



# Az MGGL mérései

Somlai László

Fizikai Kutatóközpont, Részecske és Magfizikai Intézet

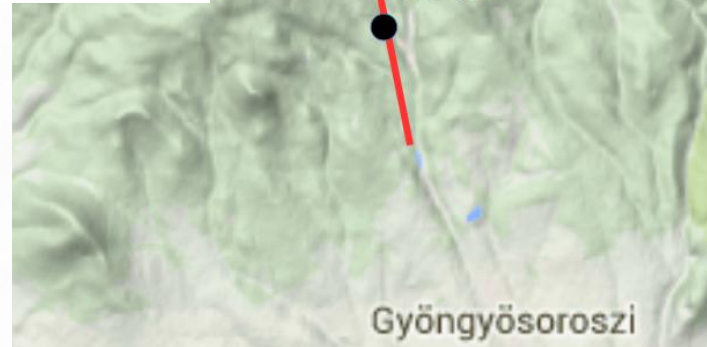
Gravitációs Teadélután, 2017. április 4.

# Áttekintés:

- Bevezető
- Milyen műszereket használunk?
- Mit mondanak meg nekünk a műszerek?
- Fontos mennyiségek és kiszámításuk
- Miket mérjük?
- Mire tudunk ebből következtetni?
- Konklúzió

# Bevezető

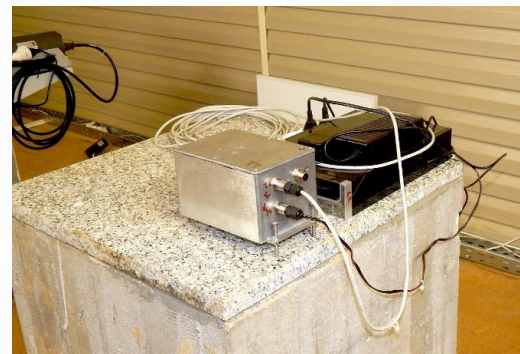
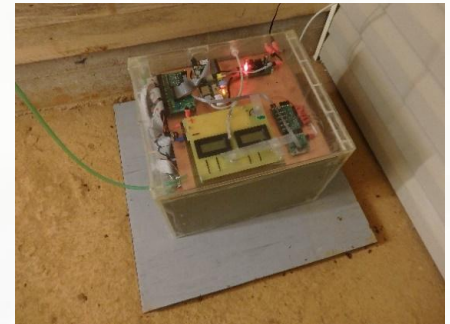
Mátraszentimre





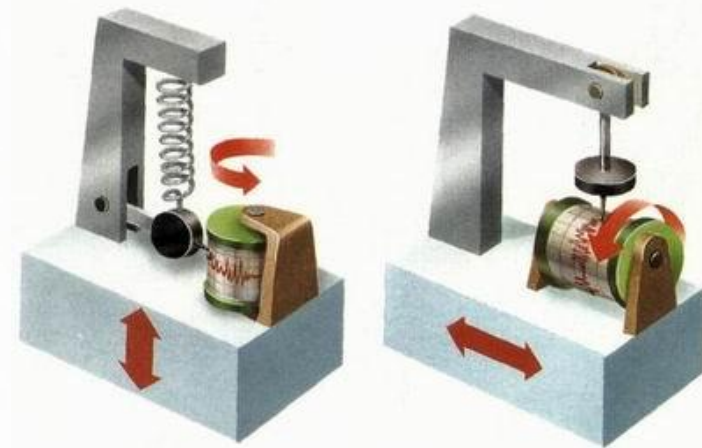
# Milyen műszereket használunk?

- Buralp CMG-3T **szeizmométer**
- **Szeizmométer** a varsói egyetemről
- Infrahang detektor (EGRG fejlesztése)
- Lemi-120 **magnetométer**
- **Müon detektor**



# Szeizmikus adatok elemzése

- Működési elve: a felfüggesztett test a tehetetlenségénél fogva igyekszik helyben maradni, ha az alatta lévő föld megmozdul.
- Mért mennyiség: elektromos feszültség → sebesség
- PSD (Power Spectral Density):
  - Spektrális Teljesítmény-sűrűség
  - FFT → Abszolútérték négyzet
  - Felbontás (perces/órás/napi)



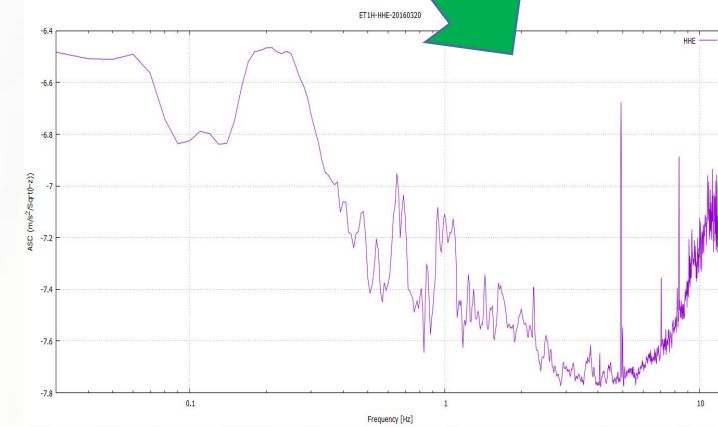
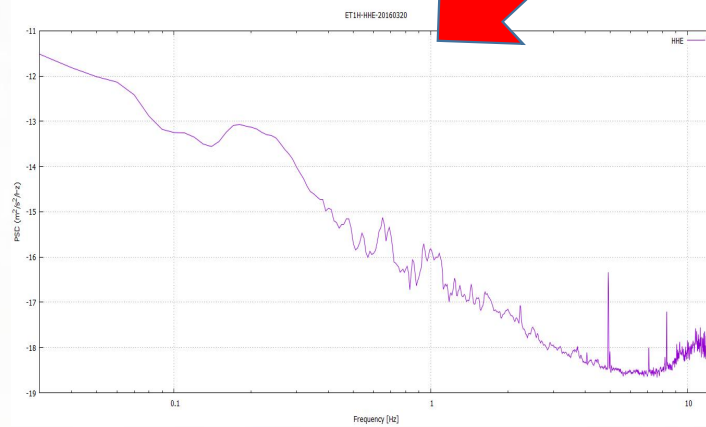
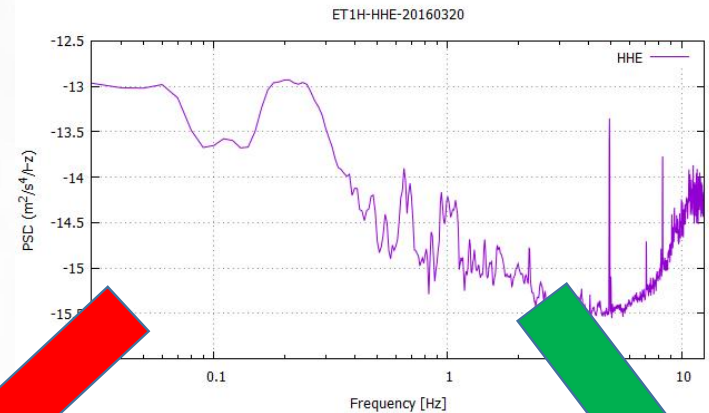
# Fontos mennyiségek és kiszámításuk

- PSD / ASD:  
Spektrális Teljesítmény-  
sűrűség/Amplitúdó-sűrűség
- Gyorsulás/sebesség/elmozdulás
- RMS (Root-Mean-Square)

ACC ↔ VEL

PSD ↔ ASD

$$\text{rms}_l^{(x)} = \sqrt{\frac{1}{T} \sum_{k=l}^{N/2+1} P_k^{(x)}}$$



# Korlátok a mennyiségekre

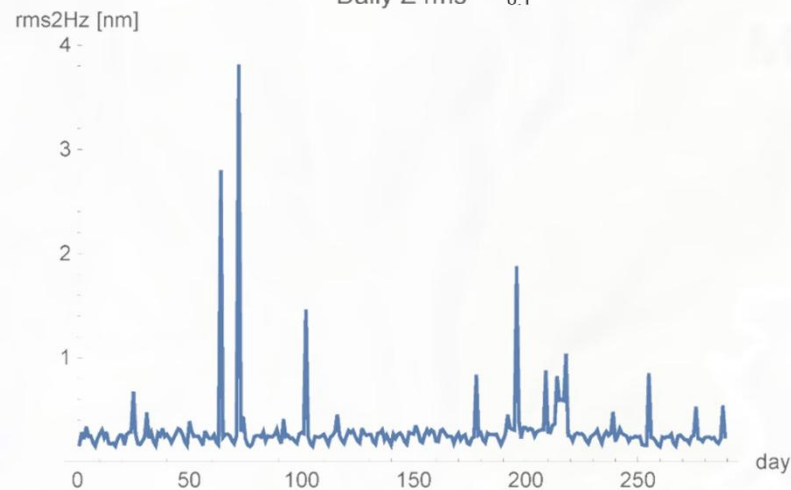
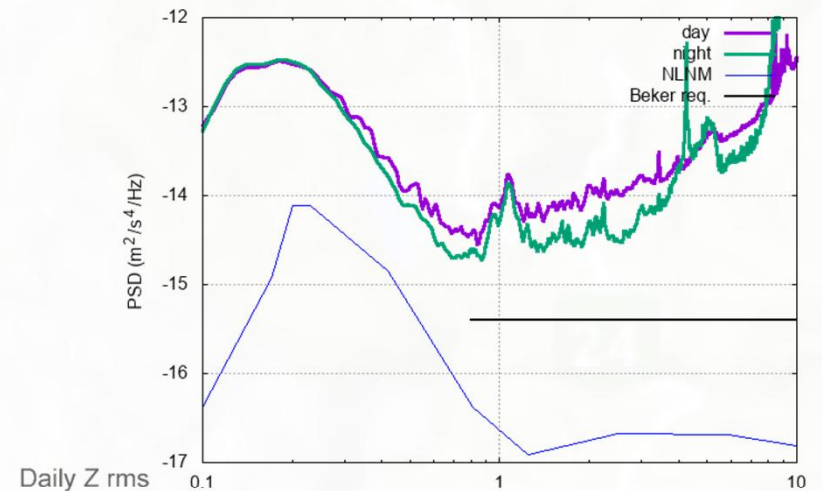
- PSD gyorsulás:

- Peterson alacsony zaj-modell (NLNM)

- $P^{(a)}(f) = 4 \times 10^{-16} \frac{(m^2/s^4)}{\sqrt{Hz}}$

- RMS

- $rms_{(x)}(2Hz) = 0,1 nm$



# Mit szeretnénk mérni?

- Havi eloszlás
- **Kulturális zajok** (este/nappal aránya)
- **Belső zajok** (pl. vonat, munkások, légkeringetés)
- **Környezeti hatások** (pl. szél, eső, belső víz)

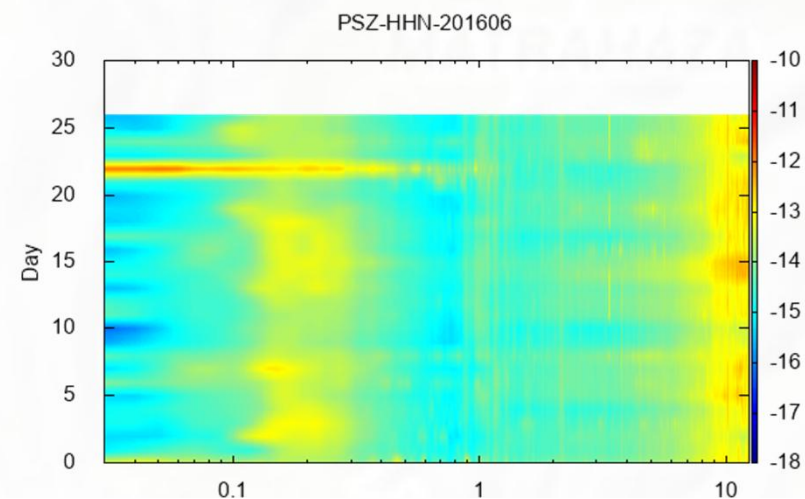
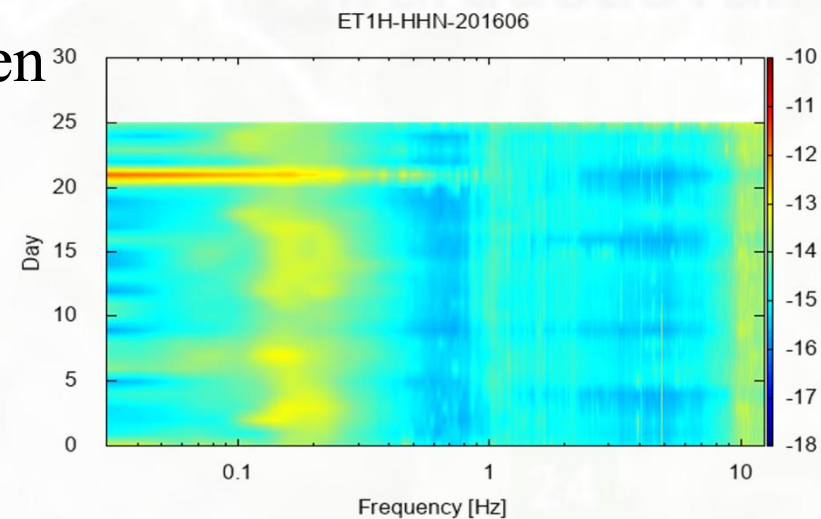
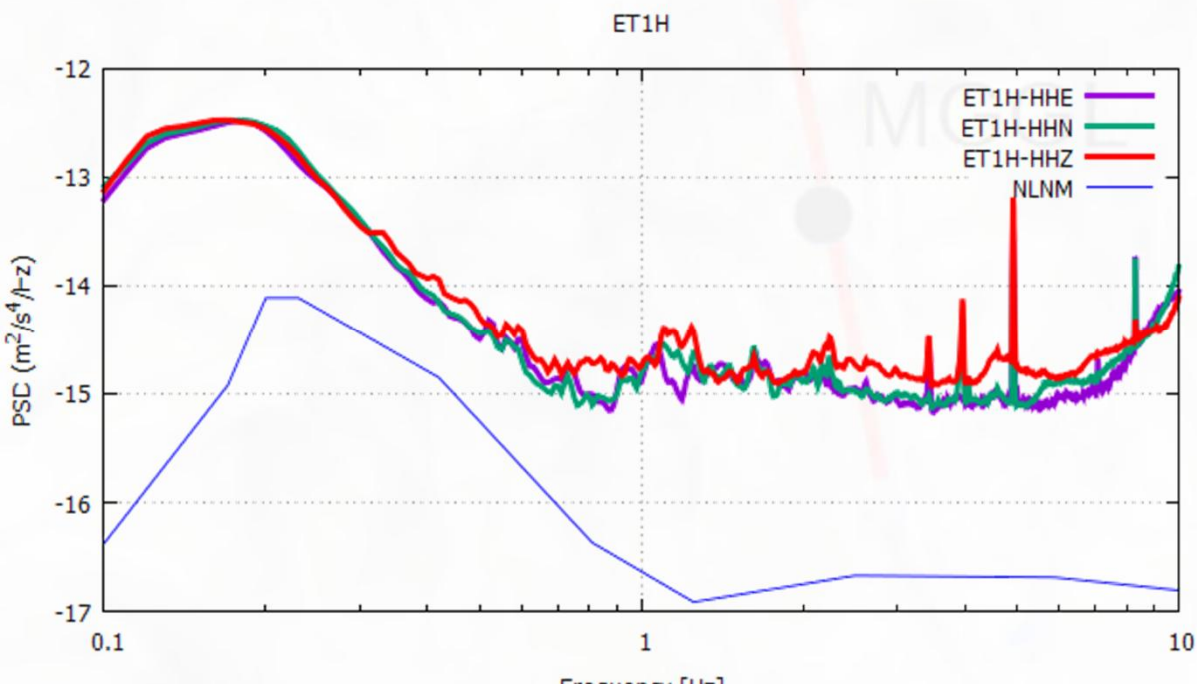


# Havi eloszlás

A zaj havi változása a  
bányában és a felszínen

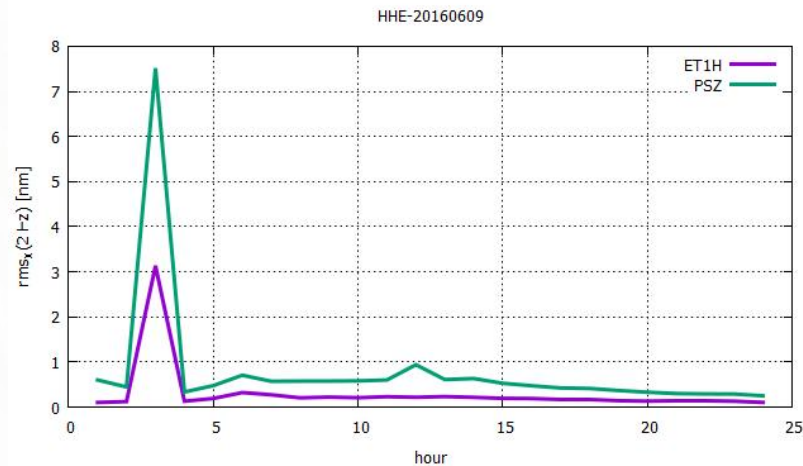
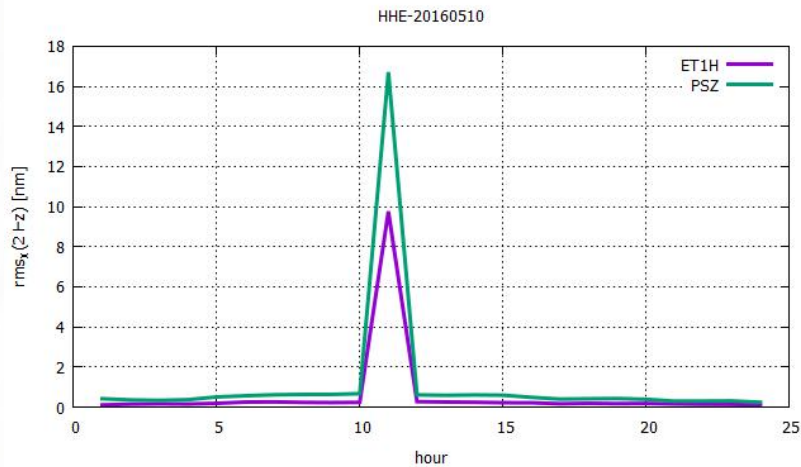
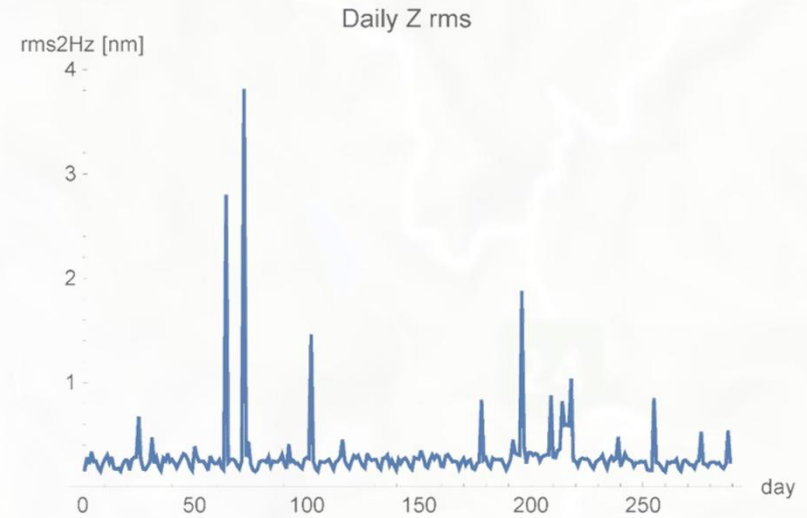
Hosszú mérési idő: ~ 280 nap

- nincs adat 16 napról
- 20 nap esetén nagy külső hatás



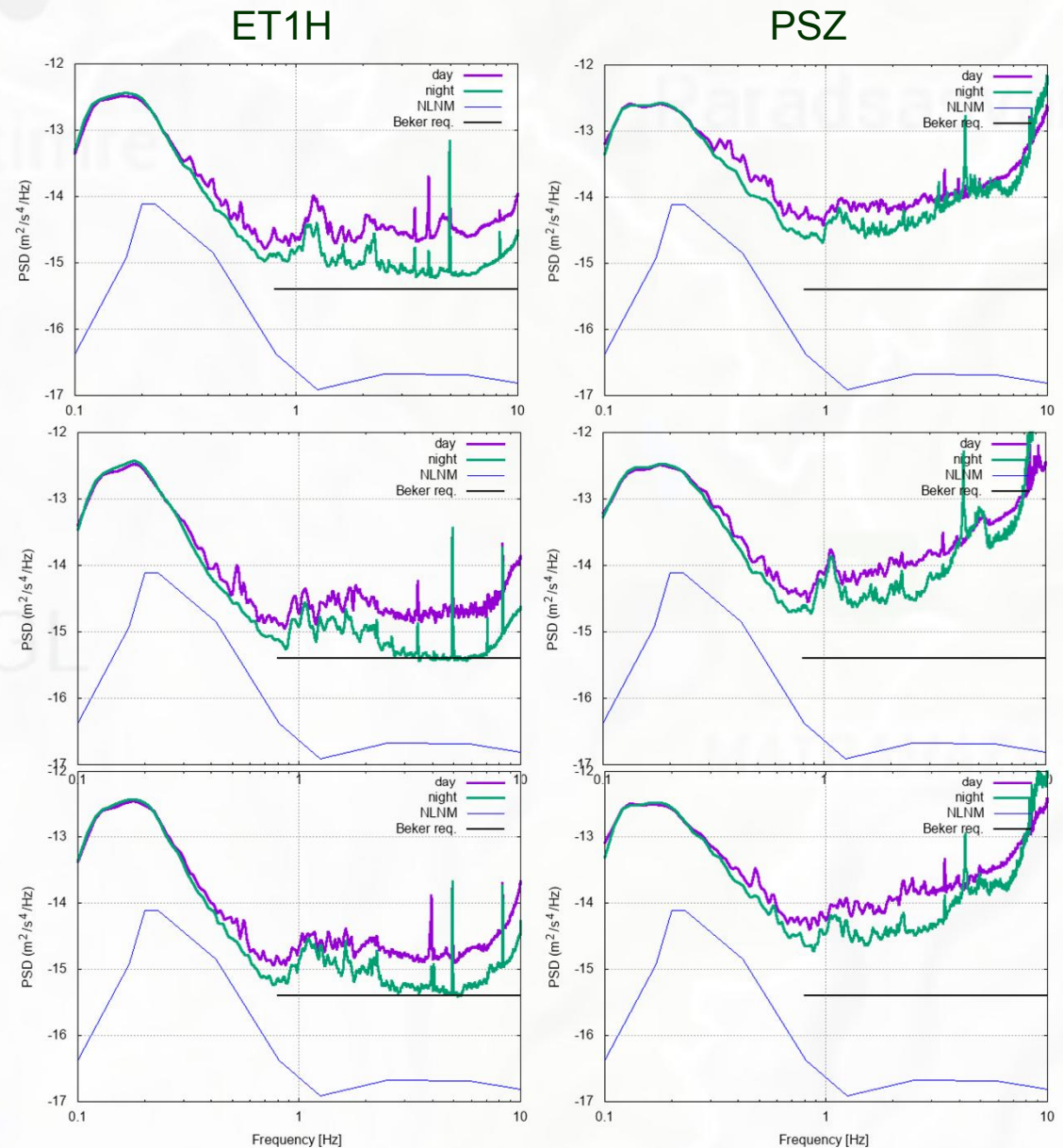
# Zajok forrásai

- ET optimális RMS értéke 2 Hz-nél 0.1 nm (Beker 2013)
- A bányában és a felszínen a kiugró RMS értékek korrelálnak



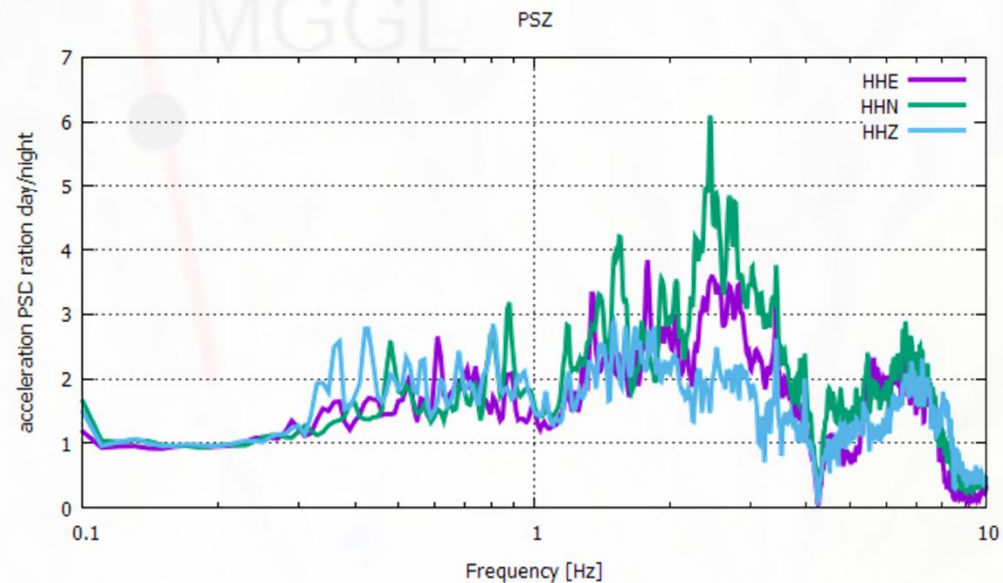
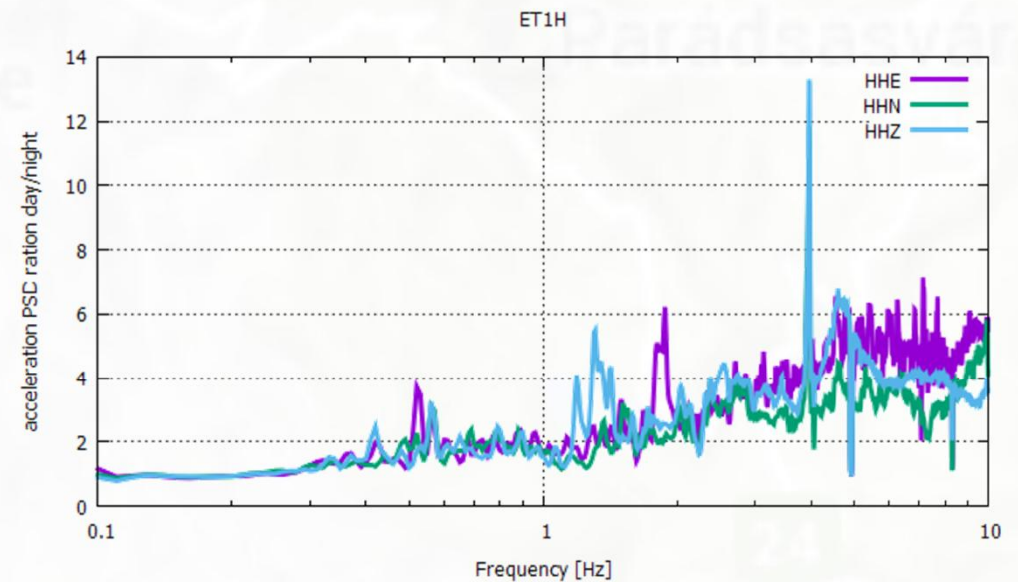
# Este/nappal aránya (kulturális zajok)

- Nappali/éjszakai PSD gyorsulások a Z,E és N komponensre (~ 280 nap)
- A bányában az esti órák esetén közel az elvárt szinthez



# Este/nappal aránya (kulturális zajok)

- Az arány 2-6 között
- Kulturális zajok  $\sim 1$  Hz érték után jelennek meg

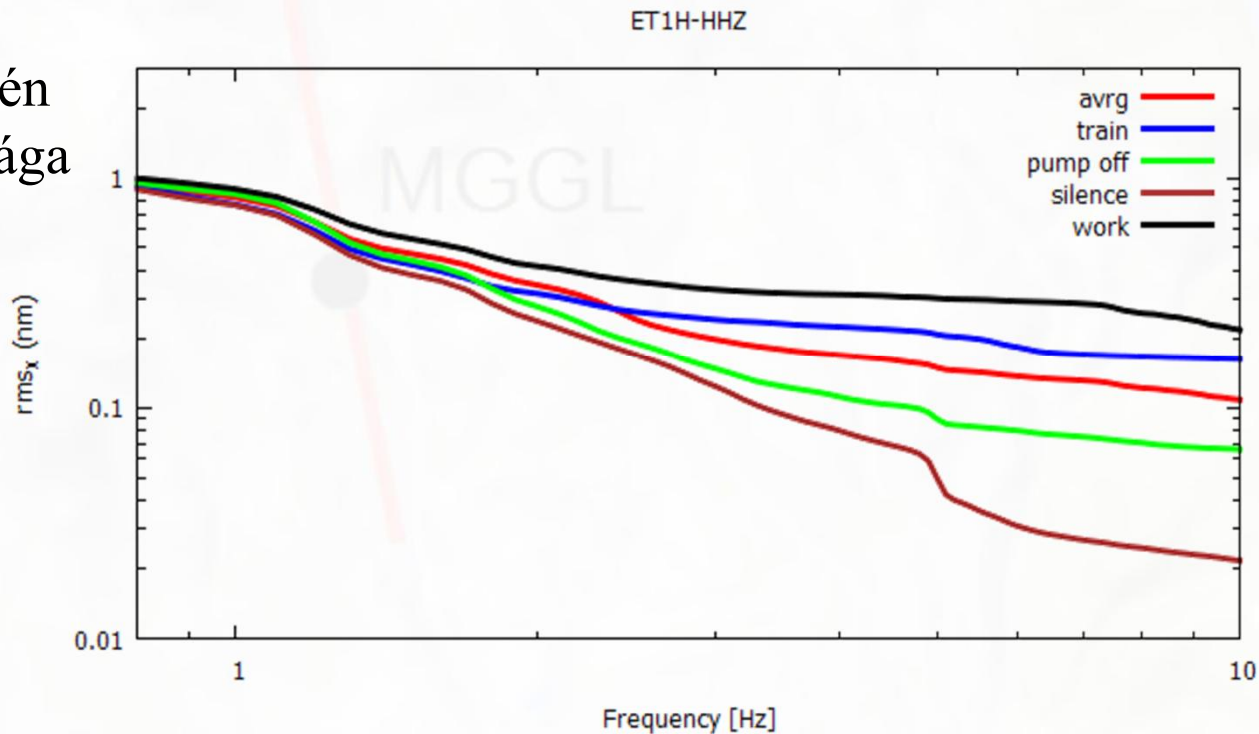




# Belső zajok

Állomás	channel	train	pump off	silence	work	average
ET1H	HHZ	0.316	0.278	0.240	0.416	0.344
ET1H	HHN	0.232	0.229	0.212	0.362	0.249
ET1H	HHE	0.218	0.222	0.213	0.371	0.252

Kontrollált nap esetén  
a belső zajok nagysága  
(2016.12.15)



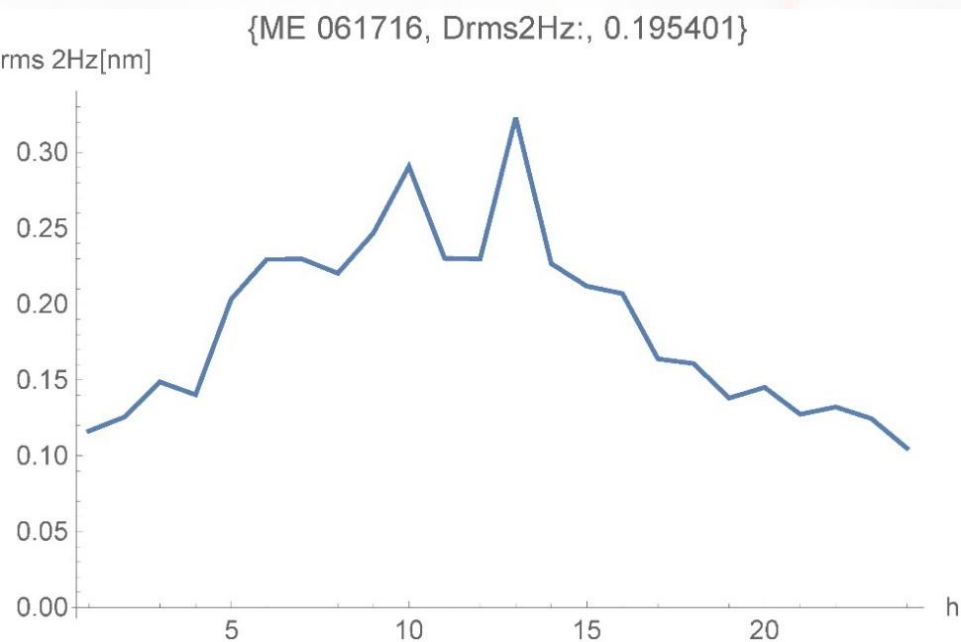
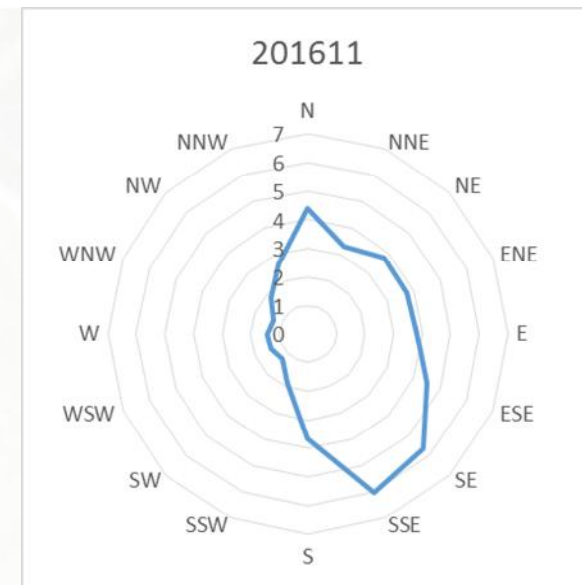
RMS értékek  
(nm) 2 Hz-n





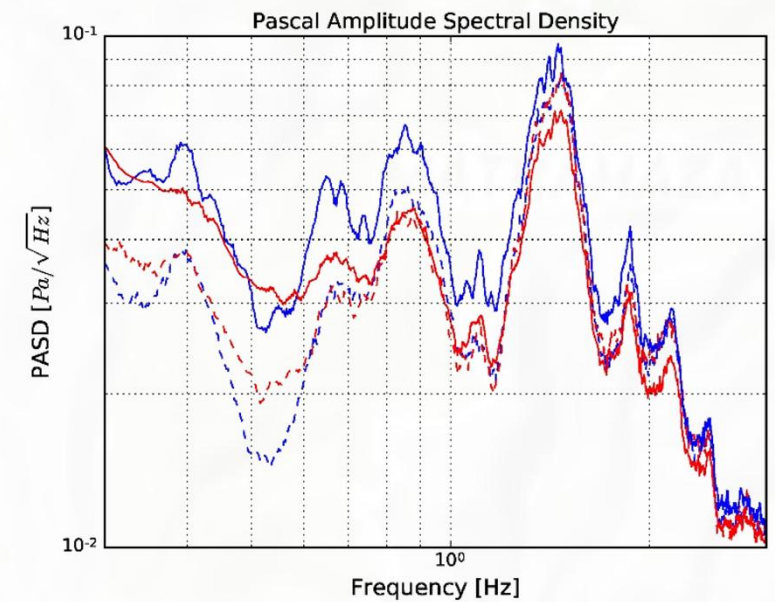
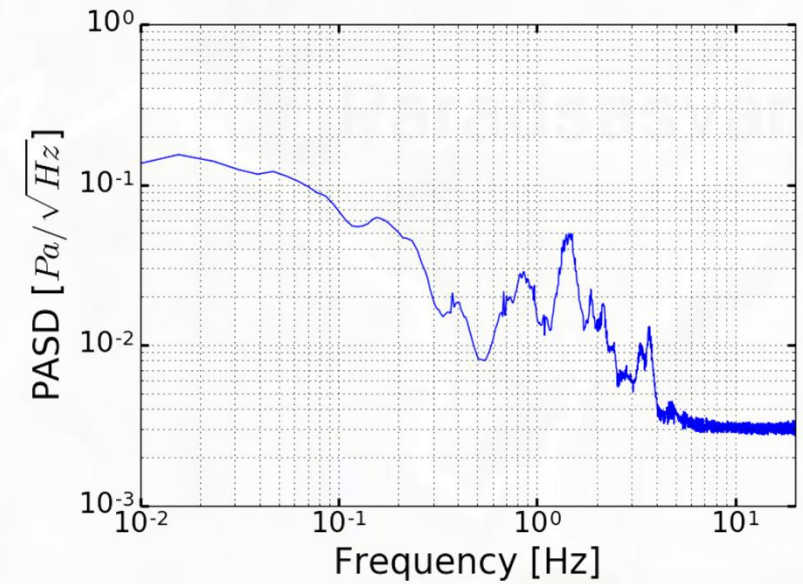
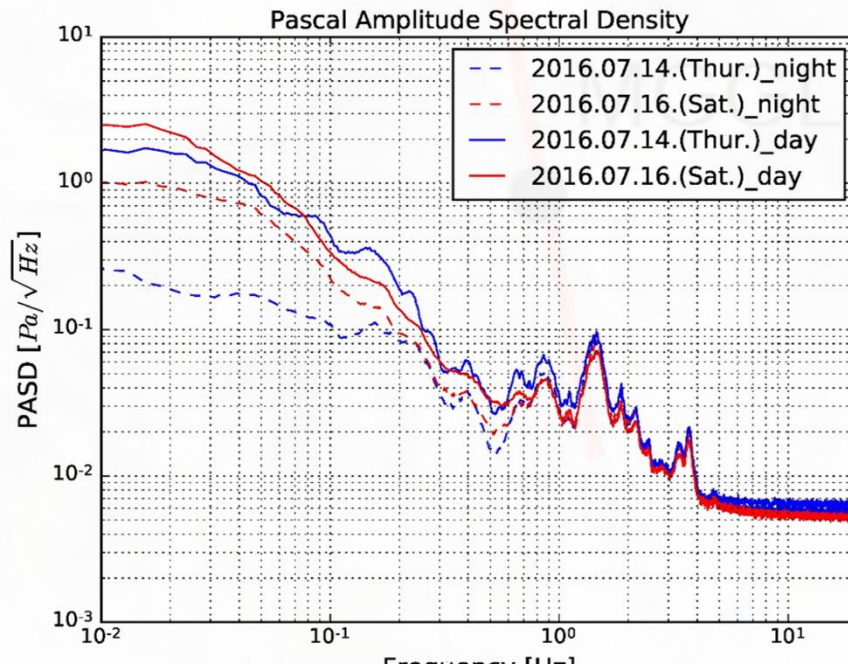
# Környezeti hatások

- 1 Hz fölött a szélnek nincs szignifikáns szerepe
- Belső víz (1000-5000  $m^3 / nap$ )



# Infrahang

A nyomásváltozást tudjuk mérni  
- nyomás ASD, 2 hónapos átlag

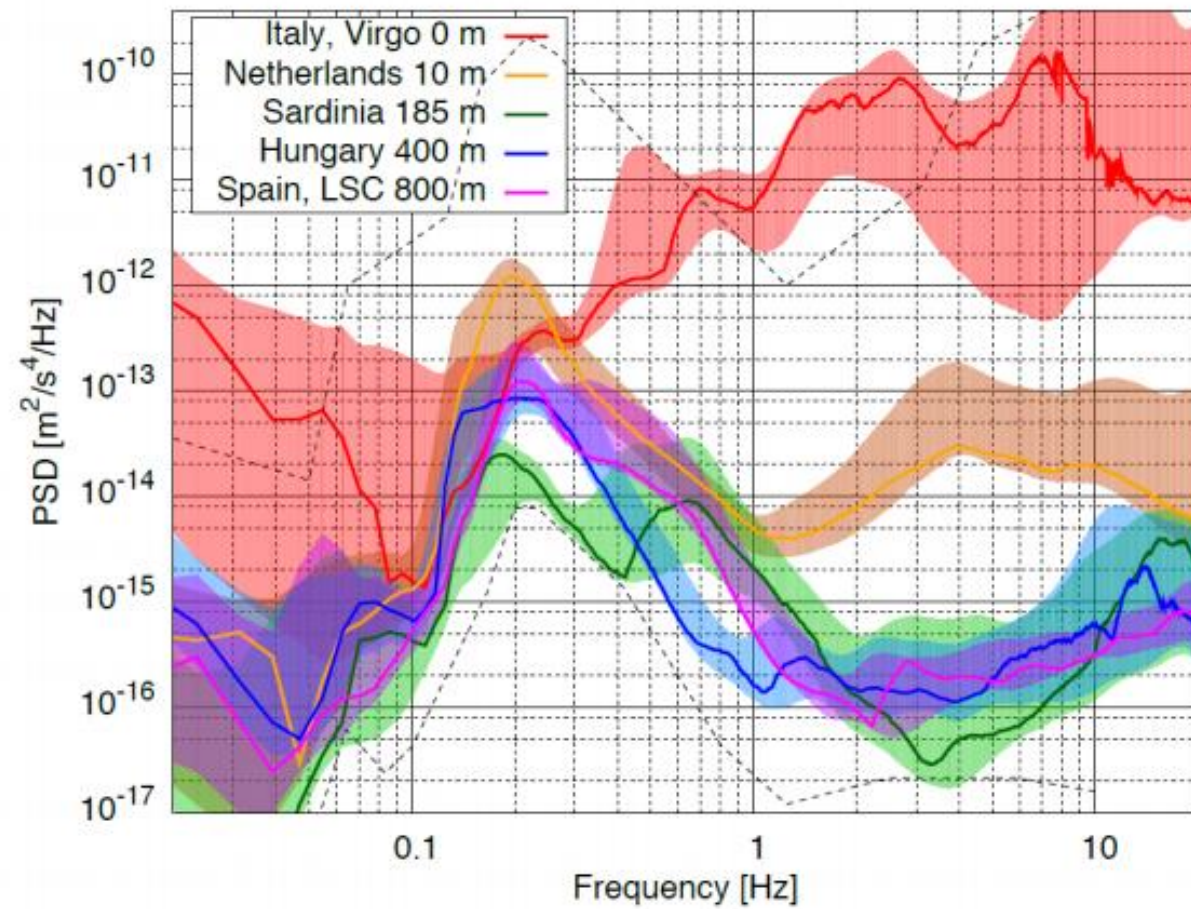
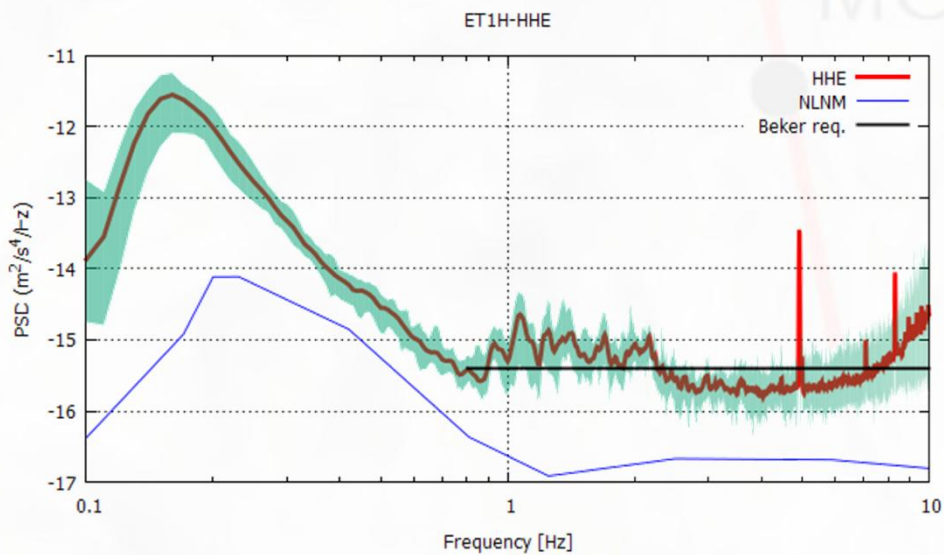
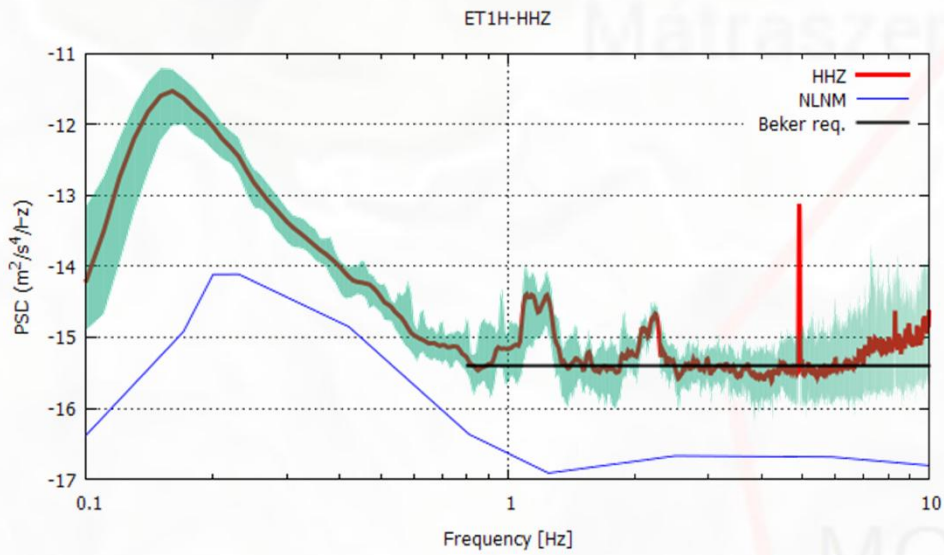


# Konklúzió

- Több hónapnyi adatgyűjtés
- Nincs hatása a szélnek vagy esőnek 2 Hz fölött
- 400 m mélyen is lesz mérés
- Átlagos RMS – E : 0,19 nm 88 m mélyen
  - A bányák kulturális zaja: ~ 30 %
  - Külső kulturális zajok: ~ 30 %



# Konklúzió



# Köszönetnyilvánítás

G. G. BARNAFÖLDI, Zs. BERNÁT, T. BULIK, M. CIESLAR,  
E. DÁVID, M. DOBRÓKA, E. FENYVESI, D. GONDEK-ROSINSKA,  
Z. GRÁCZER, G. HAMAR, G. HUBA, Á. KIS, R. KOVÁCS,  
I. LEMPERGER, P. LÉVAI, J. MOLNÁR, D. NAGY, A. NOVÁK,  
L. OLÁH, P. PÁZMÁNDI, D. PIRI, P. RACSKÓ, Á. ROMÁN†,  
L. SOMLAI, T. STARECKI, M. SUCHENEK, G. SURÁNYI, S. SZALAI,  
P. VÁN, D. VARGA, B. VÁSÁRHELYI, P. VASS, M. VÁSÚTH,  
Z. WÉBER, V. WESZTERGOM  
Nitrokemia Zrt. (Á. VÁRADI és V. ROFRITS), Geofaber Zrt.,  
N. MITSUI



# MGGL kollaboráció

- Kollaboráció (31 résztvevő)
  - Wigner FK
  - MTA CSFK GGKI
  - Atomki
  - Univ. of Miskolc
  - BME
  - ELTE
  - Univ. of Warsaw
  - Univ. Of Zielona Góra

## FIRST REPORT OF LONG TERM UNDERGROUND SEISMIC, INFRASOUND, ELECTROMAGNETIC AND MUON RADIATION MEASUREMENTS IN THE MÁTRA MOUNTAIN RANGE

G.G. BARNAFÖLDI<sup>1</sup>, T. BULIK<sup>7,8</sup>, M. CIESLAR<sup>7</sup>, E. DÁVID<sup>1</sup>, M. DOBRÓKA<sup>4</sup>, E. FENYVESI<sup>3</sup>, Z. GRÁCZER<sup>2</sup>, G. HÁMAR<sup>1</sup>, G. HUBA<sup>1</sup>, Á. KIS<sup>2</sup>, R. KOVÁCS<sup>1,5,4</sup>, I. LEMPERGER<sup>3</sup>, P. LÉVAI<sup>1</sup>, J. MOLNÁR<sup>3</sup>, D. NAGY<sup>3</sup>, A. NOVÁK<sup>2</sup>, L. OLÁH<sup>1</sup>, P. PÁZMÁNDI<sup>1</sup>, D. PIRI<sup>2</sup>, D. ROSINSKA<sup>9</sup>, T. STARECKI<sup>9</sup>, M. SUCHENEK<sup>9</sup>, G. SURÁNYI<sup>10</sup>, S. SZALAI<sup>2</sup>, D. VARGA<sup>1</sup>, M. VASÚTH<sup>1</sup>, P. VÁN<sup>1,5,4</sup>, B. VÁSÁRHELYI<sup>2,B</sup>, V. WESZTERGOM<sup>2</sup>, Z. WÉBER<sup>2</sup>

**ABSTRACT.** Matra Gravitational and Geophysical Laboratory (MGGL) has been established near Gyöngyösoroszi, in 2015 in an unused ore mine. The laboratory is 88m underground, therefore the collected data could provide information on noise reduction capabilities for third generation gravitational wave detectors. Specialized instruments have been installed to measure seismic, infrasound and electromagnetic noise. Furthermore, shielding of the cosmic muon radiation was investigated, too. In the test period, 2016 March-August (RUN-0), data collection has been accomplished. In this paper we describe the research potential of the Laboratory, list the installed equipments and summarize first experimental results. A theoretical background of noise damping in rock masses is summarized as well. However, we emphasise the preliminary nature of these data, the recent activity prepares the next period of systematic data collection (RUN-1).

### 1. INTRODUCTION

The recent discovery of gravitational waves by the LIGO/VIRGO Collaboration [25] generated a focused interest on the further improvements of the detection capability of these ground based facilities, reducing the surrounding environmental noise. A conceptual design study into the feasibility of a third-generation gravitational wave observatory, called the Einstein Telescope (ET), has been completed [1]. The underground facility of KAGRA in the Okuhida mountains in Japan is close performing test run [2]. As part of the Einstein Telescope design phase, a ground motion study was performed to determine the seismic noise characteristics at various sites across the globe [3]. Such investigation has been performed in Hungary in 2010 at Gyöngyösoroszi in the Mátra mountain range (Fig. 1/a), indicating excellent parameters in noise reduction.

In 2015 the Matra Gravitational and Geophysical Laboratory (MGGL) of MTA Wigner Research Centre of Physics has been established in the Gyöngyösoroszi ore mine, which is out of operation in these days. The Laboratory is located in the coordinates (399 mBf, 711232.27, 281949.94 EOV), along the horizontal tunnel of the mine, 1280 m from the entrance, 88 m deep, in the former instruction office near to the first shaft. It is near to one of the sites of the above mentioned short term measurements [1, 3, 4]. In the MGGL several measurement tables were constructed

*Date:* October 12, 2016.

# Köszönöm a figyelmet!

G.G. BARNAFÖLDI ET AL.: „A Mátrai Gravitációs és Geofizikai Laboratórium első mérései és mérési programja”,  
Magyar geofizika

G.G. BARNAFÖLDI ET AL.: „First report of long term measurements of the MGGL laboratory in the Mátra mountain  
range”, Classical and Quantum Gravity

ArXiv: 1610.07630

Az előadás során felhasználtam M. G. Beker számos ábráját.