

## ANALYZÁTOR VIBRACÍ

### VIBE ANALYZER

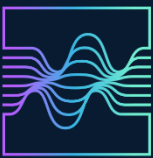


#### Přesná diagnostika strojů pro každého

VIBE ANALYZER je špičkový nástroj navržený pro detailní analýzu vibrací v různých průmyslových aplikacích. Jeho hlavním cílem je poskytovat přesné a spolehlivé údaje, které pomáhají optimalizovat výkon strojů a předcházet neplánovaným odstávkám. Díky pokročilé technologii a intuitivnímu rozhraní je VIBE ANALYZER nepostradatelným pomocníkem pro inženýry a techniky, kteří se snaží maximalizovat efektivitu a bezpečnost provozu.

#### Specifikace Hardwaru VIBE ANALYZER

- **24bitový převodník** – zachytává precizní data s minimálním šumem pro vysoce přesné měření.
- **MEMS akcelerometr s nízkým šumem** – zajišťuje spolehlivé měření vibrací s vysokou citlivostí a nízkým šumem.
- **Vysoká vzorkovací frekvence** – až 32 768 vzorků za sekundu umožňuje detailní analýzu signálu pro přesné diagnostické výsledky.
- **Přizpůsobitelné FFT rozlišení** – volba mezi rozlišením FFT 1–0.125 Hz (32k–256k vzorků) pro flexibilní a detailní analýzu frekvenčního spektra.
- **Široký frekvenční rozsah** – pokrývá 5–15 000 Hz, což umožňuje komplexní diagnostiku různých typů strojových vibrací.
- **Více metrik měření** – podpora různých metrik, včetně gRMS, gPeak, mm/s RMS, mm/s Peak, Crest Factor, Enveloped g a výchylky v  $\mu\text{m}$  RMS, pro komplexní analýzu vibrací.
- **Kompletní vizualizace** – nabízí časové záznamy, FFT spektra a analýzu obálky pro snadné interpretování měřených dat.
- **Audio přehrávání** – možnost přehrávání zachycených signálů pro intuitivní inspekci a identifikaci problémů.
- **Ukládání dat** – export naměřených hodnot do formátu CSV pro další analýzu a zpracování v externích softwarových nástrojích.



- **Kompaktní design** – elegantní hliníkové pouzdro o rozměrech 25 × 25 × 80 mm a hmotnosti pouhých 120 g, ideální pro přenosné použití a snadnou instalaci. Celková délka vč. magnetu a krytky USB konektoru je 100 mm.
- **Napájení a připojení přes USB-C** – napájení a přenos dat pomocí mobilu, tabletu nebo PC, což zajišťuje flexibilní a pohodlné použití v terénu i v dílně.
- **Multiplatformní kompatibilita** – aplikace dostupné pro Android, Windows a Linux, umožňující široké využití a integraci s různými zařízeními a systémy.

### Klíčové parametry HW:

#### **Akcelerometr:**

- Rozsah:  $\pm 100$  g
- Frekvenční odezva: Až 23 kHz
- Rezonanční frekvence: 42 kHz
- Ultra nízká hustota šumu: 75  $\mu\text{g}/\sqrt{\text{Hz}}$
- Vestavěný auto test pro diagnostiku.
- Odolnost vůči nárazům: Až 10 000 g

#### **Procesor:**

- Jádro: ARM Cortex-M7 @ 600 MHz
- Paměť: 1024 KB RAM (512 KB vysoce výkonná), 1984 KB Flash
- USB rychlosti: 480 Mbps

#### **ADC (analogově digitální převodník):**

- Rozlišení: 24 bitů
- Delta-sigma architektura pro přesné měření a filtrování.
- Vzorkovací frekvence: Až 32 768 vzorků za sekundu.

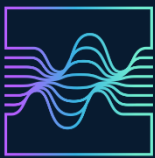
### Specifikace softwarové aplikace

#### **Funkce VIBE APP:**

- Analýza naměřených dat z externího akcelerometru VIBE ANALYZER.
- Vizualizace v reálném čase – sleduje hodnoty zrychlení, rychlosti a výchylky pomocí interaktivních grafů.
- Zoom a navigace – přiblížení částí grafu dotykem.

#### **Metodiky diagnostického měření:**

- Metriky zrychlení – RMS, špičkové hodnoty a FFT spektrum v g.
- Metriky rychlosti – RMS, špičkové hodnoty a FFT spektrum v mm/s.
- Analýza obálky – Detekce poruchových frekvencí ložisek.
- Analýza výchylky – časové záznamy v  $\mu\text{m}$ .



## Pokročilé funkce

### Inteligentní diagnostika

- Diagnostika stavu ložisek
- Detekce špiček v FFT – automatická identifikace frekvencí a vibrací.
- Indikace mechanických poruch – automatická detekce možných poruch v FFT rychlosti, např. nevyvaha rotoru, nesouosost, mechanické uvolnění.

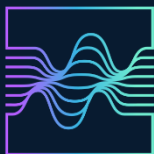
### Nastavení:

- Rozlišení FFT – výběr mezi 32k-256k vzorky (délka záznamu 1–8 s, rozlišení FFT 1 – 0.125 Hz).
- Frekvenční rozsahy – analýza zrychlení a rychlosti vibrací dle zvoleného frekvenčního rozsahu.

## Design a provedení

- Odolné hliníkové pouzdro:  
Tloušťka 2 mm pro spolehlivé použití v terénu.
- Integrovaný montážní mechanismus:  
Nerezový profil s M6 závitem pro pevné uchycení přímo na diagnostikované zařízení silným neodymovým magnetem (přítlačná síla 27 kg) nebo přímo šroubovým spojem.





### **Konstrukční provedení**

Analyzátor je umístěn v hliníkové krabičce 25x25x80 mm, tloušťka stěny je 2 mm.

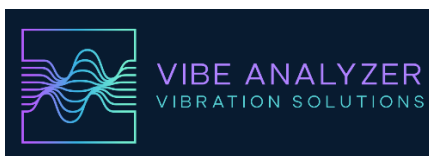
Z jedné strany je vložen nerezový profil, na kterém je upevněna deska plošného spoje pro co nejlepší přenos vibrací beze ztrát.

V nerezovém profilu je vnitřní závit M6 pro uchycení magnetu, případně pro přišroubování na měřený objekt.

Magnet je neodymový v pouzdru, průměr 25 mm. Přítlačná síla 27 kg.

Na opačné straně zařízení je plastová zátka s USB C konektorem pro DC 5V napájení analyzátoru a přenos naměřených dat.

Softwarová aplikace analyzátoru je vyvinuta pro použití v zařízeních s OS Android (mobilní telefony a tablety). Softwarová aplikace je ke stažení na Google Play pod názvem VIBEDYNAMICS. Dále je k dispozici pro Windows a Linux. Tyto verze je možné stáhnout na webové stránce [www.vibedynamics.cz](http://www.vibedynamics.cz)



### **Provozní podmínky**

#### Rozsah provozních teplot:

Analyzátor vibrací pracuje správně v rozsahu okolní teploty od -20 °C do +85 °C. Provoz zařízení mimo tento rozsah může vést k nepřesnostem měření nebo trvalému poškození komponent.

#### Napájecí napětí:

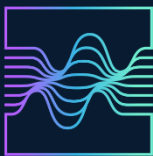
Doporučené napájecí napětí při použití USB připojení (mobilní telefon, tablet, počítač) je 5 V ± 0,25 V.

#### Mechanická odolnost:

Analyzátor by měl být chráněn před mechanickým nárazem a vibracemi přesahujícími limity komponenty ADXL1005 (±100 g).

### **Záruční doba**

Záruční doba na VIBE ANALYZER je 12 měsíců od data nákupu.



## **Ekologická likvidace analyzátoru vibrací**

Pokud již analyzátor vibrací není funkční nebo se rozhodnete jej nadále nepoužívat, nevyhazujte jej do běžného odpadu. Zařízení obsahuje elektronické součástky, které mohou být škodlivé pro životní prostředí.

Postup při likvidaci:

- Analyzátor vibrací patří mezi elektroodpad a je nutné jej odevzdat do sběrného dvora nebo jiného místa určeného pro sběr a likvidaci elektrozařízení.
- Dodržujte místní předpisy a zákony týkající se likvidace elektronických zařízení.
- Nepokoušejte se zařízení rozebírat nebo likvidovat běžným komunálním odpadem, protože obsahuje materiály, které mohou škodit životnímu prostředí.

## **Údržba a aktualizace analyzátoru vibrací**

### Údržba:

Zařízení nevyžaduje speciální údržbu. Udržujte analyzátor čistý, pravidelně kontrolujte kabely a konektory, aby nedocházelo k mechanickému poškození a znečištění.

Pro čištění používejte pouze měkký hadřík mírně navlhčený čistou vodou. Nepoužívejte agresivní chemické prostředky, rozpouštědla ani abrazivní materiály.

### Aktualizace firmware:

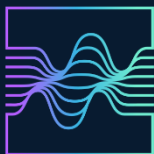
Aktualizaci firmware lze provést připojením k počítači přes USB kabel pomocí programu „Firmware Updater App for Windows“, který naleznete na našich webových stránkách.

Nejnovější firmware je dostupný na našich stránkách. Doporučujeme pravidelně kontrolovat dostupnost aktualizací, které mohou obsahovat důležité opravy chyb, vylepšení stability a nové funkce.

### Aktualizace mobilní aplikace:

Pro správnou funkci analyzátoru pravidelně aktualizujte mobilní aplikaci, kterou lze stáhnout prostřednictvím Google Play. Aktualizace přinášejí nové funkce, opravy chyb a optimalizace pro nejlepší výkon.

Dodržováním těchto pokynů zajistíte dlouhou životnost, stabilitu a přesnost svého analyzátoru vibrací.

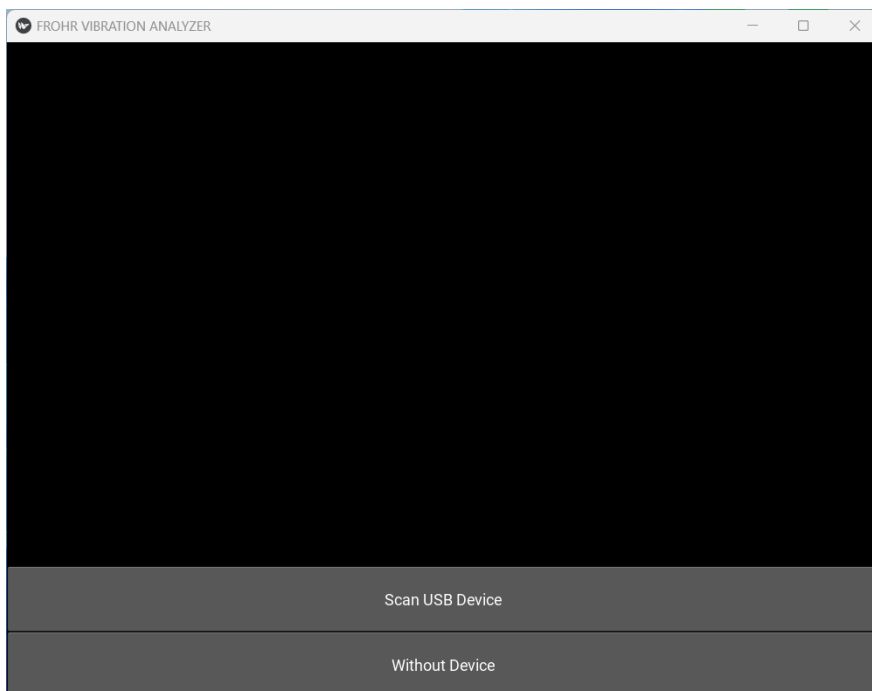


## PROVOZNÍ MANUÁL:

### 1. Spuštění aplikace:

Během prvního spuštění vidíme na obrazovce dvě volby:

- 1) Scan USB Device
- 2) Without Device.



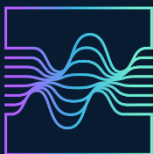
Without Device spustí aplikaci bez jakéhokoliv analyzátoru.

Scan USB Device zjistí připojené zařízení.

Pokud máme připojený VIBE ANALYZER přes USB, na Windows uvidíme aktivní COM port, např. COM4. Na zařízení Android uvidíme např. /dev/bus/usb/001/002.

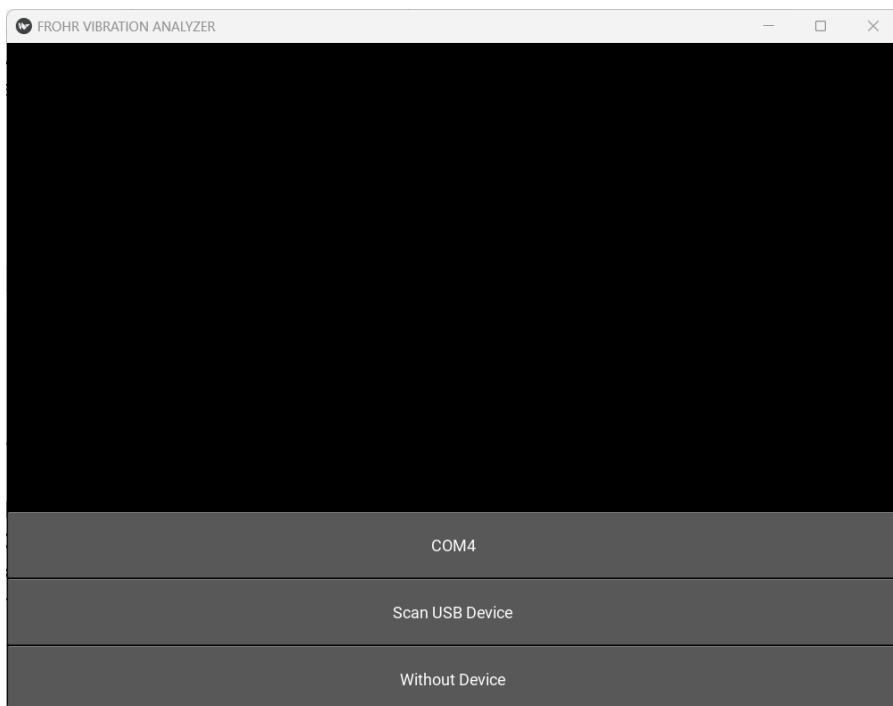
Po kliknutí se analyzátor připojí a dostaneme se na hlavní obrazovku. Na Androidu ještě musíme potvrdit zabezpečení, že opravdu chceme připojit USB Seriál zařízení.

(Pokud by se ve výjimečně po potvrzení připojení Serial opět zobrazila tlačítka a ne hlavní obrazovka, stiskněte znovu Scan a název Device. Pak se přepne na hlavní obrazovku)

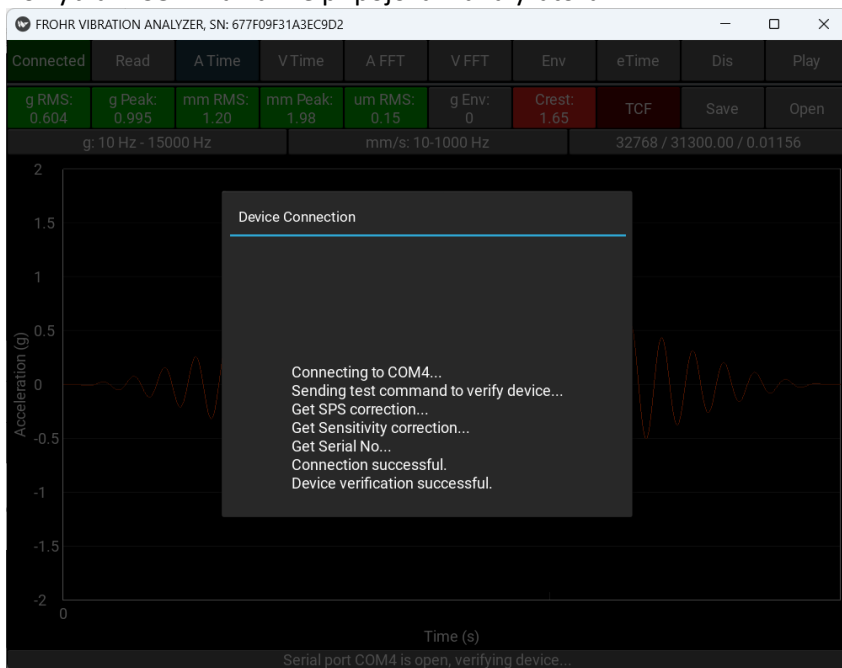


**Windows:**

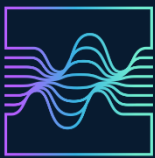
Stisknutí Scan USB Device:



Po vybrání COM4 uvidíme připojování analyzátoru:

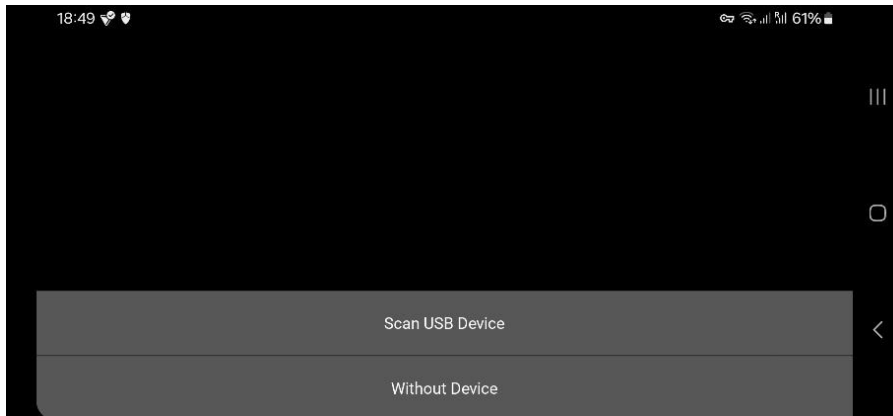


Následně se dostaneme se na hlavní obrazovku, kde je vygenerovaný úvodní signál.

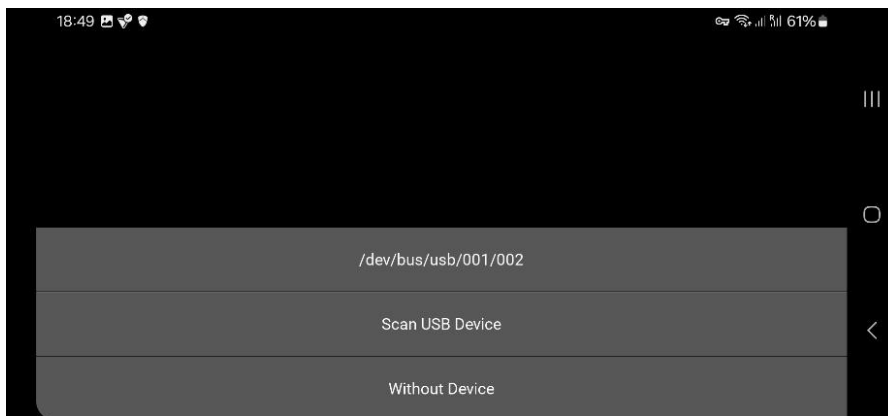


## Android:

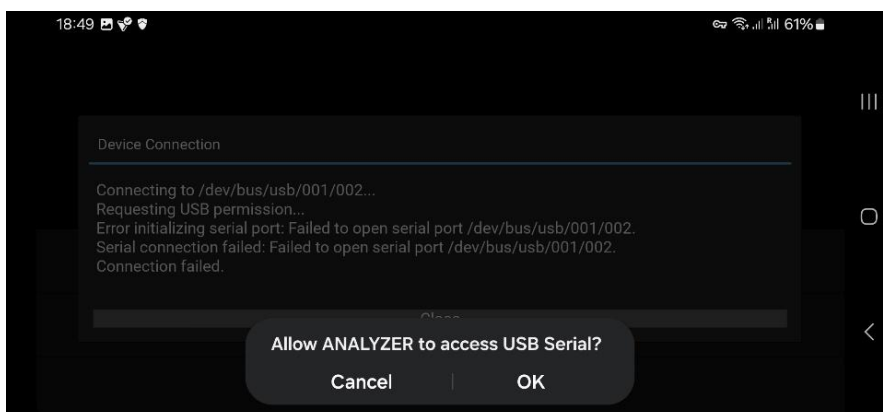
Pokud máme připojený VIBE ANALYZER, stiskneme tlačítko Scan USB Device:



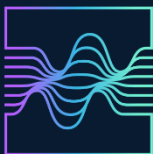
Vybereme /dev/bus/usb/001/002 (čísla se mohou měnit i pro stejné zařízení)



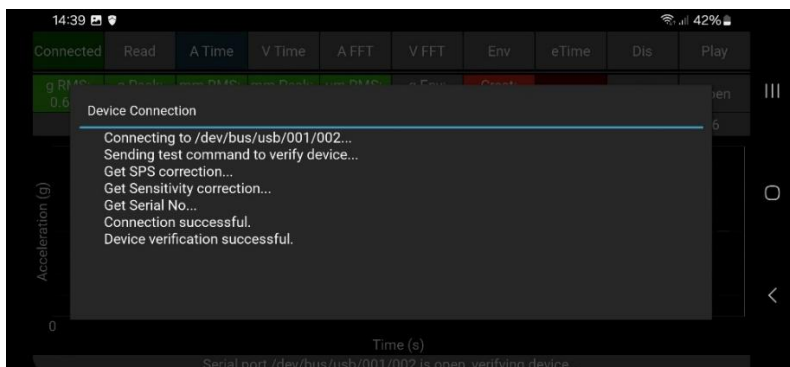
Povolíme USB připojení:





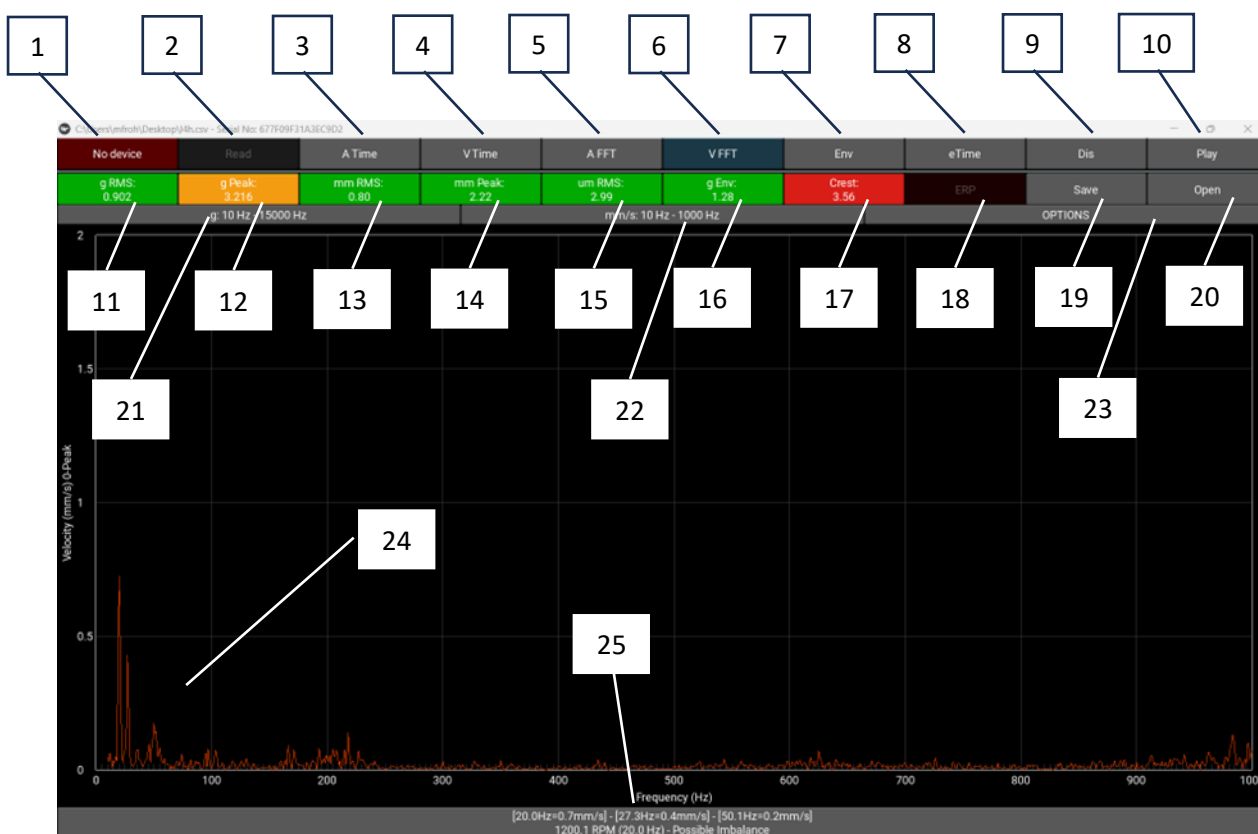


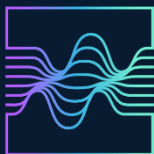
Následně uvidíme připojování analyzátoru:



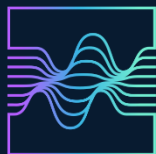
Nyní se dostaneme na hlavní obrazovku aplikace.

Základní popis funkcí:





1. Připojení zařízení, indikace připojení
2. Spuštění / zastavení čtení dat z analyzátoru
3. A time = Acceleration time. Časový záznam zrychlení vibrací v g.
4. V time = Velocity time. Časový záznam rychlosti vibrací v mm/s<sup>-1</sup>.
5. A FFT = Acceleration FFT = FFT spektrum zrychlení vibrací v g.
6. V FFT = Velocity FFT = FFT spektrum rychlosti vibrací v mm/s<sup>-1</sup>.
7. Env = Envelope spectrum = FFT spektrum obálky. Detekce poruchových frekvencí ložisek.
8. eTime = Enveloped Time = časový záznam obálky.
9. Dis = Displacement = Časový záznam výchylky v μm.
10. Play = Přehraje signál do reproduktoru nebo sluchátek.
11. gRMS = celková efektivní hodnota zrychlení
12. g Peak = maximální výchylka zrychlení vibrací
13. mm RMS = celková efektivní hodnota rychlosti vibrací
14. mm Peak = maximální výchylka rychlosti vibrací
15. um RMS = celková efektivní hodnota výchylky vibrací
16. g Env = celková efektivní hodnota obálky zrychlení vibrací
17. Crest = Crest factor = podíl g0-Peak a gRMS
18. ERP – API pro možnost čtení dat do jiných aplikací nebo webů, nastavení serveru a portu, standard 127.0.0.1:8000
19. Save = uloží aktuální měření do CSV souboru
20. Open = otevře CSV soubor a vykreslí a vypočítá hodnoty vibrací
21. Globální nastavení frekvenčního rozsahu pro měření zrychlení vibrací (v nastavení 23 se dá rozsah uložit, jinak se po novém spuštění nastaví standardní)
22. Globální nastavení frekvenčního rozsahu pro měření rychlosti vibrací (v nastavení 23 se dá rozsah uložit, jinak se po novém spuštění nastaví standardní)
23. Nastavení délky záznamu, kurzoru, odeslání dat na server
24. Vykreslení dat
25. Informační panel
  - a. Detekce poruch, výpis špiček v FFT
  - b. Po stisknutí možnost dalších nastavení, přepínání mezi zoomem, jednoduchým kurzorem, harmonickým kurzorem a počtem vzorků.



## VIBRODIAGNOSTIKA – ZÁKLADY

### Vysvětlení pojmů a zkratk:

**Acceleration** neboli zrychlení. V kontextu analýzy vibrací je zrychlení (často značené písmenem  $a$ ) míra změny rychlosti kmitavého pohybu v čase. Pokud sledujeme například stroj, konstrukci či součástku podrobenou vibracím, zrychlení nám udává, jak prudce se mění okamžitá rychlost jejího pohybu.

Zatímco výchylka říká, o kolik a kam se systém odchyluje od rovnovážné polohy a rychlost udává s jakou intenzitou a směrem tento bod mění svou polohu, zrychlení ukazuje jak prudce se tento pohyb mění. Vysoké hodnoty zrychlení obvykle indikují intenzivní rázy, přetížení či vysoké dynamické síly působící na konstrukci.

Zrychlení uvádíme v jednotce  $g$  nebo  $m/s^2$ .

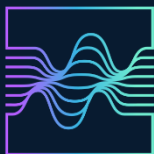
**Velocity** neboli rychlost. V kontextu analýzy vibrací je rychlost (obvykle označená  $v$ ) míra změny výchylky (polohy) v čase. Jednoduše řečeno, zatímco výchylka říká, *kde* se měřený bod právě nachází, rychlost vyjadřuje, *jak rychle a kterým směrem* se tato poloha mění.

Výchylka nám prozrazuje, zda je daný bod ve své rovnovážné poloze, nad ní, pod ní či v jiné pozici. Rychlost udává, zda se systém k této poloze vrací, vzdaluje nebo ji překračuje, a s jakou intenzitou. Pokud je rychlost kladná, pohybuje se bod v jednom směru (například nahoru nebo doprava v závislosti na zvolené soustavě). Pokud je rychlost záporná, pohybuje se opačným směrem.

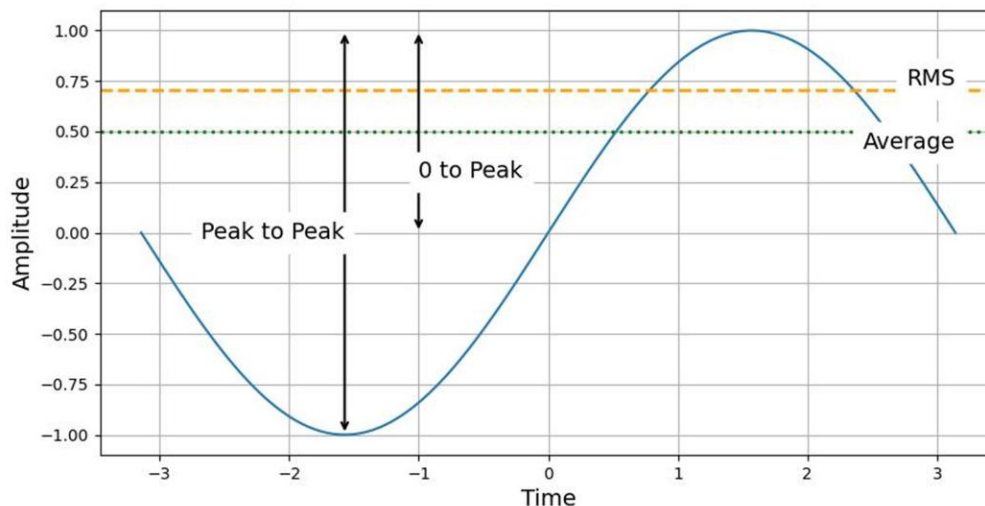
Rychlost uvádíme v jednotce  $mm/s$ .

**Displacement** neboli výchylka. V kontextu analýzy vibrací představuje výchylka (často označována jako  $x(t)$ ) okamžitou polohu bodu, součásti nebo celého systému vůči jeho výchozímu (rovnovážnému) stavu. Jinými slovy, ukazuje, o kolik a jakým směrem se daný bod odchyluje od své klidové pozice. Pokud je výchylka nulová, znamená to, že je bod právě v rovnovážné (výchozí) poloze. Kladná výchylka značí, že se bod nachází na jedné straně od rovnovážné polohy (např. nahoru, doprava či směrem ven), záporná výchylka znamená odchýlení v opačném směru.

Výchylku uvádíme v jednotce  $\mu m$ .



### RMS, 0-Peak, Peak-Peak, Average



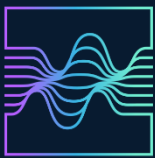
**RMS** je mírou energie signálu a odpovídá ekvivalentní stejnosměrné hodnotě, která by měla stejný účinek (např. tepelný nebo výkonový) jako analyzovaný střídavý signál. U vibrací dává RMS lepší představu o „intenzitě“ kmitání než jednoduché maximum či průměr.

**0-Peak** je to maximální okamžitá hodnota signálu od nulové úrovně k nejvyšší dosažené špičce. Význam: 0-Peak hodnota vyjadřuje největší amplitudu (špičku) ve směru „nahoru“ nebo „dolů“ od nulové osy. Pro symetrický sinusový signál je 0-Peak hodnota rovna amplitudě sinusovky.

**Peak-Peak** je rozdíl mezi maximální kladnou a maximální zápornou špičkou signálu. Peak-to-Peak hodnota tedy říká, jak velký je celkový rozsah (rozkmit) signálu od nejnižší hodnoty po nejvyšší. Například pro sinusový signál s amplitudou  $A$  je Peak-to-Peak hodnota  $2xA$ .

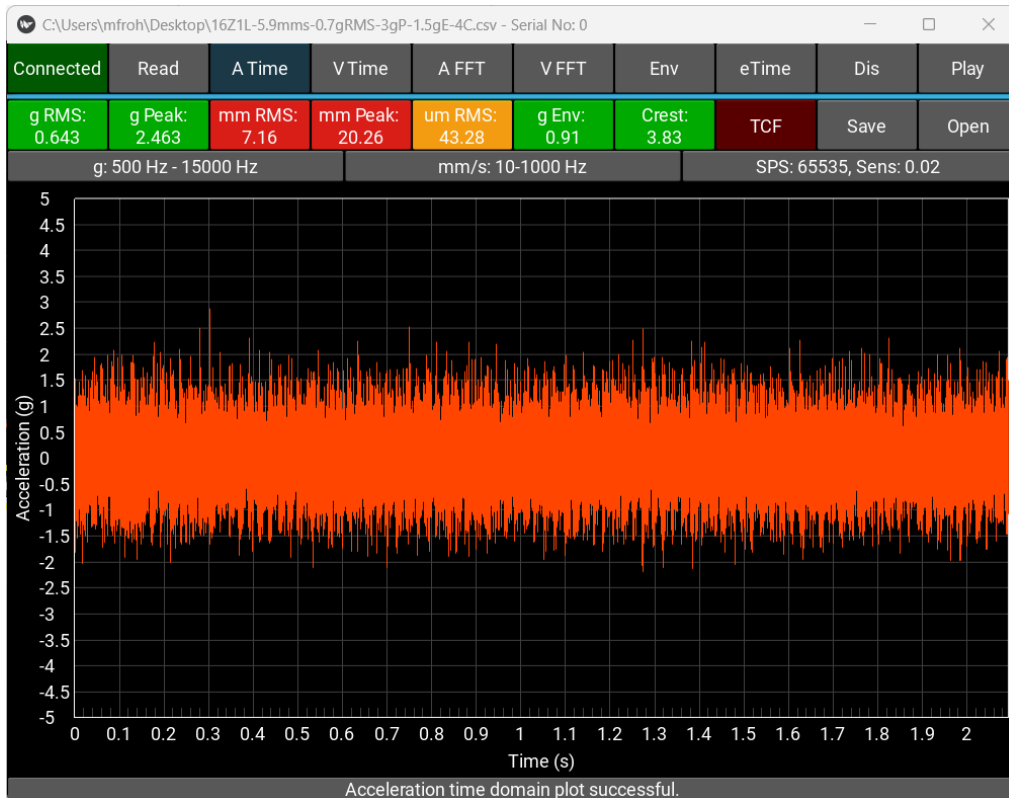
**Average** je prostý aritmetický průměr všech naměřených hodnot signálu v čase. Pokud je signál symetrický kolem nuly (například ideální sinusovka), jeho průměrná hodnota přes jednu celou periodu je nulová. V takovém případě průměr neposkytuje informace o velikosti kmitání, ale u nesymetrických signálů může být průměr důležitý (např. v případě vibrací s DC posunem či jednosměrných deformací).

**Time domain plot** neboli časový záznam vibrací je grafické znázornění signálu v závislosti na čase. Na vodorovné ose se vždy vykresluje čas ( $t$ ) a na svislé ose veličina, kterou sledujeme (například napětí, rychlost, zrychlení, výchylku, nebo jiné parametry). Pokud měříte například chvění stroje, time domain plot vám ukáže, jak se měřený signál (např. zrychlení) mění v průběhu času. Uvidíte tak, zda dochází k pravidelným periodickým změnám (např. sinusový průběh), nepravidelným skokům (rázy), postupnému nárůstu či úbytku signálu, nebo kombinaci různých jevů. Časová analýza vám umožní přímo vidět, jak se hodnoty mění v



reálném časovém sledu. Je užitečný pro identifikaci událostí, které nastávají v čase (spuštění stroje, náhlé prudké změny, přechodné jevy).

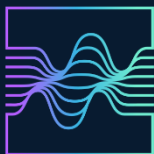
Time domain:



**FFT** je matematický nástroj, který převádí signál z časové oblasti (time domain), kde je reprezentován jako veličina v závislosti na čase, do frekvenční oblasti (frequency domain), kde je reprezentován jako spektrum složené z jednotlivých frekvencí a jejich amplitud. Když máte nějaký časový signál, například vibrace naměřené na stroji (záznam zrychlení v čase), tento signál může být velice složitý a zahrnovat kombinaci mnoha různých frekvencí. Samotný pohled na časový průběh vám nedá přímo odpověď na otázku, jaké frekvence se v něm vyskytují a s jakou intenzitou. FFT vám umožní tento signál rozložit (takzvaně "rozbalit") do jednotlivých frekvenčních složek.

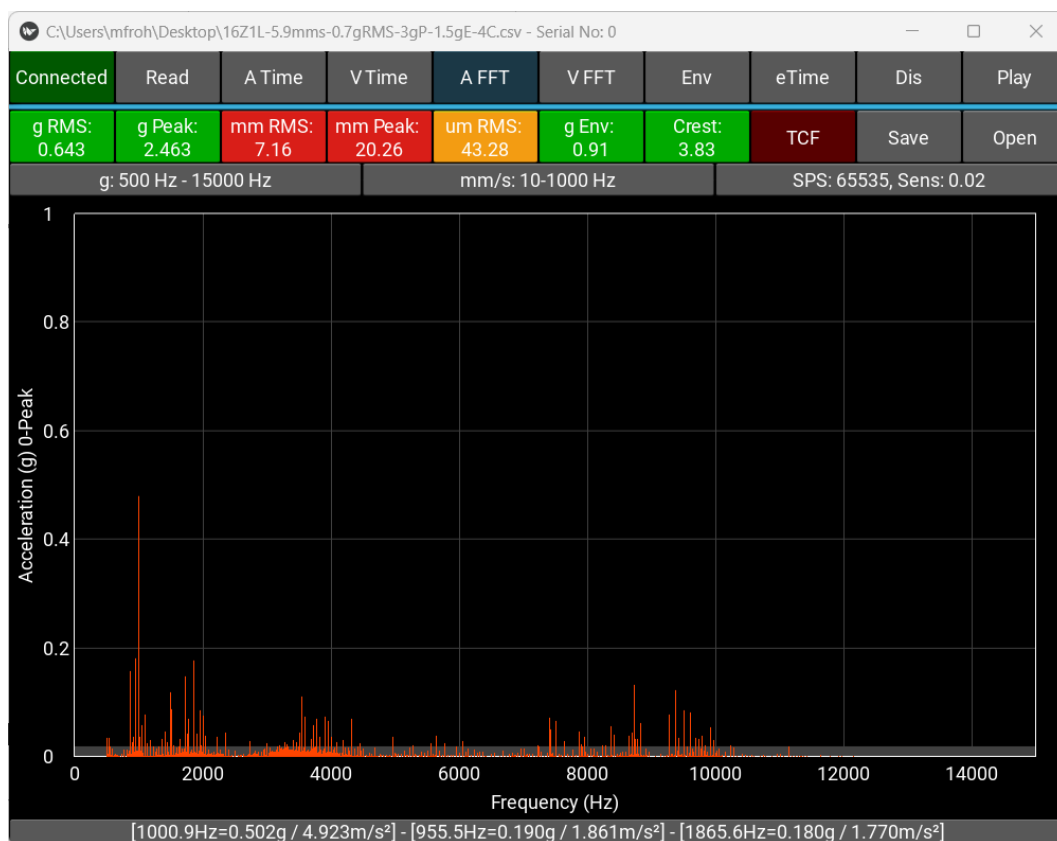
Výstupem FFT je typicky graf, kde na horizontální ose je frekvence (Hz) a na vertikální ose je velikost (amplituda nebo energie) signálu v této frekvenci.

Díky tomu snadno identifikujete dominantní frekvence, rezonance, periodicky se opakující jevy, rušení na určitých frekvencích, a další charakteristické znaky signálu.



Ve vibrační diagnostice strojů FFT pomáhá určit, které mechanické součásti generují vibrace. Například pokud ve spektru najdete výrazný peak (špičku) na frekvenci odpovídající otáčkám rotoru, můžete usoudit, že problém je např. neváha.

FFT:



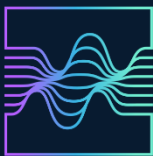
### Detailní popis funkcí a měření VIBE APP:

#### 1) Připojení zařízení

Pokud je na tlačítku 1 Connected, pak je zařízení připojeno. Pokud dojde během měření k odpojení, bude na tlačítku No device. Znovu připojte zařízení a stiskněte tlačítko. Tím se dostanete na obrazovku připojení a po stisknutí Scan USB Device postupujte jako obvykle. Pokud je problém s připojením, zavřete aplikaci, připojte znovu VIBE ANALYZER a připojte znovu.

#### 2) Read – čtení dat z analyzátoru

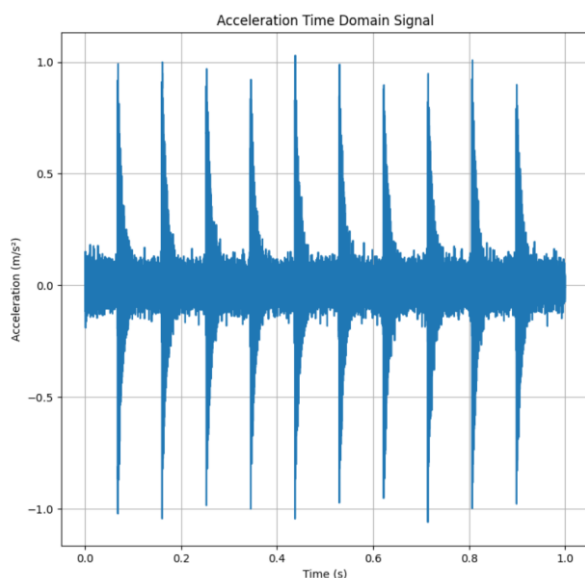
Pokud je analyzátor připojen, tlačítko je šedé. Pokud ho stiskneme, začne čtení dat, Tlačítko je zelené s textem Reading. Základní vykreslení je Acceleration Time Domain, tzn. časový záznam zrychlení vibrací.



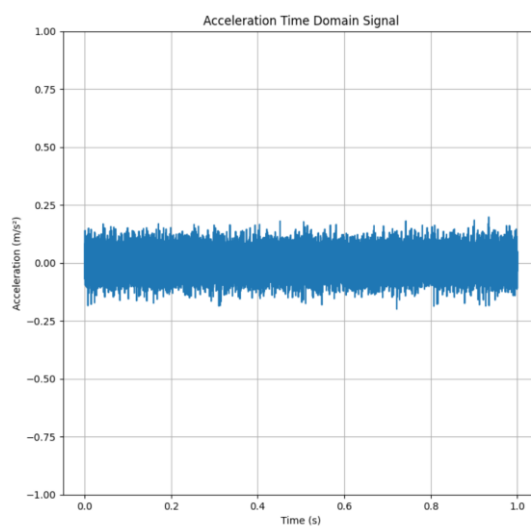
### 3) A Time – Acceleration Time – Časový záznam zrychlení

Amplituda zrychlení je v jednotkách g. Jedná se o surová data, která jsou ve frekvenčním rozsahu 10–15000 Hz. V tomto frekvenčním rozsahu můžeme vidět jak mechanické problémy (vidíme např. sinusoidu) tak i vysokofrekvenční problémy ložisek. Tento problém je ale z časového záznamu vyčíst složitější. Např. by mohlo být na modulační frekvenci, tzn. např. při otáčkách 1500, což je 25 Hz = 25 špiček na sinusovce, další sinusoida např. s frekvencí 200 Hz, a to by mohlo být poškození ložiska. Všeobecně ze zrychlení používá pro vysokofrekvenční rozsahy k detekci poškození ložisek.

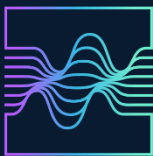
Např. takto může vypadat časový signál zrychlení s poškozeným ložiskem:



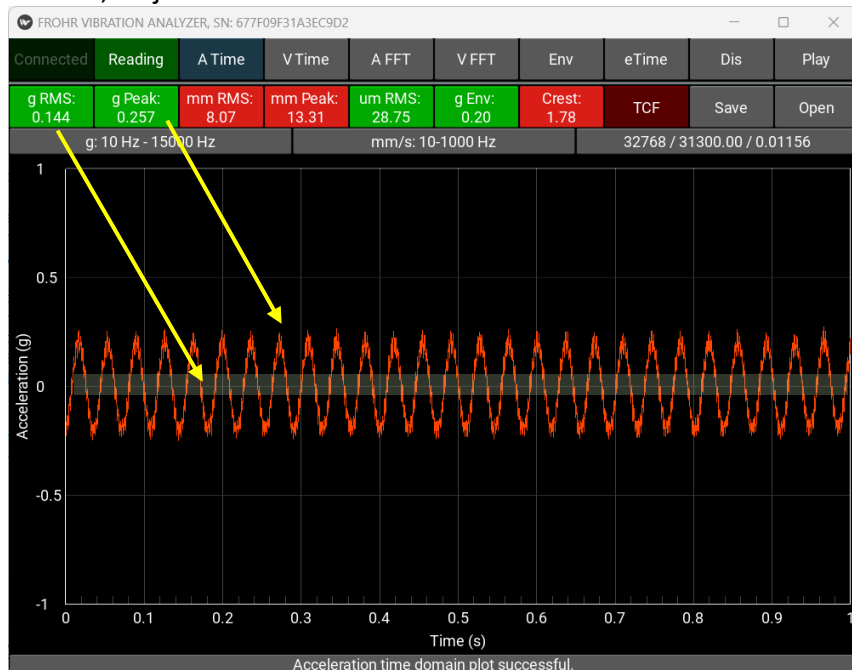
Takto normální signál bez viditelných poruch ložiska:



Pro vykreslení zrychlení a detekci poškození ložisek je vhodné použít frekvenční rozsah např. od 500 Hz, abychom odfiltrovali mechanické problémy (nevývaha, nesouosost apod.).

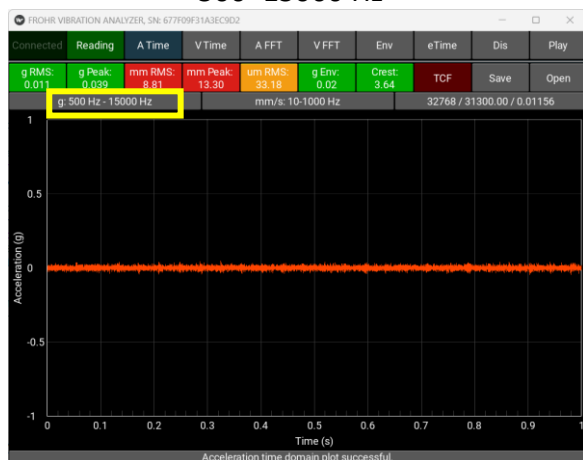


Ukázka, co je 0 – Peak a RMS:

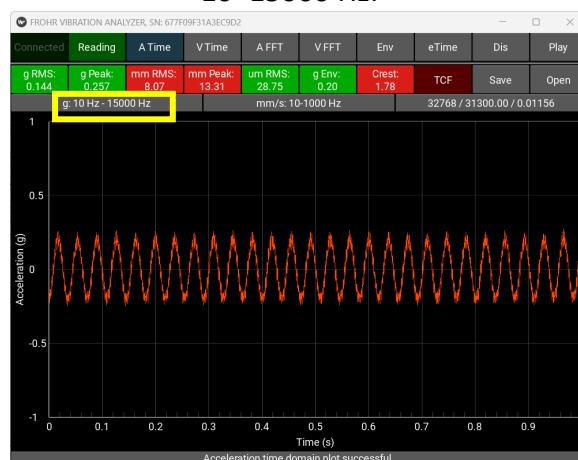


Stejný signál, různý frekvenční rozsah:

500–15000 Hz



10–15000 Hz:



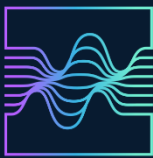
Vidíme, že hodnoty zrychlení jsou velmi malé, a tudíž se zřejmě nejedná o poškození ložisek. Až na výjimku, a to poslední fáze poškození ložiska, kdy se toto poškození projevuje i na nízkých frekvencích.

Jsou zde ale zvýšené hodnoty rychlosti vibrací v mm/s RMS a Peak – viz další bod.

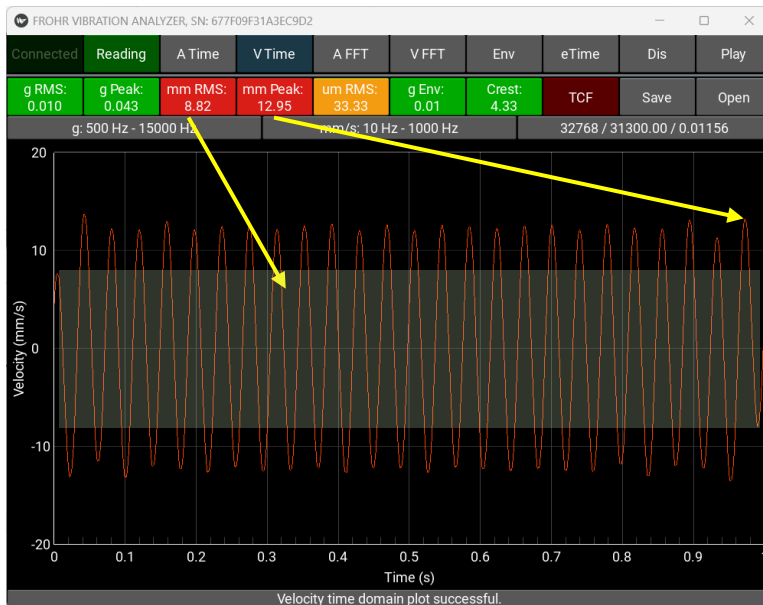
#### 4) V Time – Velocity Time Domain – Časový záznam rychlosti

Amplituda je v mm/s. Jedná se o signál zrychlení, který je integrovaný. Tzn. fázový posun o 90° a amplituda přepočtena z g na mm/s. Rychlost vibrací je obvykle ve frekvenčním rozsahu 10–1000 Hz (podle otáček stroje). Pomocí rychlosti vibrací detekujeme mechanické poruchy strojů, jako např. nevývahu, nesouosost rotoru / spojky, mechanické uvolnění. V poslední fázi poškození ložisek můžeme vidět i poruchové frekvence.





Nyní je vykreslen časový záznam rychlosti vibrací v mm/s. Vidíme téměř dokonalou sinusoidu a to nám může indikovat neváhu rotoru.



### 5) A FFT – Acceleration FFT – FFT spektrum zrychlení

FFT spektrum zrychlení je grafické znázornění, které nám ukazuje, jaké frekvence obsahuje signál zrychlení a v jaké míře (amplitudě) jsou tyto frekvence zastoupeny. Zatímco časový záznam zrychlení nám říká, jak se hodnota zrychlení mění v čase, FFT (Fast Fourier Transform) nám dovolí podívat se na stejný signál z hlediska frekvencí.

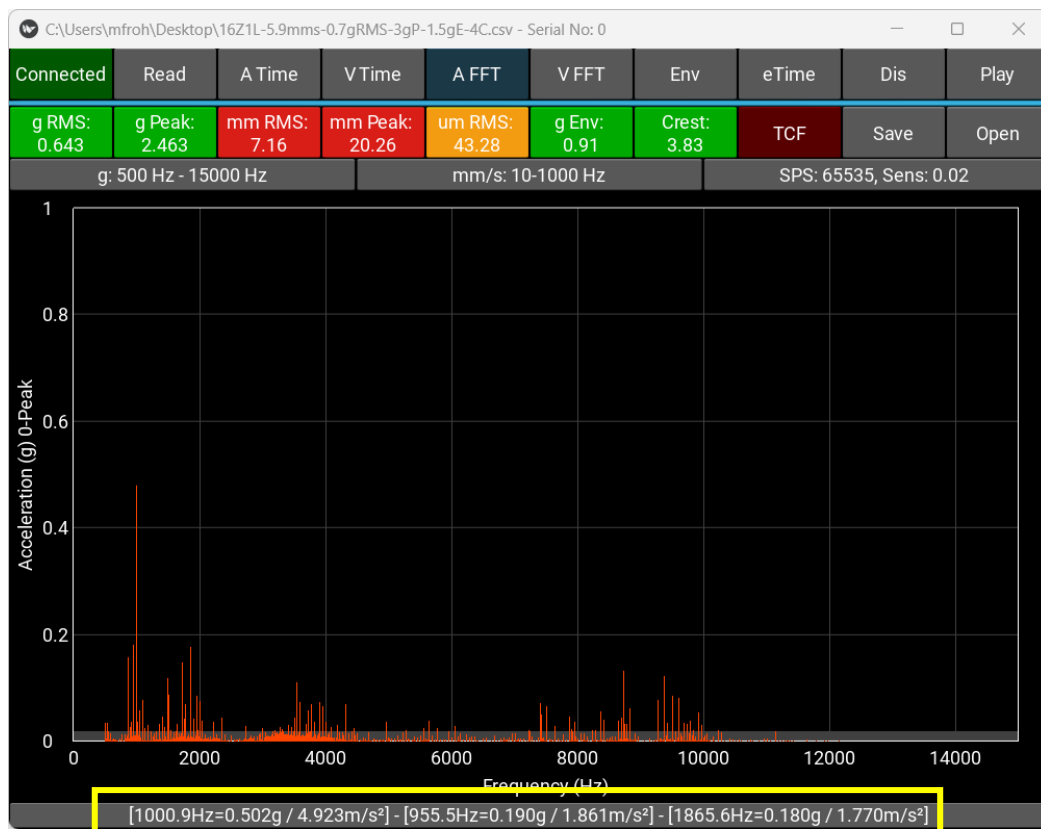
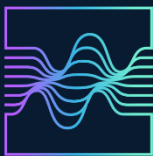
Výsledné spektrum může obsahovat:

- **Výrazný peak (špičku) na určitých frekvencích:** Například na otáčkové frekvenci stroje (1× otáčky), na frekvencích odpovídajících početním násobkům této otáčky (harmonické složky), nebo na specifických frekvencích charakteristických pro určité poruchy (např. poruchy ložisek, zubových převodů, rezonancí konstrukce).
- **Nižší amplitudy na ostatních frekvencích:** Ty představují buď šum, nebo méně významné složky vibrací.

### Co nám to říká v praxi?

Zrychlení je citlivé na vysokofrekvenční složky, a proto se používá k detekci např. raných stádií poškození ložisek či zubů v převodovce. Při analýze spektra zrychlení lze:

- Identifikovat vysokofrekvenční energie vznikající opotřebením či poškozením součástí.
- Rozlišit mezi různými typy poruch (neváha, nesouosost mají nižší frekvence; poškození ložisek a ozubení se projeví ve vyšších frekvenčních pásmech).



## 6) Velocity FFT – FFT spektrum rychlosti

FFT spektrum rychlosti je frekvenční zobrazení časového signálu rychlosti vibrací. Zatímco časový záznam ukazuje, jak se rychlost mění v čase, Fourierova transformace (FFT) rozkládá tuto změnu na jednotlivé frekvenční složky a ukazuje, při jakých frekvencích se v signálu nacházejí výrazné kmity a s jakou intenzitou (amplitudou).

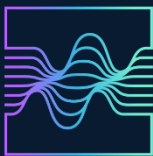
FFT rychlosti je považováno za velmi užitečný nástroj při vibrační diagnostice, protože:

Umožňuje velmi dobře vidět poruchy spojené s otáčkami stroje (např. nevývahu, nesouosost), a to často zřetelněji než při použití výchylky nebo zrychlení.

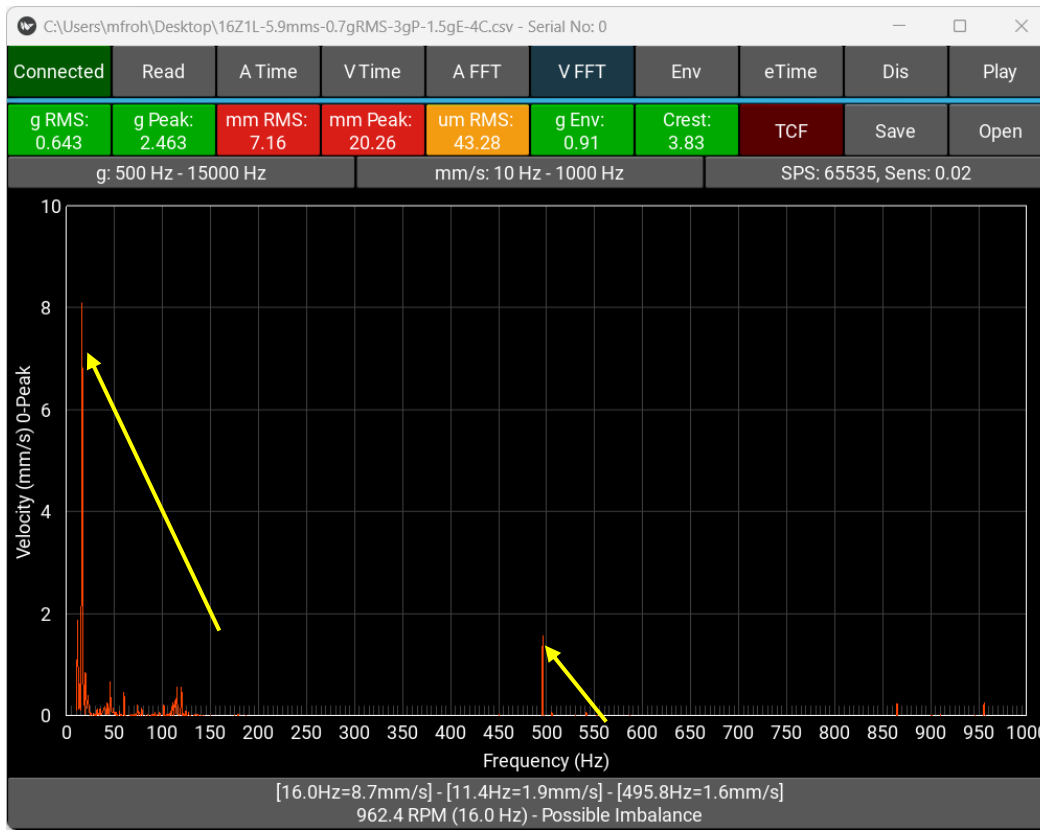
Rychlost je pro diagnostiku často považována za nejvyváženější parametr, neboť není tak citlivá pouze na vysoké frekvence jako zrychlení, a současně neztrácí informaci o energeticky důležitých středních frekvencích.

Výrazná špička (peak) na frekvenci odpovídající otáčkám rotoru nebo jeho násobkům může indikovat mechanickou nevývahu, nesouosost nebo uvolnění.

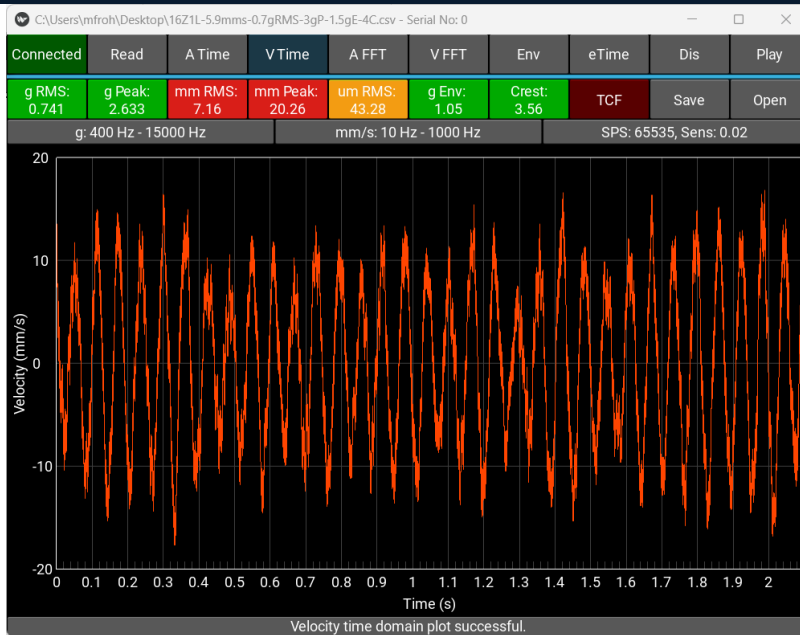
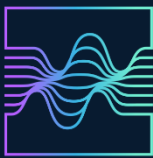
Porovnáte-li spektrum v čase (např. periodická měření), můžete sledovat, zda se objeví nové špičky, zda rostou amplitudy stávajících, nebo se posouvají. To pomáhá včas detekovat a řešit vznikající poruchy.



Zde na spektru rychlosti vidíte dominantní peak na 16 Hz. Výpočtem  $16\text{Hz} \times 60 = 960$  ot. za min. Víme, že motor se otáčí 960 rpm a tudíž nám toto spektrum indikuje možnou neváhu rotoru. Vstupuje nám tam ale i peak na frekvenci 496 Hz.



Stejně tak ale můžeme tyto frekvence vidět na časovém záznamu rychlosti:  
Celý časový usek z jednoho měření:

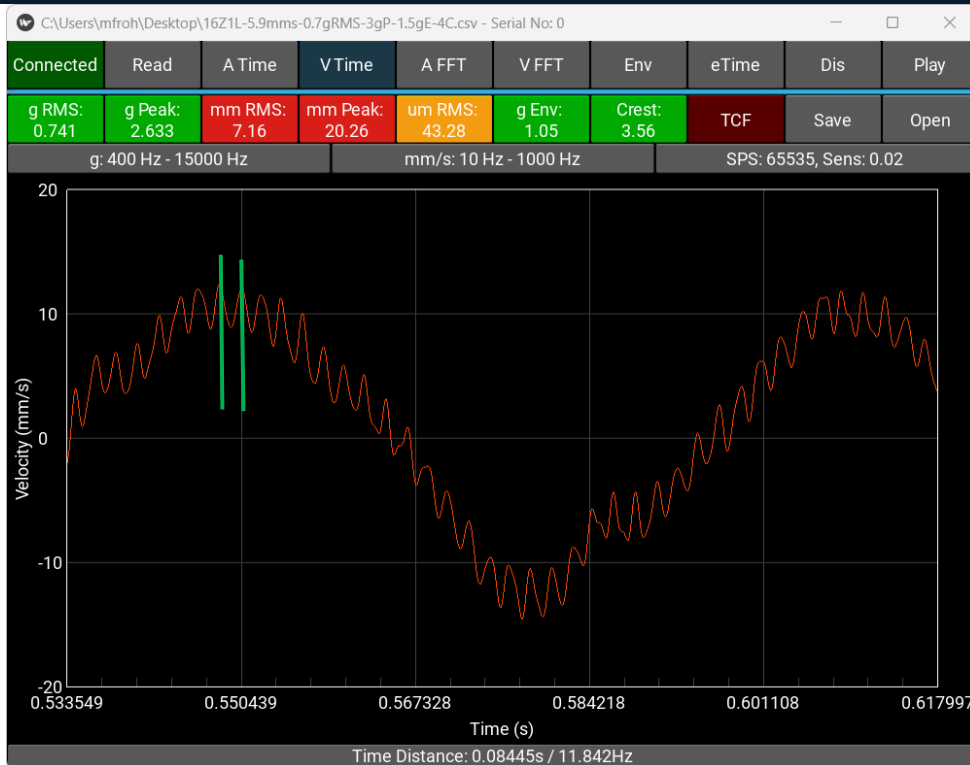
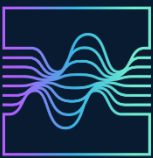


Zoom:



Zvýrazněný časový úsek je 0.0625 s. Výpočet frekvence =  $1/t = 1/0.0625 = 16$  Hz

Můžeme tam ale vidět i zmíněných 496 Hz:



Zvýrazněný časový interval 0.002016 s, tzn.  $1/t = 1/0.002016 = 496$  Hz.

### 7) Env = Enveloped spectrum = spektrum obálky

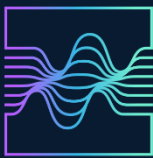
Jedná se o speciální metodu zpracování vibračních nebo akustických signálů, která pomáhá odhalit frekvence, jež nejsou na první pohled patrné v klasickém frekvenčním spektru. Zjednodušeně řečeno, místo toho, abychom sledovali samotné kmity signálu, se zaměřujeme na jeho „obálku“, tedy na pomalejší změny amplitudy kmitání, které mohou být důsledkem periodicky se opakujících rázů nebo nepravidelností.

**Detekce poškození ložisek:** V kuličkových nebo valivých ložiscích vznikají typické rázové frekvence, pokud je poškozená dráha, kulička nebo váleček. Tyto rázy mají často nízkou amplitudu a jsou „překryty“ ostatním signálem. Pomocí obálkové analýzy je můžeme jasněji identifikovat.

**Identifikace periodických dějů:** Jakékoli periodické změny amplitudy (modulace) signálu se v obálce projeví mnohem zřetelněji než v původním frekvenčním spektru.

Enveloped spectrum (obálková analýza) je způsob, jak získat z původního signálu informaci o periodických změnách amplitudy. Převádí komplikovaný vibrační signál na formu, ze které lze snadněji určit specifické poruchy mechanických částí. Tato metoda je běžně používaná v prediktivní údržbě a diagnostice točivých strojů, zejména ložisek a převodů.

Např. ložisko 22228 má poruchu vnějšího kroužku. Vypočtená poruchová frekvence je 206 Hz. Dále vidíme násobky této frekvence. Tím máme téměř jistotu, že se jedná o poškození ložiska.



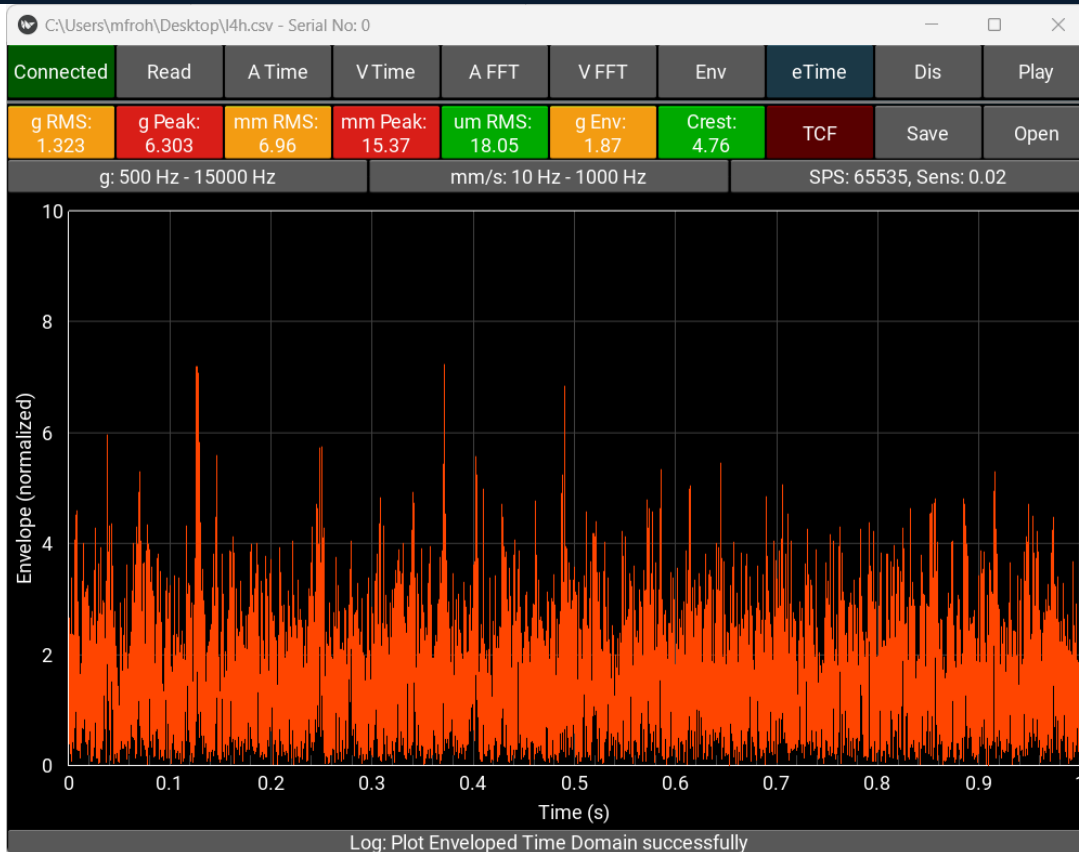
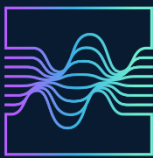
### 8) eTime – Enveloped Time Domain - Časová obálka signálu

označuje časový průběh obálky původního vibračního signálu. Místo toho, abychom pozorovali rychlé kmitání s vysokou frekvencí, soustředíme se na pomalejší změny amplitudy těchto kmitů, tedy na jejich "obal". Tento obal (envelope) zachycuje, jak se celková úroveň signálu mění v čase, a potlačuje rychlé oscilace.

Přehlednější zobrazení: Místo složitého signálu, kde je těžké identifikovat vzorce, máte jednodušší křivku, která zřetelně ukazuje nárůsty a poklesy amplitudy.

Detekce periodických poruch: Periodické změny v obálce (např. impulsy v pravidelných časových odstupech) mohou poukazovat na konkrétní poruchy ve stroji.

Stručně řečeno, **enveloped time domain** znamená dívat se na signál skrze „mikroskop“, který ukazuje jen „obal“ amplitud bez rychlých kmitů. Tím se zvýrazní jevy, které by jinak v původním chaotickém signálu mohly zůstat skryté.



### 9) Dis – Displacement Time Domain - časová doména výchylky

představuje grafické zobrazení, jak se poloha nějakého bodu v systému (například kmitající části stroje nebo konstrukce) mění v čase. Na svislé ose bývá výchylka (displacement) v jednotkách délky (např. mikrometry), na vodorovné ose pak čas.

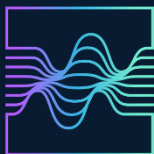
Stručně řečeno, **displacement time domain** je základním způsobem zobrazení kmitání: ukazuje, jak se bod pohybuje v čase a umožňuje snadno pochopit rozsah a charakter kmitání.

Displacement time domain dobře ukazuje nízkofrekvenční charakteristiky pohybu, „pomalejší“ houpavé pohyby a velké odchylky.

Pomáhá zjistit maximální vychýlení (amplitudu) a také umožňuje určit periodu kmitů (jak dlouho trvá jeden úplný pohyb tam a zpět).







**10) Play** – přehraje aktuální data z analyzátoru do reproduktoru nebo sluchátek.

Frekvenční rozsah je daný hodnotami pro zrychlení.

Přehrání signálu z analyzátoru slouží zejména k lepšímu pochopení a interpretaci zaznamenaných dat. I když máme k dispozici grafy v časové i frekvenční oblasti, samotný poslech signálu může poskytnout další užitečný pohled. K čemu tedy je poslech nahraného signálu dobrý?

#### Intuitivní rozpoznání poruch:

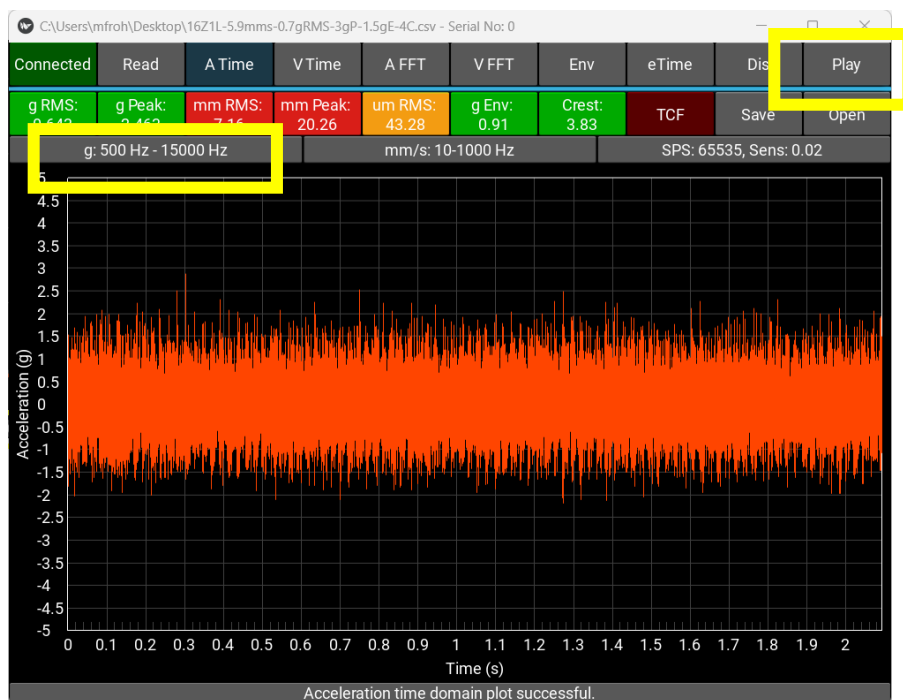
Lidský sluch je velmi citlivý a může v signálu odhalit nepravidelnosti, rázy či „podivné“ zvuky, které se z grafů nebo číselných hodnot nemusí dát snadno vyčíst. Například může jít o charakteristický zvuk poškozeného ložiska, dření, klepání či tření součástí.

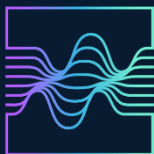
#### Lepší představa o charakteru vibrací:

Poslech umožňuje snadněji odlišit různá chování – pravidelné rytmické zvuky (nevývaha, nesouosost), nepravidelné rázy (potenciální poškození) či vysokofrekvenční „pískání“ (třeba opotřebením ložisek). Tím mohou i méně zkušené technici získat rychlý odhad povahy problému.

#### Doplňující informace k analýzám:

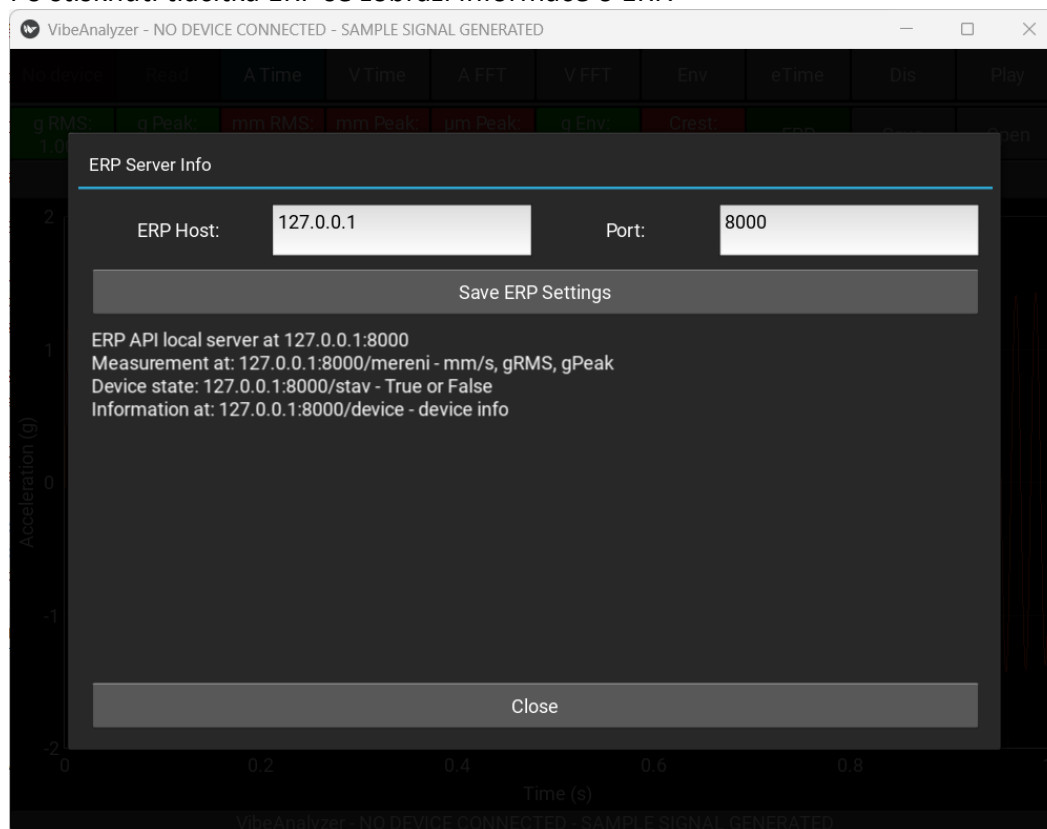
Spektrální a časové analýzy poskytnou detailní numerická data, ale poslech může nabídnout dodatečný „pocit“ a rychlou kontrolu, zda měřený signál odpovídá očekávanému chování stroje. Pokud se očekává tichý, hladký zvuk a místo toho slyšíte nepravidelné klepání, můžete rychle dospět k závěru, že něco není v pořádku.





## ERP API nastavení:

Po stisknutí tlačítka ERP se zobrazí informace o ERP.



Nyní běží služba na pozadí a okno je možno zavřít. Tlačítko ERP bude zelené.  
Jedná se o lokální server na adrese 127.0.0.1:8000

Měření vibrací probíhá po aktualizaci 127.0.0.1:8000/mereni – pokud nějaká externí aplikace přistoupí k této adrese, dojde automaticky k načtení dat z analyzátoru, výpočtu a zaslání hodnot. Hodnoty jsou ve formátu [{"mm": 0.0,"g": 0.00,"peak": 0.00}]. Hodnota mm je mm/s RMS, g je RMS a peak je g 0-Peak.

Stav zařízení (připojeno / nepřipojeno) je na adrese 127.0.0.1:8000/stav a je ve formátu {"stav": true} nebo {"stav": false}

Informace o zařízení je na adrese 127.0.0.1:8000/device a to ve formátu: {"device\_name": "Device Name", "serial\_ready": true,"SPS": 00000,"Sensitivity": 0.0000}