockets into space missile re-entry and exit space, waves generated by commercial aircraft jet aircraft subsonic signals (Le Pichon a and others 2002). Strong variations of the speed of sound derived from infrasound parameters were related to air circulation and changes in stratospheric sudden warm-products (Mutschlechner JP, RW Whitaker 2010).

IMS network includes acoustic array evenly distributed across the globe. With these waves can be detected in the atmosphere and therefore the dynamics of high intensity disturbances as storms atmosphere. The network is complemented by national infrasound stations that are not part of IMS. Romania is one of the countries that signed the agreement with the CTBT, to provide data recorded at station Ploștina.

**KEYWORDS:** sound, waves, infrasound, technology.

În general, undele sonore sunt unde longitudinale. Undele sonore în atmosferă pot fi auzite de om în cazul în care frecvența este în intervalul de 20–20.000 Hz. Ultrasunetele nu pot fi auzite de oameni și au frecvențe

---

<sup>1</sup> Doctorand, profesor la Colegiul Tehnic „Mihai Bravu”, București.

mai mari de 20.000 Hz. La celălalt capăt al spectrului, sunetul nu poate fi auzit atunci când frecvența este mai mică decât 20 Hz.

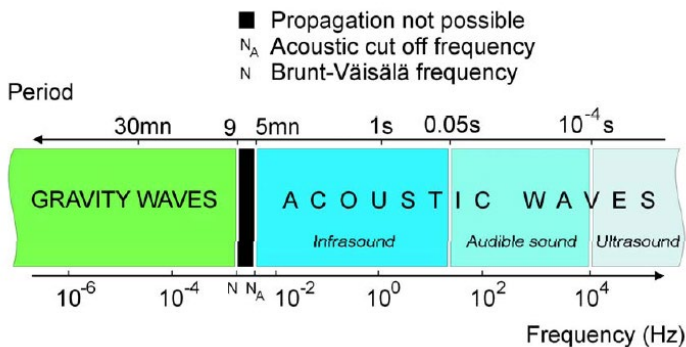


Fig. nr. 1 – Spectrul undelor acustice și gravitaționale (Blanc E 1985).

Infrasunetele se propagă cu viteza sunetului, 343 m / s la 20° C în aer. Viteza crește o dată cu temperatura și direcția vântului, dar depinde de tipul de gaz, proprietate fundamentală a materialului care, de asemenea, este valabil și pentru solide și lichide (Gossard EE și alții 1975).

Propagarea infrasunetelor depinde, în primul rând, de compoziția atmosferei și de direcția vântului și structura termică a atmosferei (Mutschlecner JP, Whitaker RW 2010). Prezența semnalelor infrasonore este dependentă de fluctuațiile diurne și sezoniere ale vântului și ale profilurilor de temperatură (Mutschlecner JP, Whitaker RW 2010).

Tehnologia infrasunetelor a fost și este folosită în principal pentru a studia evenimente specifice ca aurorele polare (Wilson CR 1973, Wilson CR 1975., Wilson și alții 2010), vremea severă (Bowman HS, Bedard AJ 1971)., perturbatii provocate de om (experimente nucleare, de ex) (Liszka L 1974), meteoriți (ReVelle DO 1976), eclipsele solare (Farges T și alții 2003), sau erupții vulcanice (Delclos C și alții 1990), ghețarii, infrasunetele produse de lansarea rachetelor în spațiu, reintrarea rachetelor și ieșirea din spațiu, undele generate de avioanele comerciale cu reacție, semnalele aeronavelor subsonice (Le Pichon A și alții 2002). Variațiile puternice ale vitezei sunetului deduse din parametri infrasunetelor au fost legate și de modificările circulației aerului produse de încălzirile bruște stratosferice (Mutschlecner JP, Whitaker RW 2010).

Interesul pentru fenomenele atmosferice de vreme severă a făcut ca rețeaua globală pentru urmărirea exploziilor nucleare care ființează din anii

războiului rece din Europa International Infrasound Monitoring System (IMS) să se lărgească cuprinzând și detectarea unor astfel de fenomene.

Ca urmare, studiul dinamicii atmosferei folosind undele infrasonore și gravitaționale a devenit în ultimii ani de mare interes.

Semnalele de la rețelele de infrasunete se folosesc pentru a determina parametri atmosferici în vederea determinării profilelor de temperatură și vânt care scot în evidență fenomenele atmosferice care au loc în troposferă și stratosferă. Senzorii de bază pentru rețelele de infrasunete sunt microbarometrele (Le Pichon A și alții 2006).

Istoria detectării anumitor fenomene cu ajutorul infrasunetelor nu este foarte lungă, începuturile fiind odată cu debutul secolului XX (Ludwik Liszka și alții 2009). În 1908 s-a constatat că un semnal de frecvență joasă generat de evenimentul Tunguska Meteor s-a propagat de mai multe ori în jurul Pământului și a fost detectat de barografe din întreaga lume (Ludwik Liszka și alții 2009). În general, se presupune că undele acustice de frecvență joasă, sunt atenuate în atmosferă și se propagă prin reflexie în atmosfera superioară. Mecanismul de propagare este analog cu propagarea undelor radio în atmosferă.

Observațiile continue legate de propagarea undelor acustice au început în Suedia în 1972. În 2006 începe un proiect de cooperare între Institutul Național Suedez de Fizica Spațiului și Observatorul geofizic Sodankyl (Ludwik Liszka și alții 2009).

O stea la nord de Sodankyl indică locația exploziilor chimice în nordul Finlandei (Ludwik Liszka și alții 2009).

Cerințele de monitorizare a testelor nucleare clandestine au devenit mai urgente o dată cu semnarea Tratatului de interzicere a testelor nucleare (CTBT), care a încercat să interzică toate testele nucleare. Tratatul prevede dezvoltarea unui sistem internațional de monitorizare (IMS-International Monitoring System), constând din stații seismice, hidroacustice și stații de infrasunet aproape uniform distribuite pe glob (PrepCom 1997).

Alegerea infrasunetelor ca o componentă a IMS a fost ghidată de faptul că energie acustică de frecvență joasă poate fi detectată la distanțe de sute de mii de kilometri, deoarece atenuare scade cu sensul frecvențelor descrescătoare. În consecință, studiul infrasunetelor este o tehnologie eficientă pentru monitorizarea de explozii nucleare (Brachet N și alții, 2010).

Exista la nivel global o rețea de senzori pentru detectarea infrasunetelor care cuprinde 60 de stații de infrasunete. Aceste stații sunt matrice

de senzori microbarometrici care sunt sensibile la variațiile de presiune acustică în atmosferă.

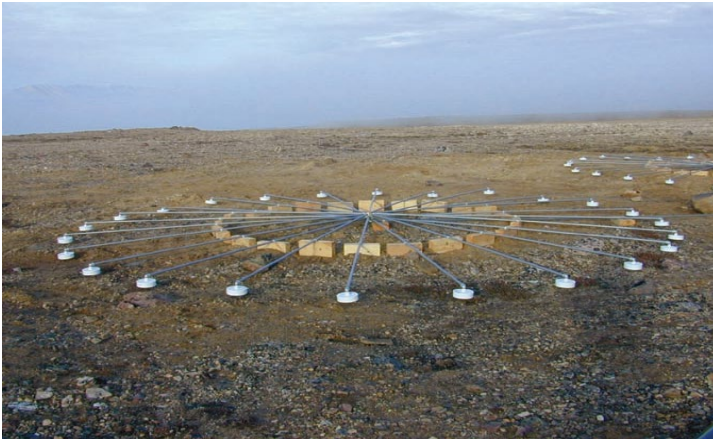


Fig. nr. 2 – Matrice instalată la IS18 Infrasonnd station 18 Qaanaaq din nordul Groenlandei. (Hedlin MAH 2001).

Rețeaua IMS cuprinde matrice acustice distribuite uniform pe tot globul. Cu acestea se pot detecta undele în atmosferă și în consecință perturbații de intensitate mare a dinamicii atmosferei ca furtunile foarte puternice. Rețeaua este completată de stații de infrasunet naționale care nu fac parte din IMS. România este una dintre țările care a semnat acordul cu CTBT, pentru a furniza date înregistrate cu stația de la Ploștina.

Matricea acustică cu diafragmă de 2.5 km (IPLOR) a fost recent proiectată și instalată în partea de est a României, în zona Vrancea. Matricea este utilizată pentru a evalua importanța de colocare seismică și senzori acustici de monitorizare seismică de evenimente locale și regionale și de măsurare acustică, constând în detectarea semnalelor de infrasunet produse de explozii. Datele înregistrate cu matricea IPLOR sunt transformate automat utilizând un program bazat pe algoritmul PMCC. Până în prezent, în România, experiența în observarea și analiza disfuncționalităților atmosferice bazate pe observațiile infrasunet este destul de limitată. Cercetare privind utilizarea infrasunetelor progresează ca un sistem de avertizare pentru riscuri naturale.

Componenta infrasunet a IMS este încă în construcție, dar în cele din urmă va consta dintr-o rețea de stații de infrasunet care măsoară presiunea la frecvențe de la aproximativ 0.01–5 Hz.

Rețeaua globală IMS este mult mai mare și mult mai sensibilă decât orice rețea anterioară. (Brachet N, și alții, 2010).

Studiile au confirmat că energie acustică trebuie să fie orientată de la sol către atmosfera superioară, ca să permită undelor infrasonore sau acustice să se propage la distanțe de sute de mii de kilometri. Infrasonetele troposferice se propagă în atmosferă inferioară prin canale tranzitorii create de inversări de temperatură sau curentul jet din troposferă. Infrasonetele stratosferice, sunt guvernate de variațiile sezoniere (meridianale) ale vântului stratosferic. În emisfera de Nord, vânturile stratosferice sunt orientate spre vest în timpul verii și spre est în timpul iernii. Infrasonetele termosferice sunt destul de rar observate datorită absorbției acustice din atmosfera superioară subțire (Rind D și Donn WL 1975); Norris D și alții 2010).

Propagarea infrasonetelor adesea este reprezentată în figura 5., care arată canalele în stratosferă și termosferă pentru viteze de sunet și vânt provenite de la Naval Research Laboratory Mass Spectrometer and Incoherent Scatter Radar Model-00/Horizontal Wind Model-93 (NRLMSISE-00/HWM-93) (Picone JM și alții 2002; Hedin AE și alții 1996) pentru o dată (21 iulie 2006) în emisfera de Nord.

Câmpul de unde infrasonore, în intervalul cuprins între 3 și 8 secunde (0,12 Hz 0,33), este populat de semnale de microbarometru. O mare varietate de furtuni marine pot fi producătoare de semnale microbarometrice simultan și acestea pot fi detectate la o distanță de mai multe mii de kilometri de sursă. O dată detectate furtunile marine pot fi urmărite pentru utilizarea semnalelor de microbarometre la mai multe posturi de infrasonet.

Temperatura și viteza vântului sunt parametrii cheie care determină comportamentul infrasonetelor. Temperatura atmosferei determină viteza intrinsecă a unde în apropierea sursei. Straturile termice în atmosferă permit traiectorii foarte lungi pentru undele infrasonore. Un parametru modificat, care include influența de vânt și rămâne constant în timpul propagării, poate fi folosit pentru a studia semnalele infrasonore. Aceste idei matematice împreună cu o cunoaștere detaliată a condițiilor atmosferice pot fi folosite pentru a localiza precis sursa de unde infrasonore. Există și alți parametri, care ar afecta potențial propagarea undelor infrasonore, cum ar fi: variații ale compoziție chimice a atmosferei în funcție de altitudine. Cu toate acestea, se necesită un studiu mai detaliat de propagare a undelor infrasonore în atmosferă luând în considerare toți factorii posibil, fizice și chimice.

**Bibliografie:**

- [1] \*\*\*, *Preparatory Commission for the Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organization* (PrepCom) Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty (CTBT), 1997.
- [2] Alexis Le Pichon, Elisabeth Blanc, Alain Hauchecorne *Infrasound Monitoring for Atmospheric Studies*, 2010.
- [3] Blanc E., *Observations in the upper atmosphere of infrasonic waves from natural or artificial sources*, 1985.
- [4] Bowman, H.S., Bedard, A.J., *Observations of Infrasound and Subsonic Disturbances Related to Severe Weather*, 1971.
- [5] Gossard, E.E., Hooke, W.H., *Waves in the atmosphere*, 1975.
- [6] Liszka, L., *Long distance propagation of infrasound from artificial sources*, 1974.
- [7] Mutschlecner, J.P., Whitaker, R.W., *Some atmospheric effects on infrasound signal amplitudes*, 2010.
- [8] ReVelle DO *On meteor-generated infrasound*, 1976.
- [9] Wilson, C.R., *Seasonal variations in auroral infrasonic wave activity*, (1973).
- [10] Wilson, C.R., *Infrasonic wave generation by aurora*, 1975.
- [11] Wilson și alții, *High-latitude observations of infrasound from Alaska and Antarctica: mountain associated waves and geomagnetic/auroral Infrasonic signals*, 2010.