

## **Robbanások alkalmával fellépő hangjelenségek.**

A robbanások alkalmával fellépő igen érdekes hang jelenségeknek behatóbb és első három rendszerei vizsgálatára Németországban 1923-ban bizottság alakult. Működésének évi tartamáról (1923-1926) a bizottság Összefoglaló jelentést<sup>1</sup> adott ki, melyből néhány fontosabb részletet közlünk.

A bizottság feladataul tűzte ki, hogy a Németországban történő nagyobb robbanások alkalmával fellépő hangjelenségeket és a szilárd kéregben tovaterjedő hullámokat kellően megszervezett megfigyelő hálózatban megfigyelteti, és a megfigyeléseket feldolgozza. A robbantások részben katonai jellegűek (régii robbanószerek megsemmisítése katonai gyakorlótereken), részben kőfejtésekben végbevitt sziklarobbanások. Az 1923 május 1. és 1926 október 31. közötti időközben 37 robbantást vizsgált meg a bizottság. A megfigyelések részben füllel történő megfigyelések, részben az érkező levegőhullámoknak megfelelő készülékeken - önjelző műszereken - való feljegyzései. A füllel megfigyelő hálózat megszervezését a berlini porosz meteorológiai intézet közreműködésével a lindenbergi aeronautikai obszervatórium végezte.

A kiválasztott megfigyelő helyek esetről-esetre részben változtak. Az egész országban több százra menő megfigyelő állomás van. így például a jüterbogi robbanásokat mintegy 450 helyen figyelték meg. A jelentés különös nyomatokkal utal arra, hogy a füllel történő megfigyelési eredményeket nagyon szigorú kritika alá kell vetni, mielőtt belőlük messzebb menő következtetést vonunk. Erre nézve kirívó példának felemlíti a jelentés, hogy egy tévesen 1926 januárius 29-re bejelentett robbanási napon igen nagyszámú jelentős érkezett hallott hangjelenségekről, melyeknek időpontjai a várható terjedési sebességgel is eléggé összhangban állottak. Ezért későbbi robbantásoknál áttértek arra, hogy mindig két, közel egyforma erősségű robbantás végeztek a megfigyelőkkel nem közölt időközben. Ily módon sikerült azután kifogástalan megfigyelési anyagot gyűjteni és különösen az egyes megfigyelők megbízhatóságát ellenőrizni.

Nagyobb. tudományos jelentőségűek a levegő (hang) hullámoknak önjelző műszereken történt feljegyzése. Ily célra többfajta műszert szerkesztettek, melyeknek alapelve abban áll, hogy egy bizonyos térfogatú levegőt egy membrán a külső levegőtől teljesen vagy részben elzár és a membránnak az érkező levegőben okozta hely- vagy alakváltozása jegyeztetnek fel automatikusan. A membrán újzüstből, zinkből, gumiból stb. -ből készült. Az önjelző műszerek elosztását fokozatosan és rendszeresen módosították azzal a céllal, hogy a hangterjedést jellemző övek mennél jobban és élesebben legyenek megállapíthatók.

Az eredmények nagyon változatosak és a jelenségek magyarázata eddig csak részben sikerült. A hangterjedés változó jelenségeiben döntő létkör változó állapota.

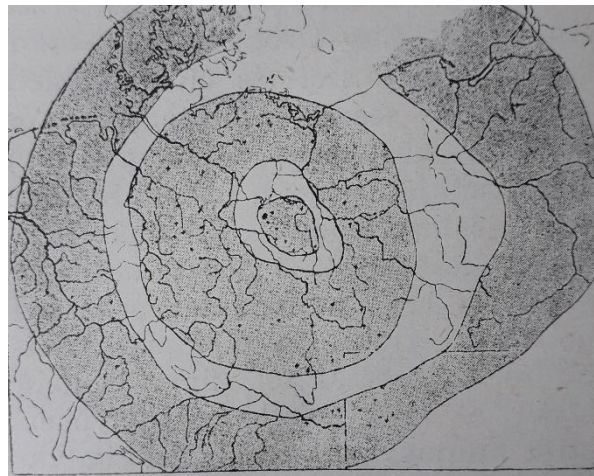
A hőmérséklet változásának a függélyesben, a légnedvességnek főként a szélnek nagy szerepe van. A hang erőssége valószínűleg valamivel erősebben fogy, mint a távolság négyzete nő, mivel a sűrűbb földkéregben az energia egy része elnyelődik. Egy bizonyos távolságon túl, amely a szél- és hőmérsékleti viszonyok szerint mintegy 25 és 100 km közt van a hanghullám amplitúdója és így a hang erőssége oly kicsiny, hogy a fül már nem képes észrevenni.

---

<sup>1</sup>H. HERGESELL: Die Arbeiten der Kommission zur Erforschung der Schallausbreitung in d. Atmosphäre stb. Meteor. Zeitschrift, 1927. 301-308. 1.

E „belső hallhatósági öv"-ben a terjedési sebesség normális értékű és a hőmérséklettől és szélességtől függ,<sup>2</sup> csupán közel a hang keletkezési helyéhez ettől mintegy 1 km távolságig valamivel nagyobb a sebesség a normálnál.

A belső hallhatósági övet" egy „csendöv" veszi körül, melyben a hang nem hallható, ezután következik egy öv, amelyben a hang újból hallható — ez a „külső hallhatósági öv". Néha ez utóbbin túl újabb „csendöv" és újabb „hallhatósági öv" is jelentkezik. Ha a „külső hallhatósági öv"-ben a földfelület mentén mért távolsággal számítjuk a sebességet, a normálnál kisebb, mintegy 300—250 m sebességet kapunk. E sebesség azonban csak látszólagos és onnan ered, hogy a robbantási hely és a megfigyelő hely közti egyenes távolságot tekintettük a hang útjának, holott — miként behatóbb vizsgálatok mutatják — a



„külső hallhatósági övbe" kerülőhang útja görbe pálya, mely a robbantási ponttól felfelé indul és valahol a magasban ismét lefelé hajlik.

1. rajz. A jüterbogi robbantás füllel megfigyelt eredményei 1923. május 3-án.

A hanghullám e különös viselkedésében a légkör szerkezete és meteorológiai viszonyai játszanak főszerepet és a vizsgálatoknak éppen egyik főcélja az, hogy a megfigyelt „csend- és „hallhatósági" övékből és látszólagos sebességekből a felsőbb levegőrészek szerkezetére és meteorológiai viszonyaira következtethessünk.

<sup>2</sup>A „belső hallhatósági öv"-ben a hang terjedési sebességét (m/sec) a

$$v = 333 \sqrt{\frac{273 + t}{273}} + c$$

képlet fejezi ki, hol  $t$  0 Celsius-fokokban kifejezett hőmérséklet,  $c$ , a méter/másodperc ( $m/sec$ ) egységben kifejezett szélesség. A 331 tényező a hang terjedési sebessége ( $V_0$ ) 0 C° és 760 mm nyomású levegőben, szélcsendes időben. Egyébként e tényező a

$$V_0 = \sqrt{\frac{p C_p}{s C_v}}$$

képletből adódik, hol  $p$  a légnyomás,  $s$  a levegő sűrűsége,  $C_p$  és  $C_v$  a levegő fajhője állandó nyomás, illetőleg állandó térfogat mellett.

A mellékelt 1. és 2. rajz két robbantáskor megfigyelt hallhatósági és csendöveket tünteti fel. Az árnyékolt területek a „hallhatósági övek”, a csupaszon hagyott területek a „csendövek”. Az 1. rajz az 1923 május 3-án Jüterbogban végzett 1000 kg robbanóanyag robbantása alkalmával történt megfigyelések eredményét tünteti fel. (Az észlelési anyagot DUCKERT dolgozta, fel.) A megfigyelő helyek, ahol hangjelenséget hallottak, kis kereszttel vannak megjelölve. Legbelül van egy „hallható sági öv”, melynek kiterjedése nyugat felé igen kicsiny, mintegy 20 km, délkelet felé legnagyobb, mintegy 120 km. Azután következik egy, átlagban 40—50 km széles „csendöv”, melyben hang nem volt hallható, ezt követi egy „hallhatósági öv”, melynek szélessége 160 és 200 km közt váltakozik. Egy újabb „csendöv” után ismét egy „hallhatósági öv” következik, amely valószínűleg szintén zárt volt. E „hallhatósági „övek” északon nyitva hagyott területén nem voltak megfigyelő helyek.

Egy másik, az imént bemutatottól teljesen eltérő esetet tüntet fel a 2. rajz, amely a Jüterbogban 1926 június 26-án végzett robbantáskor történt megfigyelések eredményeit tünteti fel. A legbelső „hallhatóság öv” majdnem kör alakú, sugara csupán 25 —30 km. Ezt



igen széles „csendöv” veszi körül. A robbantási helyétől mintegy 180 —200 km távolságban következik ismét egy „hallhatóság öv”, melynek szélessége 50 és 100 km közt váltakozik. Ezen túl hangjelenség nem volt észlelhető.

2. rajz. A jüterbogi robbantás füllel megfigyelt eredményei 1926. június 26-án.

A külső (anormális) „hallhatóság öv” keletkezését a hangsebességnek felfelé való növekedése magyarázza, mert ennek következtében a hangsugár egy bizonyos magasságban vízszintesen halad, azután lefelé hajlik és a föld felületre érkezik. A hangsebesség felfelé való növekedésének egyik oka lehetne a levegő hőmérsékletnek 14—16 km-en túl, ahol legkisebb értékét éri el, újból való növekedése. Ily hőmérséklet emelkedésre a magasban EMDEN-nek a légkör sugárzási egyensúlyára vonatkozó elméleti vizsgálata, továbbá LINDEMAN és DOBSON angol tudósoknak a hullócsillagok izzására vonatkozó elmélete és a hullócsillag megfigyelésekkel való egybevetése is mutat. A szélsebességnek felfelé való növekedése, a légkör összetételének változása a magassággal, amely nagy magasságokban jut különösen érvényre, mind oly tényezők, amelyek a hangsebességnek felfelé való növekedését okozhatják.

Dr. Steiner Lajos.

