

# Infraäänimittaukset

DI Antti Aunio, Aunio Group Oy  
antti.aunio@aunio.fi

# Mitä infraääni on?

- Matalataajuista ilmanpaineen vaihtelua
- Taajuusalue  $< 20$  Hz
- Ihmisen kuuloalue on tyypillisesti 20 - 20 000 Hz
- Osa ihmisistä voi kuulla vielä 14 Hz taajuisen infraäänien.

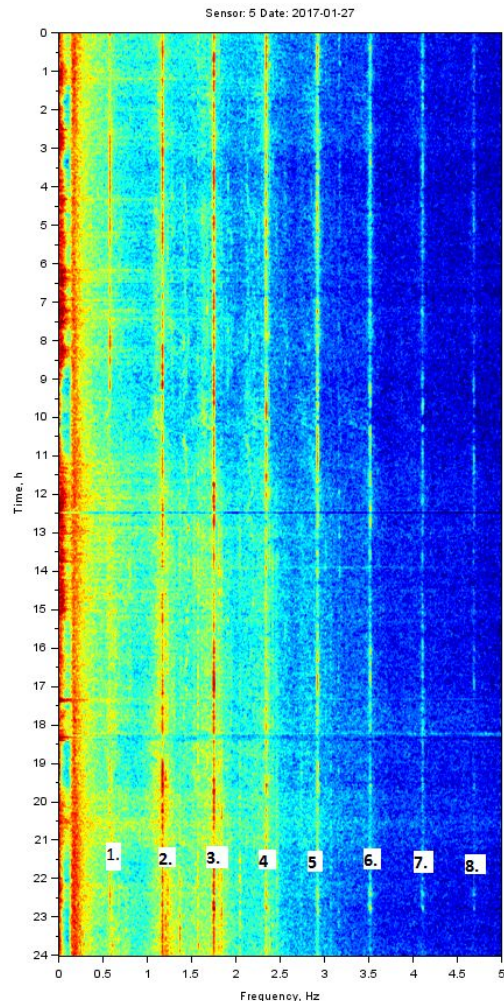
# Tuulivoimaloiden infraäänien mittaaminen

**Meillä on ollut 20-30 mittaria jatkuvassa mittauksessa eri puolella Suomea ja viimeksi Saksassa. Mittaukset aloitettu 2015 kesällä. Mittauksissa näkyy selkeästi infraäänien lisääntyminen tuulivoimaloiden rakentamisen myötä.**

Seuraavassa kuvassa tyypillinen tuulivoimaloiden tuottama infraäänien spektrogrammi. Vaaka-akselilla taajuus hertseinä 0 – 5 Hz. Pystyakselilla kellonaika 00:00 – 24:00. Infraäänien voimakkuus kuvattu väreillä sinisestä punaiseen. Punainen on voimakas signaali.

Mittaus suoritettu asuintiloista. Lähin voimala noin 1,37 km etäisyydellä. Spektrogrammi kuvaa alle 5 Hz taajuudella olevia jaksottaisia signaaleja.

1. Tuulivoimaloiden peruslapataajuus. Tässä 0,6 Hz.
2. Toinen harmoninen eli  $2 * 0,6 \text{ Hz} = 1,2 \text{ Hz}$ .
3. Kolmas harmoninen.
4. – 8. Korkeampia harmonisia taajuuksia



# Tuulivoimaloiden infraääni on uusi signaali ympäristössä

Infraääni mittaukset kertovat yksikäsitteisesti, että Suomessa on uusi ympäristöön leviävä signaali, jota ei aiemmin ole ollut. Tuulivoimaloiden tuottaman infraäänen vaikutus on laaja. Infraääntä voidaan mitata useiden kymmenien, jopa satojen, kilometrien päästä tuulivoimaloista.

Infraäänen pitkäkestoisia terveysvaikutuksia ei tiedetä. Historiallisesti tiedetään voimakkaan infraäänen olevan terveydelle haitallista.

Nykyinen tuulivoimarakentaminen perustuu siihen **oletukseen**, että tuulivoimaloiden infraääni ei aiheuta terveyshaittaa.

Tuulivoimalan infraäänen on oletettu olevan samalla tasolla luonnossa ilmenevän infraäänen kanssa. Totta jos tarkastellaan vain signaalin voimakkuutta, mutta ei sen luonnetta. Mittausten mukaan tuulivoimaloista lähtevä infraääni poikkeaa täysin muusta infraäänestä kapeakaistaisuutensa ja jatkuvuutensa vuoksi.

Tuulivoimaloiden tuottama infraääni on pulssimaista, jatkuvaa ja pitkäkestoista “sykkivää ilmanpaineen vaihtelua”

Spektrogrammilla voidaan tuulivoimaloiden infraääni selvästi erottaa ympäristön infraäänestä. 24 tunnin (vuorokausi) spektrogrammista voidaan helposti nähdä milloin tuulivoimalat ovat toiminnassa. Mittauksissa voidaan erottaa muusta asumisesta ja ympäristöstä tulevat lyhytaikaiset häiriöt (paine pulssit). Niillä ei ole jatkuvaa pulssimaista luonnetta

## **Voidaanko olla täysin varmoja siitä, että spektrogrammissa näkyvä infraääni on tuulivoimaloiden aiheuttamaa?**

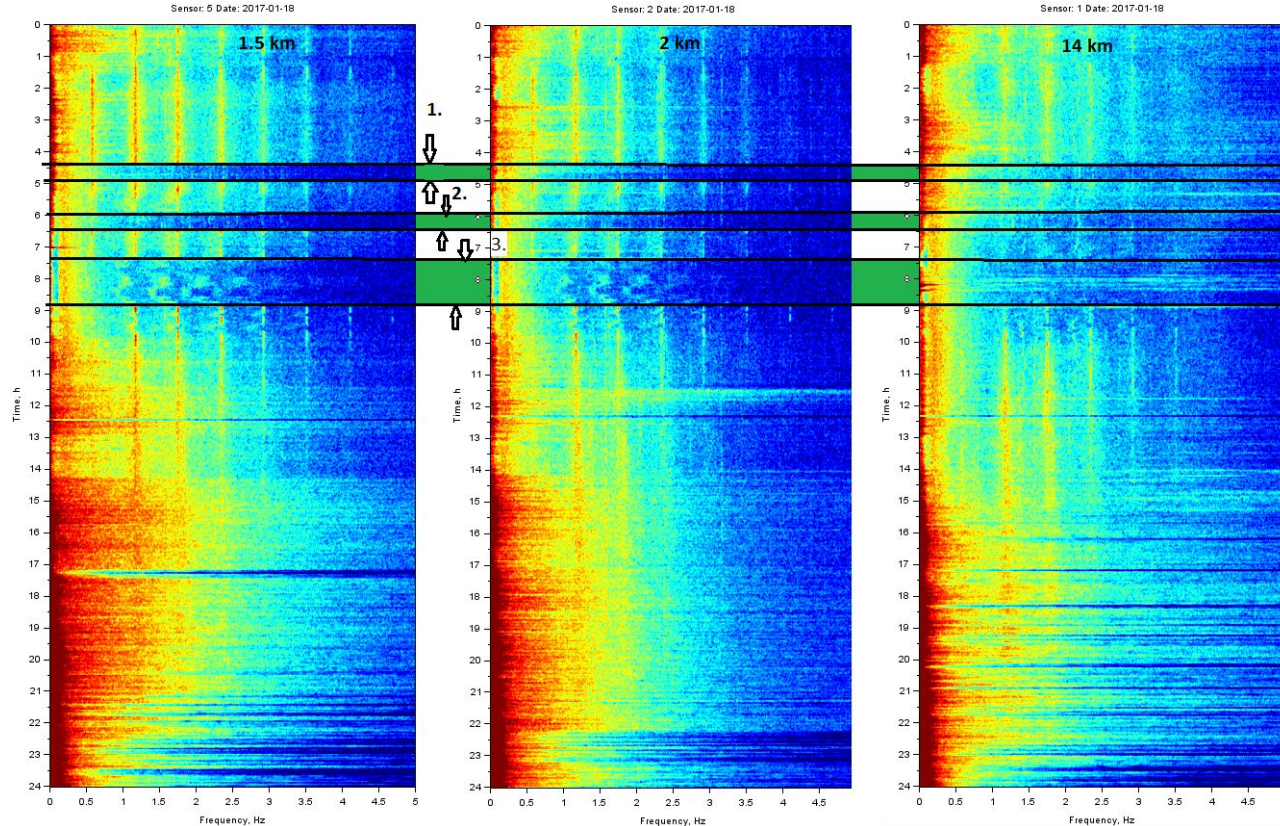
Seuraavassa kuvassa on esitetty vierekkäin samana päivänä kolmelta eri etäisyydeltä mitatut infraäänen spektrogrammit. Mittauspaikkojen etäisyydet lähimmistä tuulivoimaloista ovat 1.5 km, 2 km ja 14 km vasemmalta oikealle.

Nuolien osoittamien välien aikana lähimmät voimalat ovat olleet pysäytettynä (vihreällä värjätty väli). Myös klo 9 jälkeen havaittavissa lyhyitä voimaloiden pysäytyksiä.

Tuulivoimaloiden pysäytykset erottuvat selvästi spektrogrammista vielä 14 km etäisyydellä.

Tämä osoittaa sen, että spektrogrammeissa näkyvät spektriipiikit (pystyraidat), jotka häviävät kun voimalat pysäytetään, ovat peräisin kyseessä olevista voimaloista. Spektrogrammeissa on heikompana näkyvissä myös infraääntä kauempaa tulevista voimala-alueista.

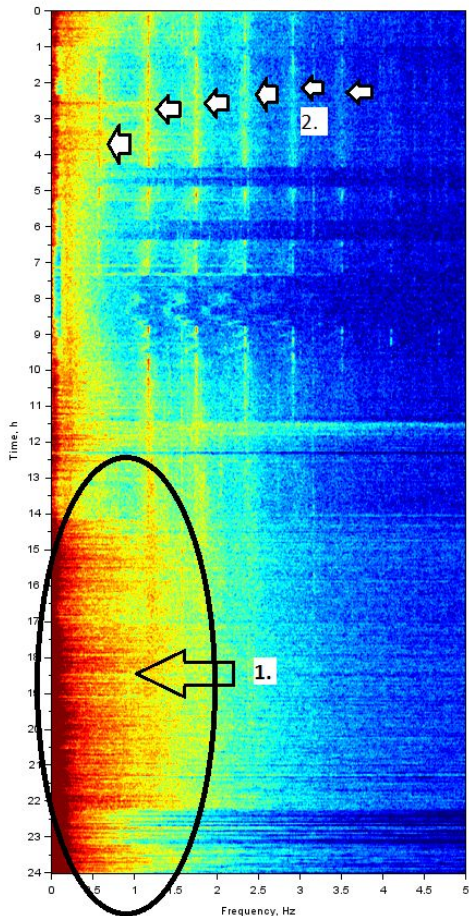
# Tuulivoimaloiden pysäytykset spektrogramissa



Vihreällä värjätty väli jolloin on voimalat pysäytetty.

Etäisyydet voimaloista vasemmalta oikealle 1,5 km, 2 km, 14 km

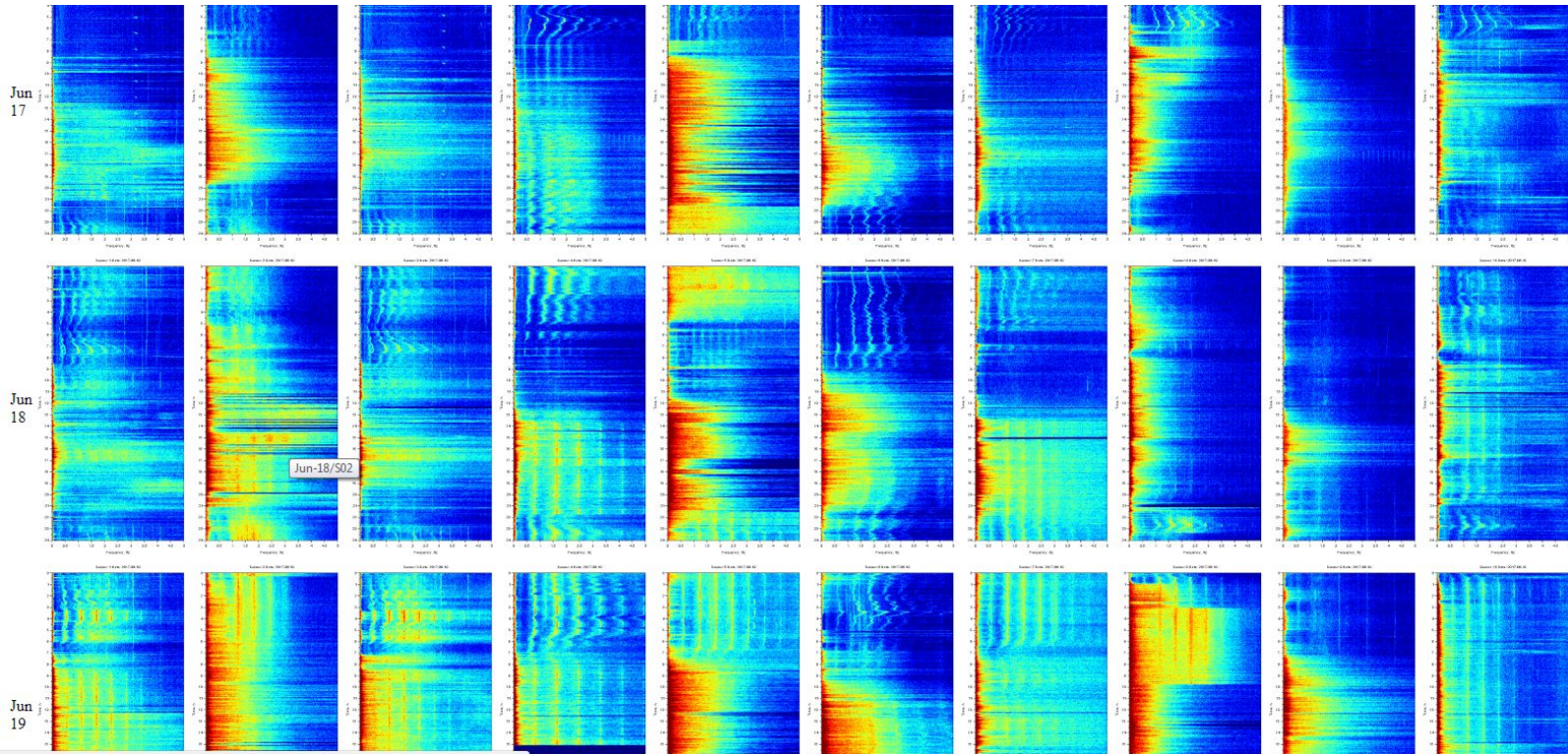
# Luonnossa on myös infraääntä, merkittävimpänä lähteenä tuuli. Miten tuulen aiheuttama infraääni erottuu?



Viereisessä kuvassa voimakas maatuuli aiheuttaa kohinaa matalilla taajuusalueilla. Erityisen voimakasta vaihtelu on aivan matalilla taajuuksilla, mikä pystytään havaitsemaan parhaiten aikatazon mittauksissa. Tuulen aiheuttamassa infraäänessä ei ole havaittavissa jaksollisuutta. Alla olevassa kuvassa ympyröity kohta (1.), jossa voimakkaan maatuulen aiheuttamaa infraääntä.

Tuulivoimaloiden tuottama infraääni näkyy hyvin spesifisesti valkoisten nuolien osoittamissa kohdissa (2.).

# Siikajoki (2kpl), Pori (2kpl), Vihanti, Ilmajoki, Kurikka, Lapua



Mitauaika 17-18.06.2017



# Mitä tiedetään tuulivoimaloiden tuottaman infraäänen terveysvaikutuksista

- Tuulivoimaloiden infraäänen pitkäaikaisvaikutuksia ei vielä tunneta.
- Tyypillisiä terveysoireita mitä on tutkimuksissa raportoitu:
  - Matalataajuinen tinnitus
  - Sydän oireet, sykkeen nousu ja rytmihäiriön kaltaiset oireet, verenpaineen nousu
  - Pääkipu, migreeni
  - Uniongelmat, heräily
  - Tasapaino-ongelmat, huimaus, pahoinvointi

Mielenkiintoinen huomio: Tuulivoimaloiden tuottaman infraäänen taajuus ihmisen sykealueella. Ihmisen normaali syke 45-180 kertaa/min eli 0,75 Hz-3 Hz.

# Mitä ei vielä tiedetä

- Onko tuulivoimaloiden tuottamalla infraäänellä yhteyttä ihmisten kokemiin terveyshaittoihin?
  - Onko terveyshaittaoireilla ajallinen yhteys tuulivoimaloiden infraäänen esiintymiseen?
  - Aiheuttaako pitkäaikaisaltistus terveysoireita?
  - Miten suuri osa väestöstä saa oireita ja millä aikajänteellä?
  - Mikä on nosebon osuus?

# Infraäänen ja terveysoireiden yhteyden tutkiminen

- ”Onko ihmisillä terveyshaittaoireita samanaikaisesti, tai sen jälkeen, kun tuulivoimaloiden infraääntä on havaittu mittarilla asuintiloissa tai -alueella”
- Infraäänidata puretaan vasta tutkimuksen jälkeen, jolloin tutkimukseen osallistuvat henkilöt eivät tiedä, onko tuulivoimaloiden tuottamaa infraääntä esiintynyt seurantajakson aikana.

# Tuulivoimaloiden tuottaman infraäänien leviäminen ympäristöön, nykytilanne ja ennuste.

- Infraäänien esiintyminen mittareissa riippuu tuulen suunnasta, ei niinkään etäisyydestä voimaloista.
- Infraäänit leviää laajalle alueelle, kymmenien jopa satojen kilometrien päähän voimaloista.

Ennuste: Muutaman vuoden kuluessa eri tuulivoimala alueiden ympäristössä (<40 km) nyt mitatut infraäänitasot kattavat suurimman osan Suomesta.

# Pohdintaa

Fysiologisesti tuulivoimaloiden infraääni tarkoittaa sitä, että eläimiin ja ihmisiin kohdistuu jatkuva, sykkivä ilmanpaineen vaihtelu, jolla on tietty taajuus ja voimakkuus.

Miten infraääneltä voidaan suojautua, lisäämällä rakennuksen eristystä?

Koska infraäänen aallonpituus on kymmeniä metrejä ei ole järkevää kasvattaa seinien vahvuutta useilla metreillä.

Ainut tapa suojautua on muuttaa riittävän kauas tuulivoimala alueista.

Mikä on riittävän kauas?

10km, 50km, 100km? **Ei ole tietoa kuinka kumulatiivinen altistus vaikuttaa ihmisiin ja eläimiin.**

**Kumulatiivisen infraäänialtistumisen seurannan pitäisi olla jatkuvaa yhdessä terveysseurannan kanssa ja tulisi suorittaa eri etäisyyksillä tuulivoimaloista.**