

Infrazvuk

FNEI

Michal Šesták

5. 12. 2018

- $3.21 \text{ mHz (15 } ^\circ\text{C)} < f < \text{cca } 20 \text{ Hz}$
- $v = \text{cca } 340 \text{ m/s}$ u mořské hladiny
- **Zdroje** zemětřesení, dopadající meteority, sopky, vodopády, velké vlny, počasí, zvířata, jaderné exploze, vibrující trubky ...
- **Vnímání člověkem** tlak v uších i jinde (záleží na intenzitě zvuku), bolesti hlavy, nevolnosti, noční děsy, poruchy spánku, závratě
- **Využití** monitorování přírodních katastrof; lokalizování ropy a plynu; předpovídání počasí; studium srdce (Balistokardiografie)
- **Kde se je nevyplatí používat** sonar

Frequency range of hearing for humans and other selected animals

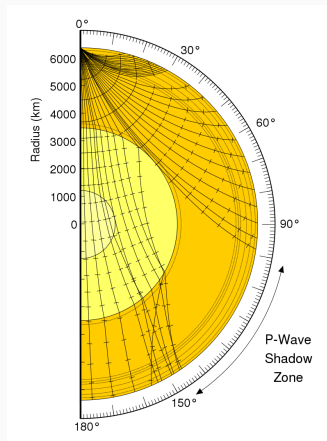
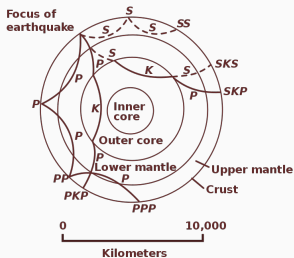
Tab. 1: [1]

animal	frequency (Hz)	
	low	high
humans	20	20 000
cats	100	32 000
dogs	40	46 000
horses	31	40 000
elephants	14	12 000
cattle	16	40 000
bats	1 000	150 000
grasshoppers and locusts	100	50 000
rodents	1 000	100 000
whales and dolphins	70	150 000
seals and sea lions	200	55 000

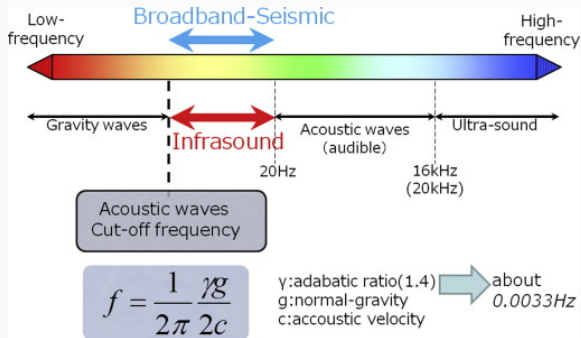
- Holubi -> navigace?

Monitorování zemětřesení, výzkum vnitřní stavby Země

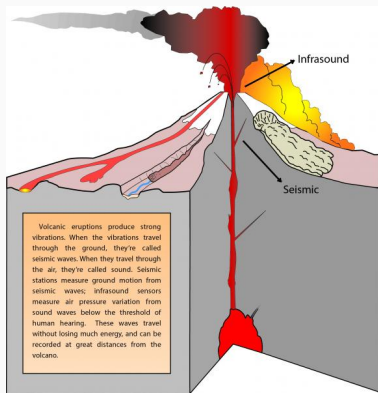
- Cca 30 % uvolněné energie při zemětřesení na seismické vlny
- P-vlny, S-vlny, povrchové vlny (destruktivní)
- Varovné systémy využívají hlavně P-vln



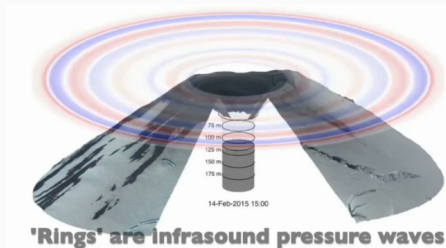
Infrazvuk vs seizmické vlny



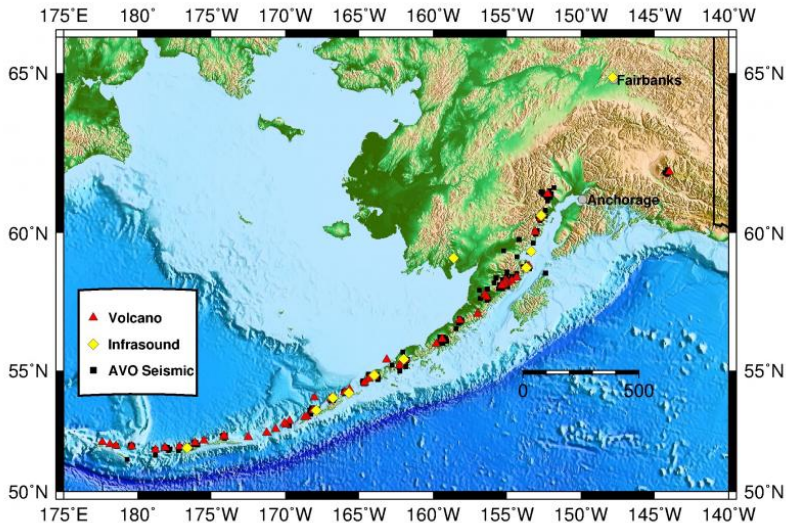
Monitorování erupcí sopek



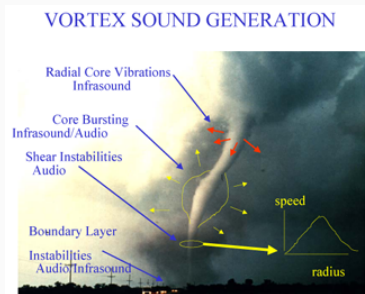
Obr. 1: [2]



Monitorování erupcí sopek na Aljašce



- Monitorování stratosféry pomocí infrazvuku -> potenciálně lepší předpovědi počasí [3]
- Předpovídání tornád [4]



- Mikrofony (normální měřicí mikrofony mají cut-off na 3 Hz [5])
- Infrazvukové senzory (mikrobarometry)
 - Absolutní a relativní

$$p_{total} = p_{static} + p_{sound},$$

[6]

- Rozmístění více senzorů pohromadě, tzv. “arrays”
- např. Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organisation (CTBTO)
- **Problém** pozadí (vítr, doprava, v podstatě cokoliv)
- Balóny ve stratosféře



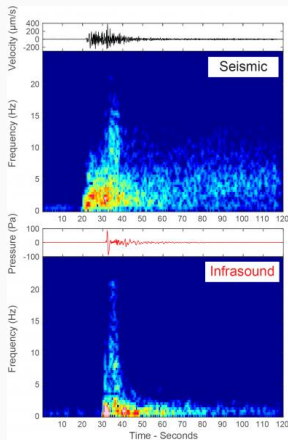
Obr. 3: Černě je seismograf, [2]

Infrasound Station IS18, Qaanaaq (Grónsko)



Obr. 4: CTBTO, [7]

Infrazvukový vs seismický signál



Obr. 5: Explosion signals from Cleveland volcano recorded on 21 July 2015 at a station 3.9 km (2.4 miles) from the summit of the volcano. Note the characteristic delay in the arrival of the infrasound signal 11.5 seconds after the seismic signal. This is due to the lower propagation velocity of sound in the atmosphere than in the Earth. [2]

Reference i



BERG, Richard E. *Infrasonics*. 2018. Dostupné také z: <https://www.britannica.com/science/infrasonics>.



FEE, David et al. *Infrasound Monitoring of Volcanic Eruptions in Alaska*. 2018. Dostupné také z: <https://avo.alaska.edu/about/infrasound.php>.



TECHNOLOGY, Delft University of. *Inaudible infrasound also useful for weather and climate forecasts*. 2018. Dostupné také z: <https://phys.org/news/2018-03-inaudible-infrasound-weather-climate.html>.



ACOUSTICALSOCIETYOFAMERICA. *Decoding tornadoes' infrasound waves*. 2018. Dostupné také z: <https://phys.org/news/2018-05-decoding-tornadoes-infrasound.html>.



GRAS. *Infra-sound Microphones*. 2018. Dostupné také z: <https://www.gras.dk/products/special-microphone/infra-sound-microphones>.



WIKIPEDIA, The Free Encyclopedia. *Sound pressure*. 2018. Dostupné také z: https://en.wikipedia.org/wiki/Sound_pressure.



DYLAN. *Infrasound Station IS18*. 2018. Dostupné také z: <https://www.atlasobscura.com/places/infrasound-station-is18>.



WIKIPEDIA, The Free Encyclopedia. *Infrasound*. 2018. Dostupné také z: <https://en.wikipedia.org/wiki/Infrasound>.

Reference ii



SCHWARZ, Rob. *Infrasound: The Fear Frequency*. 2013. Dostupné také z: <https://www.strangerdimensions.com/2013/06/21/infrasound-the-fear-frequency/>.



WIKIPEDIA, The Free Encyclopedia. *Shadow zone*. 2018. Dostupné také z: https://en.wikipedia.org/wiki/Shadow_zone.



WIKIPEDIA, The Free Encyclopedia. *Seismology*. 2018. Dostupné také z: <https://en.wikipedia.org/wiki/Seismology>.



SALZBERG, David. *Why do we not use the infrasonic sound in sonar?* 2018. Dostupné také z: <https://www.quora.com/Why-do-we-not-use-the-infrasonic-sound-in-sonar>.



ANREI, Mihai. *Scientists analyze tornadoes in infrasound*. 2018. Dostupné také z: <https://www.zmescience.com/science/news-science/tornado-infrasound-06052018/>.



COHEN, Julie. *Detecting volcanic eruptions*. 2018. Dostupné také z: <https://phys.org/news/2018-03-volcanic-eruptions.html#nRlv>.



SHAKE, Raspberry. *Raspberry Boom (RBOOM/ RSBOOM) Infrasound Monitors*. 2018. Dostupné také z: <https://manual.raspberrysshake.org/boom.html>.



MURAYAMA, Takahiko; KANAO, Masaki; YAMAMOTO, Masa-Yuki; ISHIHARA, Yoshiaki; MATSUSHIMA, Takeshi; KAKINAMI, Yoshihiro. Infrasound array observations in the Lützow-Holm Bay region, East Antarctica. *Polar Science*. 2015, roč. 9, č. 1, s. 35–50. ISSN 1873-9652. Dostupné z DOI: <https://doi.org/10.1016/j.polar.2014.07.005>. Recent Advance in Polar Seismology: Global Impact of the International Polar Year.



WIKIPEDIA, The Free Encyclopedia. *Ballistocardiography*. 2018. Dostupné také z:
<https://en.wikipedia.org/wiki/Ballistocardiography>.