



Webinár

Dynamické testovanie točivých strojov za prevádzky



Predstavenie autora prezentácie



Viac ako 30 ročné skúsenosti
v oblasti servisu, údržby a
diagnostiky motorov a
technického poradenstva pre
produkty spoločnosti Baker.

Mike Herring

Regional Sales Manager for Megger Baker

Northern Europe, Russia/CIS, Middle East &
Southern Africa

Email Address:

michael.herring@megger.com

Tel.:

+44 779 5052458

LinkedIn URL:

[linkedin.com/in/michael-herring-89184118](https://www.linkedin.com/in/michael-herring-89184118)

Predstavenie prednášajúceho



Ing. Róbert Madarász

Megger s.r.o., Bratislava

robert.madarasz@megger.com

Tel: +421 903 458 168

26 ročná prax v oblasti meracej a diagnostickej techniky pre energetiku a priemysel. Od roku 1994 pracoval pre spoločnosť sebaKMT s hlavným zameraním na techniku pre skúšanie, diagnostiku a lokalizáciu porúch na kábloch. Neskôr v rámci firemnej skupiny Megger mal na starosti celé produktové portfólio Megger pre slovenský trh.

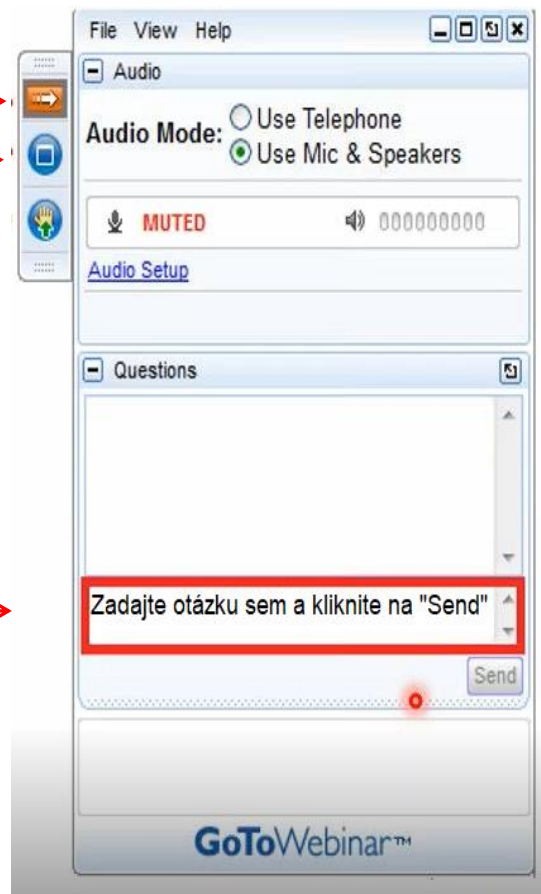
V poslednom období sa špecializuje na problematiku diagnostiky točivých strojov a diagnostiku energetických zariadení na báze merania čiastkových výbojov.

Pošlite nám Vaše dotazy počas webináru

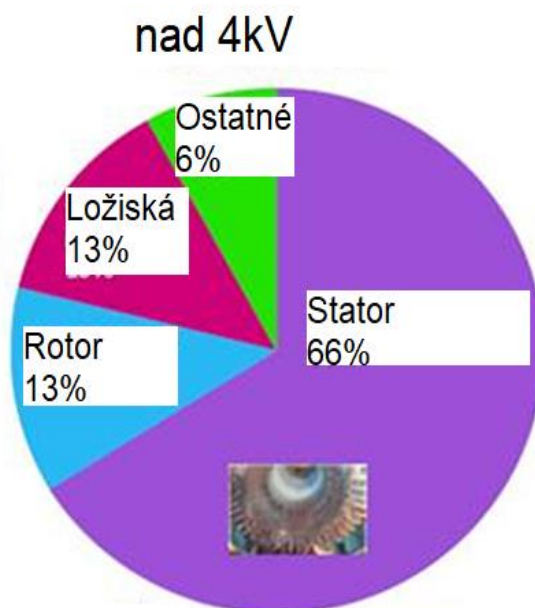
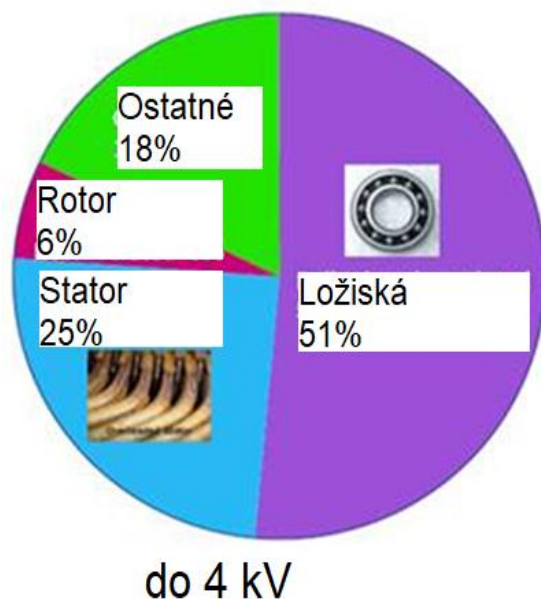
Zobraziť/ schovať ovládací panel

Zobrazenie na celú obrazovku

Zadávanie otázok



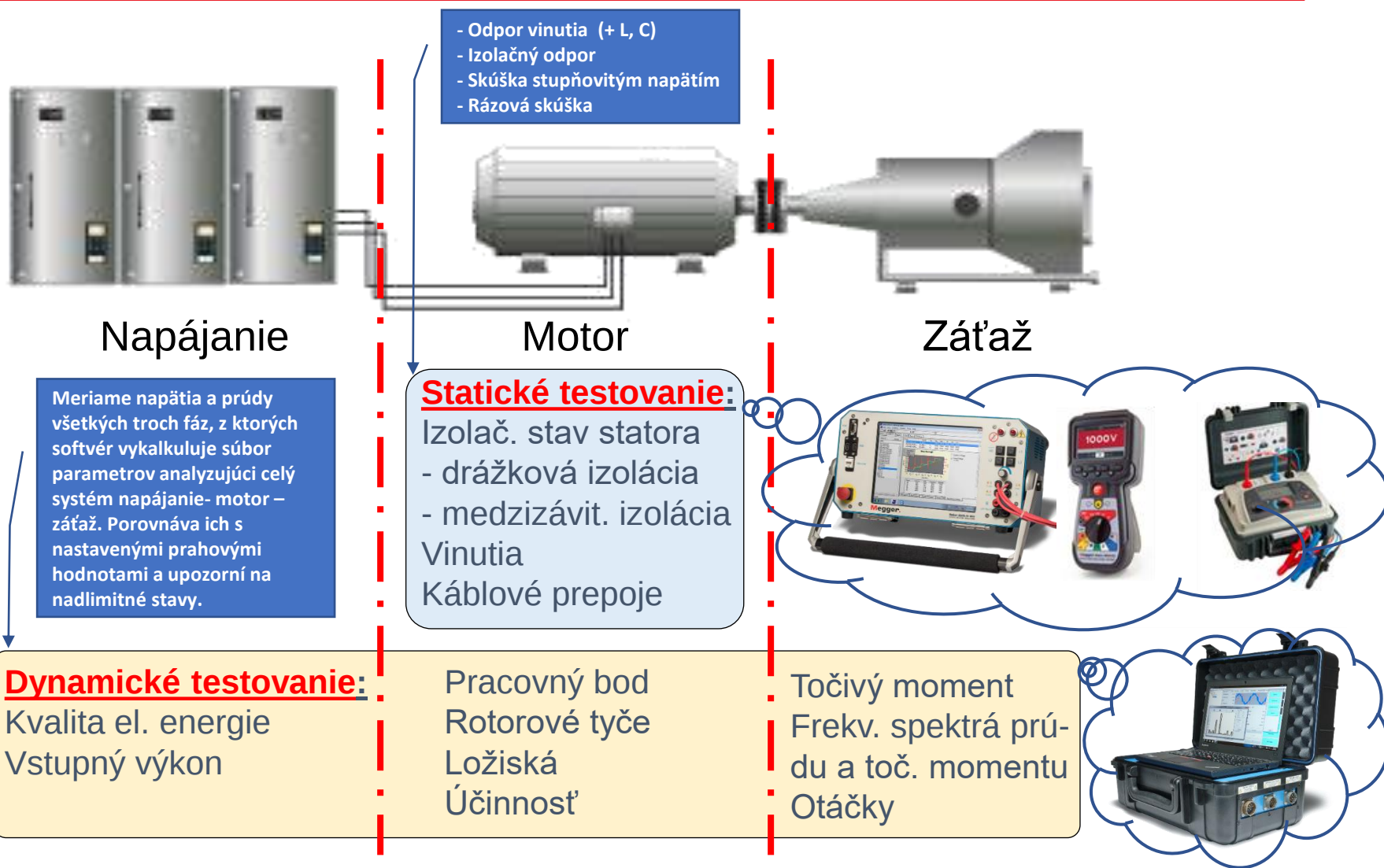
Príčiny závad elektromotorov



Zdroj:
Štúdia spoločnosti General Electric

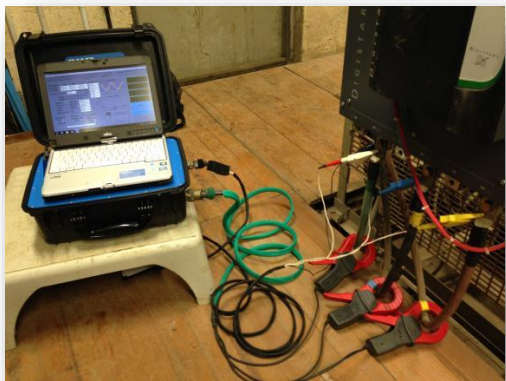
- Vibrodiagnostika nie je postačujúca! Nedetekuje veľké percento závad spôsobených izolačnými problémami statorových vinutí
=> **Statické testovanie izolačného stavu (vrátane rázovej skúšky)**
- Vibrodiagnostika, ani statické testovanie neodhalí ostatné možné anomálie spôsobujúce neoptimálne fungovanie systému napájanie – motor – záťaž (nerovnováha napätia, problémy na strane záťaže, problémy rotorových tyčí) => **Dynamické testovanie za prevádzky**

Megger Baker Instruments: Diagnostikovanie celého systému Napájanie - Motor - Zát'az



Prečo používať dynamické testovanie točivých strojov ?

- Identifikácia príčiny degradácie izolačného systému, ktorá často leží mimo samotného motora (napr. prehrievanie v dôsledku nerovnováh na strane napájania alebo záťaže)
 - Statickým testovaním izolačného stavu identifikujeme mieru samotnej degradácie (dôsledok), ale nevieme identifikovať jej príčinu. Po oprave motora sa rovnaký problém môže zopakovať.
- Pre skompletovanie celého rozsahu diagnostiky točivých strojov (vibračná analýza, statické testovanie, dynamické testovanie)
- Dáva komplexný obraz o „zdraví“ a korektnej a efektívnej prevádzke celého systému Napájanie – Motor - Záťaž



Aké stroje sa typicky analyzujú pomocou dynamického testovania

- Vhodné pre všetky 3-fázové NN alebo VN motory a generátory
- Kritické stroje od 3 kW doMW
- Ak prevádzkovateľ chce zvýšiť výkon/ spoľahlivosť motorov
- U neprístupných (zastavaných) strojov, kde nie je možné realizovať vibračnú analýzu.

Dynamické testovanie štandardne nie je myslené ako náhrada vibračnej analýzy, ale ako komplementárna diagnostická metóda ku

- vibračnej analýze
- statickému testovaniu izolačného stavu



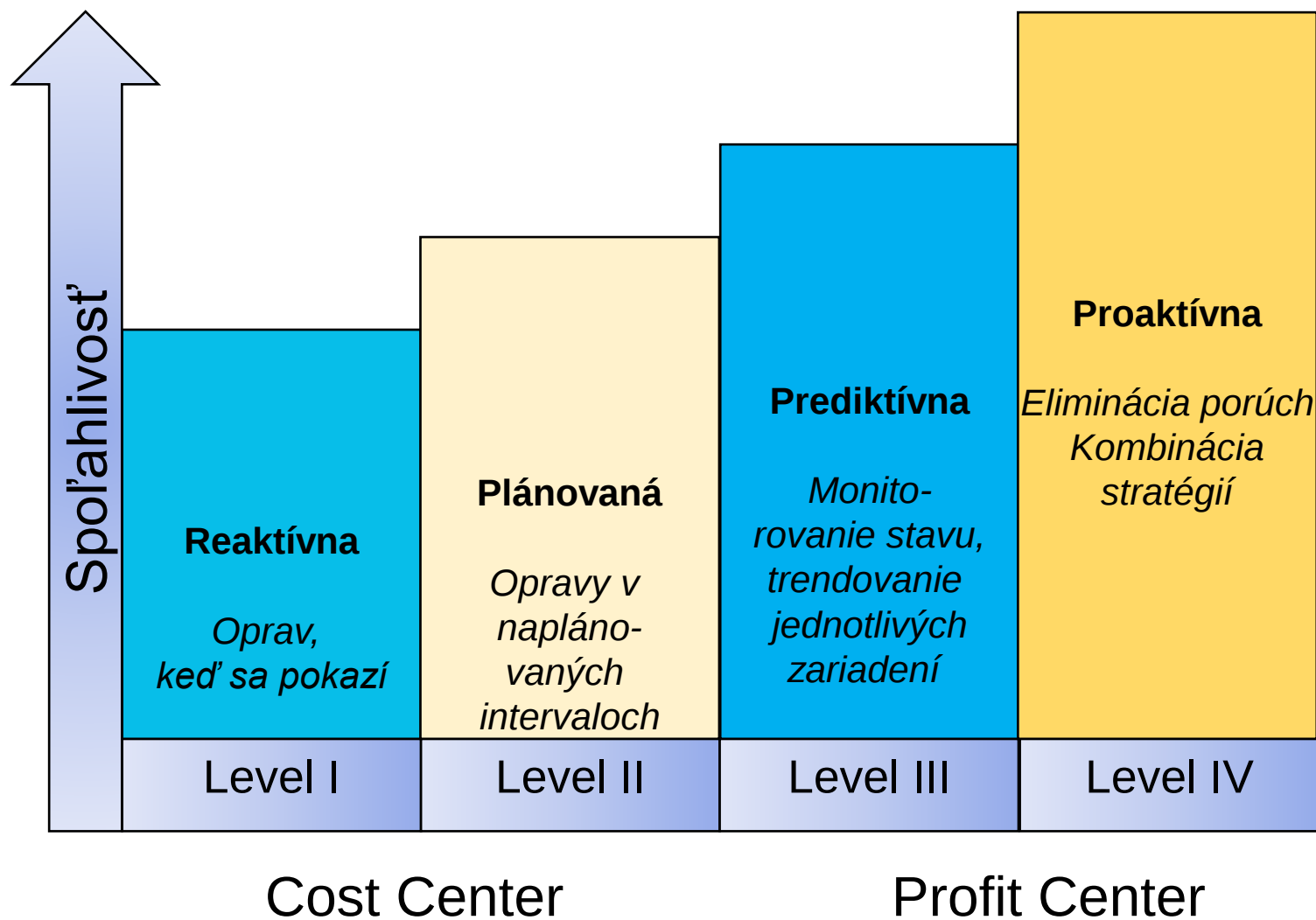
Megger[®]

1

Stratégie údržby

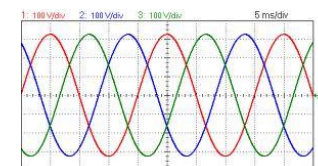
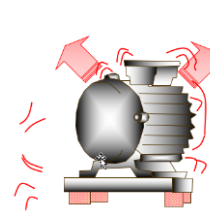
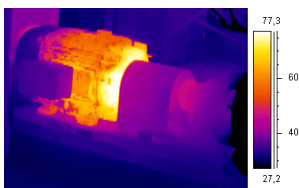


Program údržby



Metódy na diagnostikovanie točivých strojov

Testovanie	°C	Termo- grafia	Proces	Vibrácie	Elektrické (stat. a dyn.)	Analýza oleja	Hluk
Mechanická nerovnováha				✓	✓		
Nevyrov. hriadeľa	✓	✓		✓	✓	✓	
Závady ložísk	✓	✓		✓	✓	✓	✓
Prevodovka				✓		✓	✓
Kavitácia				✓	✓		
Defekty rotora				✓	✓		
Izolácia stator. vinutia					✓		
Výkon			✓		✓		



■ Analýza kvality elektrickej energie

- Zlé spoje, prehrievajúce sa motory, motory nepracujúce optimálne, znížená účinnosť, nevhodne prispôsobené transformátory, vadné frekvenčné meniče, nerovnováha napätia.

■ Analýza stavu motora

- Účinnosť motora, záťažové pomery motora, prehrievanie vinutí, stav rotora (rotorové tyče), excentricita, stav ložísk.

■ Analýza záťaže

- Kavitácia u čerpadiel, opotrebované lopatky, analýza okamžitého točivého momentu, analýza záťaže, zlé vyrovnanie hriadeľa/prevodu, frekvencie remeňov.



Megger[®]

2

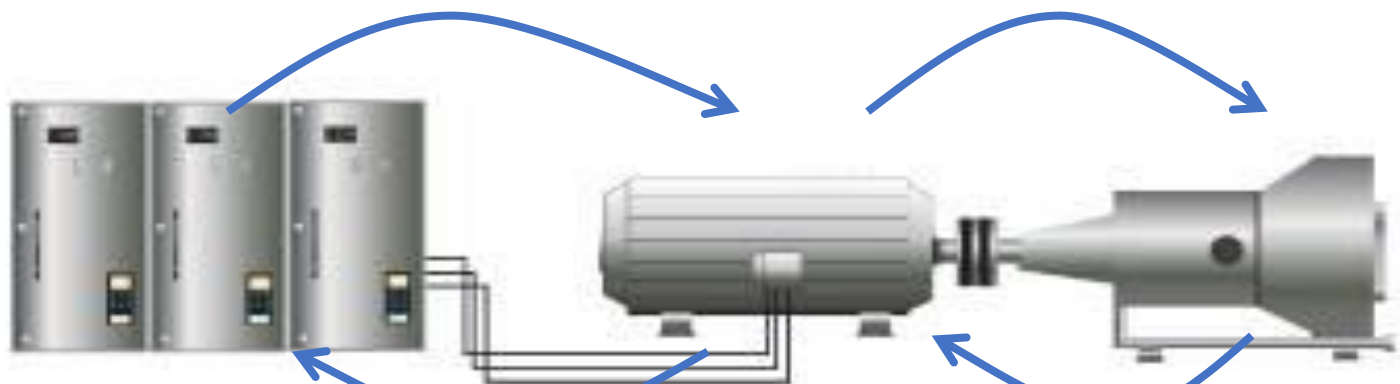
System
Napájanie- Motor - Zát'až



Interakcie v rámci systému točivého stroja

1. Frekvencia

2. Otáčky



3. Točivý moment

4. Výkon

5. Napätie

6. Prúd

Celý systém
Napájanie-Motor-
Záťaž je „viditeľný“
v **napätiach** a
prúdoch motora!

1. Frekvencia určuje **otáčky** motora
2. **Otáčky** motora určujú **otáčky** záťaže.
3. **Otáčky** záťaže určujú požiadavky na **točivý moment**
4. Požadovaný **točivý moment** určuje požadovaný **výkon**
5. Systém napájania určuje dodávané **napätie**
6. Požadovaný **výkon** určuje požadovaný **prúd** pri dodávanom **napätí**

Niektoré analyzátory merajú len prúd (Motor Current Signature Analysis)- nedostatočné!
Ak máme variácie U a $I \Rightarrow$ problém s výkonom; Ak len variácia $I \Rightarrow$ problém motora alebo záťaže.
Rovnako je dôležité analyzovať okamžitý točivý moment (zvlnenie) a nie len jeho priemernú hodnotu !

Výkon motora

P1: El. príkon na svorkách

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi$$

P2: Elektromag. výkon
prenesený na rotor

$$P_{TR} = T \cdot \Omega_s$$

P3: Mechanický. výkon
prenesený na rotor

$$P_R = (1-g) \cdot P_{TR}$$

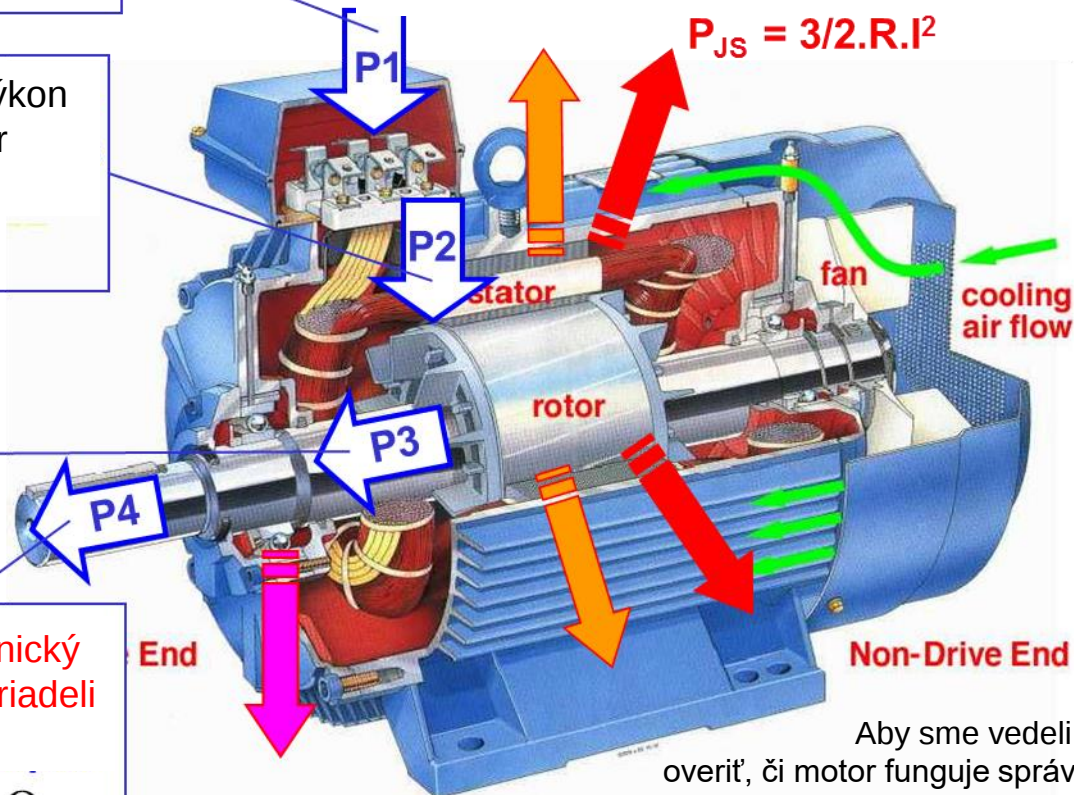
P4: Mechanický
výkon na hriadieli

$$P_U = T_U \cdot \Omega$$

Straty
v železe
(stator)

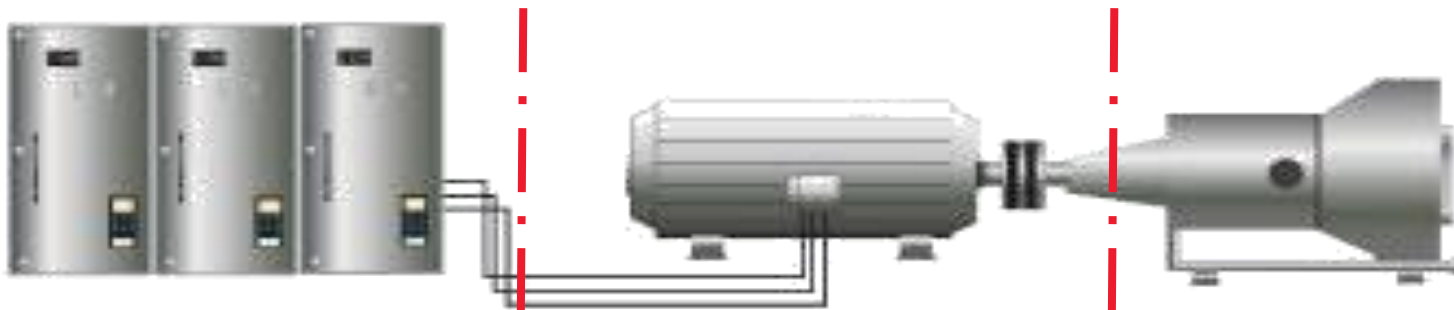
Tepelné
(joulove) straty
(stator)

$$P_{JS} = 3/2 \cdot R \cdot I^2$$



Aby sme vedeli
overiť, či motor funguje správne, je
potrebné merať **P1** a kalkulovať **P4**.
P na štítku motora je **P4**, nie **P1** !

Ktoré parametre systému Napájanie – Motor- Zát'az' je dôležité analyzovať?



Napájanie P1

- Výška napätia
- Nerovnováha napätia
- Harmonické skreslenie
- Celkové skreslenie
- Príkon
- Vyššie harmonické
- Detaily frekv. meničov (napäťové priebehy)

Motor

- Zát'až %
- Problémy rotor. tyčí
- Výška prúdu
- Nerovnováha prúdu
- Effective Service Factor
- Prevádzkové podm.
- Účinník
- Účinnosť

Zát'až P4

- Točivý moment
- Otáčky
- Nadprúd
- Nerovnováha zát'aže
- Variancia zát'aže

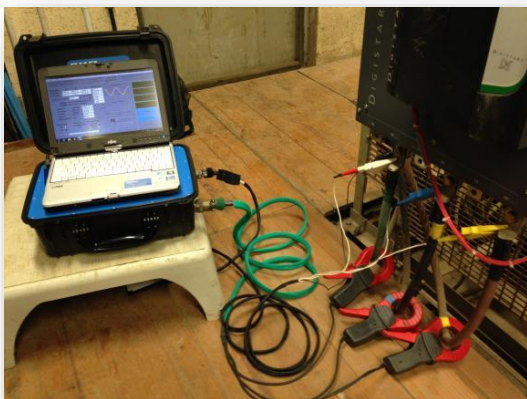
Megger[®]

3

Pripojenie dynamického analýzátora



NN motory: Pripojenie dynamického analyzátora (dodržiavať lok. predpisy !)



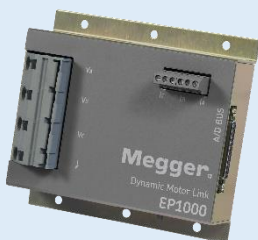
- Dynamickým analyzátorom Baker je možné testovať všetky NN motory do 1000V a VN- motory do 11kV (aj vyššie). Merať je možné na všetkých typoch štartérov.
- Pre štartéry typu hviezda-trojuholník sa meranie napätia pripája nad stykačmi.
- Pre štartéry direct online, soft štartéry alebo motory napájané z frekvenčných meničov sa meranie napätia pripája na výstupe stykačov.
- Na merenie prúdu sa používajú pevné alebo flexibilné prevodníky prúdu.
- Typicky by sa mal motor vypnúť, odpojiť od napájania a vybiť za účelom pripojenia. Pripájanie za prevádzky je možné, ak to dovoľujú miestne bezpečnostné a prevádzkové predpisy a ak sú dodržané bezpečné pracovné postupy a použité ochranné pomôcky.

VN motory: Pripojenie dynamického analyzátora

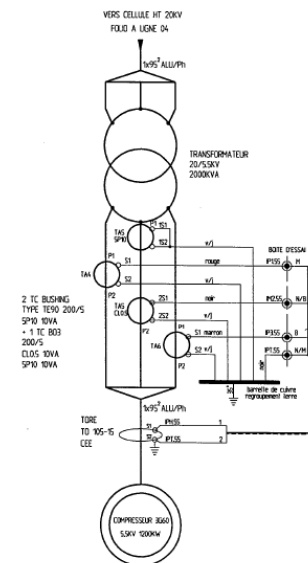
Elektrický port EP1000



EP1000 je permanentne nainštalovaný pripojovací port v motorovom rozvádzači, umožňujúci pripojenie dynamického analyzátora bez nutnosti otvárania panelu.



- VN-motory vieme merať len, ak sú k dispozícii prístrojové transformátory prúdu a napätia v paneli. Pripájame sa na sekundárnej (NN) strane (typický 110V/5A). Prevodové pomery sa zadajú do softvéru pre kalkuláciu skutočných hodnôt.
- Ak vypnutie motora nie je možné, alebo pripojenie za prevádzky nie je povolené, je možné nainštalovať tzv. pripojovací port (EP) do panelu, ktorý dáva na výstupe U, I signály cez NN-konektor a na ktorý sa napojí dynamický analyzátor.
- Je možné dodať EP pre akýkoľvek NN a VN-motor



Megger[®]

4

Analýza výsledkov dynamického testovania



Aké informácie dostávame z dynamického analyzátora Baker EXP4000 ?

Meriame 3 xU a 3x I, typicky po 60 sek. (voľne nastaviteľné) a analyzátor automaticky vykoná analýzu a vykalkuluje veľký počet parametrov rozdelených do niekoľkých sekcií:

- Kvalita elektrickej energie

Napätie, nerovnováha napätia, harmonické skreslenie, celkové harmonické skreslenie, výkon, vyššie harmonické

- Analýza motora

Payback period (doba návratnosti použitia účinnejšieho motora), effective service factor (záťaž % / NEMA % odľahčenie) , záťaž, účinnosť

- Prúd

Prúd, nerovnováha prúdu

- Spektrum prúdu a točivého momentu

Analýza mech. poškodení rotorových tyčí, U/I spektrá, demodulované spektrá

- Pripojenia

Krivky, fázorové diagramy

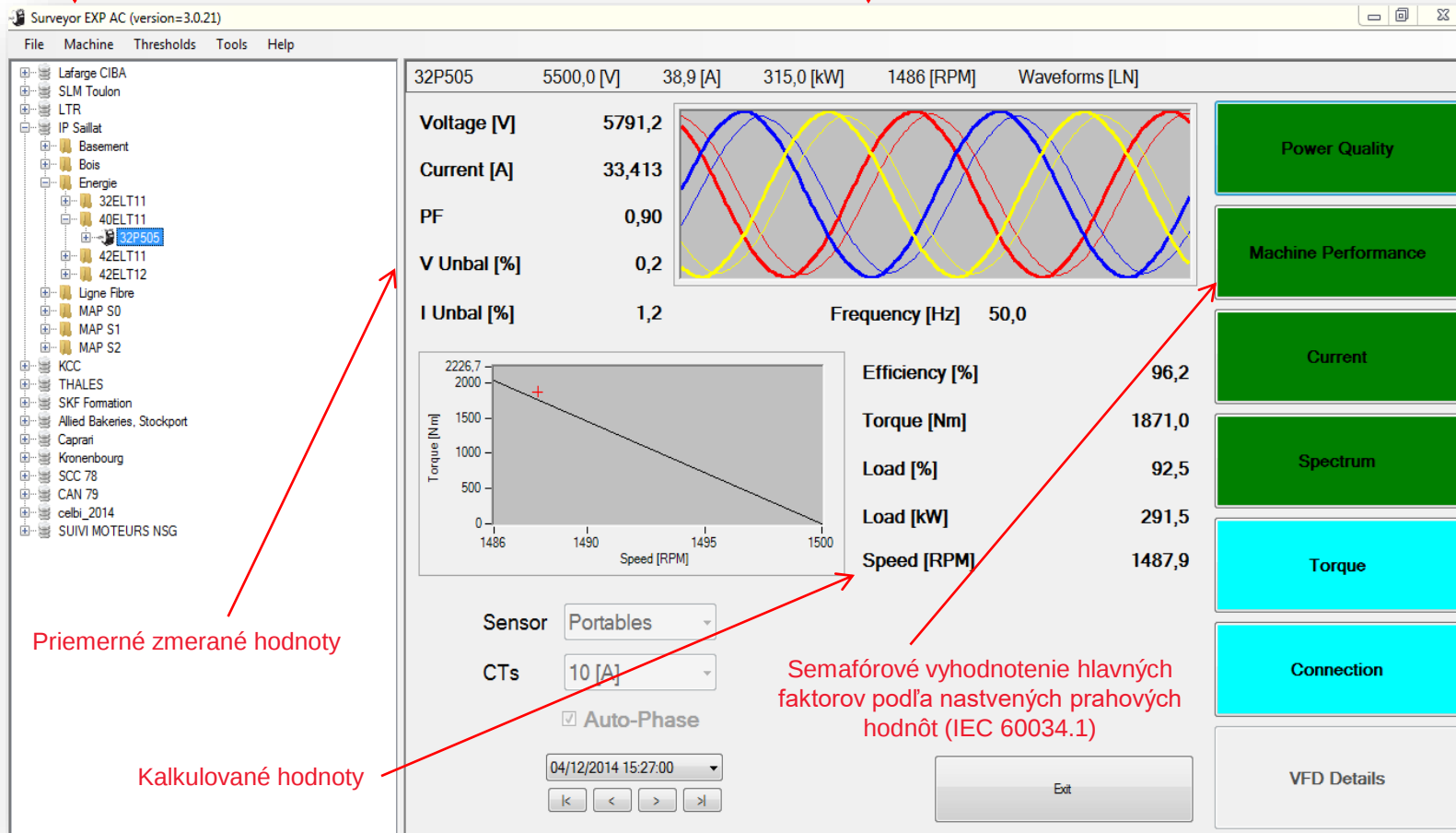
- VFD detaily (v prípade použitia frekvenčného meniča)

Točivý moment a otáčky vs. čas; frekvencia a napätie vs. čas.

EXP4000 Hlavná obrazovka výsledkov

Adresár motorovej databázy

Štítkové parametre analyzovaného motora

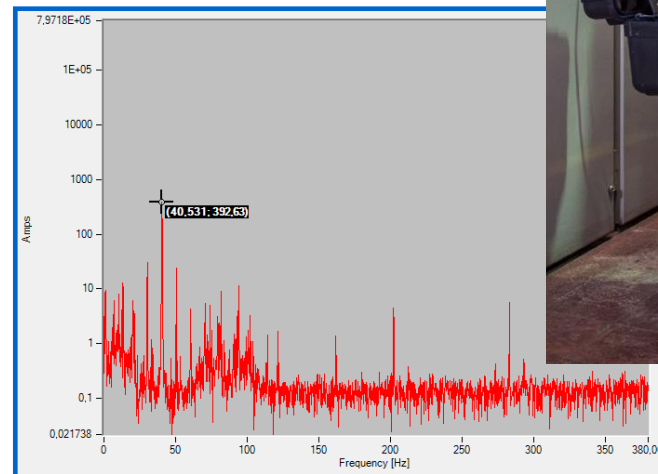


Softvér následne aplikuje odporúčané hraničné hodnoty pre jednotlivé parametre, podľa zvolenej normy (IEC 600 34.1 - Točivé elektrické stroje. Časť 1: Menovité údaje a vlastnosti) a indikuje nadlimitné stavy.

Megger

Prípadové štúdie

Praktické príklady závad odhalených
na základe dynamického testovania motorov



Prípadová štúdia 1

400kW motor v papierňach



Prípadová štúdia 1: 400kW motor v papierňach- analýza záťaže (zvlnenie a frekv. spektrum točivého momentu)

Papierne : tzv.YANKEE Cylinder (sušenie papiera pri výrobe hygienických vreckoviek) :
400V/400kW motor + prevodovka s kardánom

■ Aplikovaná stratégia preventívnej údržby (kritiký motor pre chod fabriky!) :

- Dynamické testovanie každých 6 týždňov; statické testovanie izol. stavu statora: 1 ročne
- Náklady spojené s neplánovaným výpadkom = 2000€/h.
- Čas potrebný na výmenu cylindra alebo prevodovky = 48hodín.
- Vibračná analýza: OK,
- Dynamická analýza napájania a samotného motora: OK,
- Dynamická analýza záťaže indikuje rastúci trend zvlnenia točivého momentu (torque ripple: z 13% na 46%) spojeného s vysokorýchlostným hriadeľom. Výsledok naznačuje možnú nerovnováhu alebo mechanický problém na strane záťaže.



Machine Properties

Name: Secheur

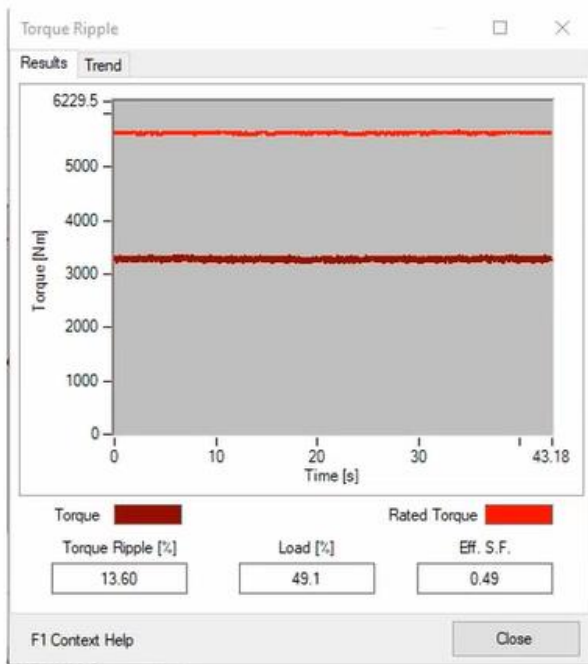
Machine Information

Power Out [hp]	536.19	Power Out [kW]	400.00
Voltage [V]	400	Speed [RPM]	745
Current [A]	713.0	Off Level [A]	0.0
Frequency [Hz]	50	☒ VFD	

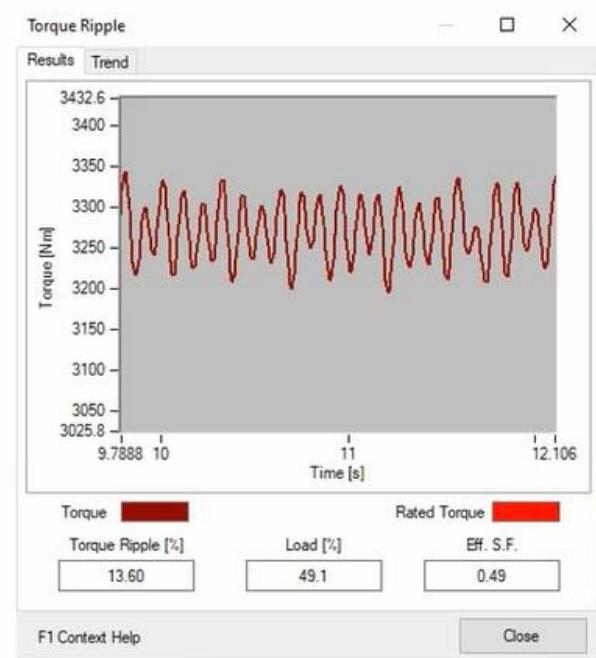
Sensor Ratios

Prípadová štúdia 1: 400kW motor v papierňach- analýza záťaže (zvlnenie a frekv. spektrum točivého momentu)

Papierne : tzv.YANKEE Cylinder – miešajúci celulózu- 400V/400kW motor
+ prevodovka s kardánom



zoom



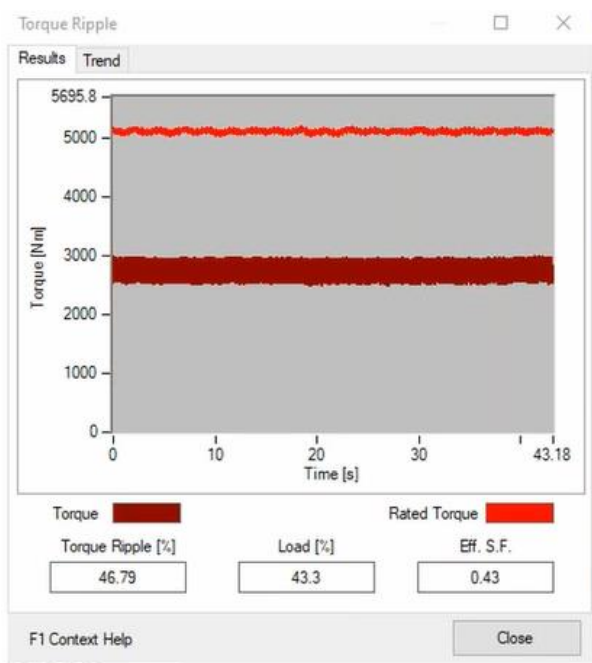
Analýza záťaže- zvlnenie točivého momentu (torque ripple):

Pôvodný bezporuchový stav:

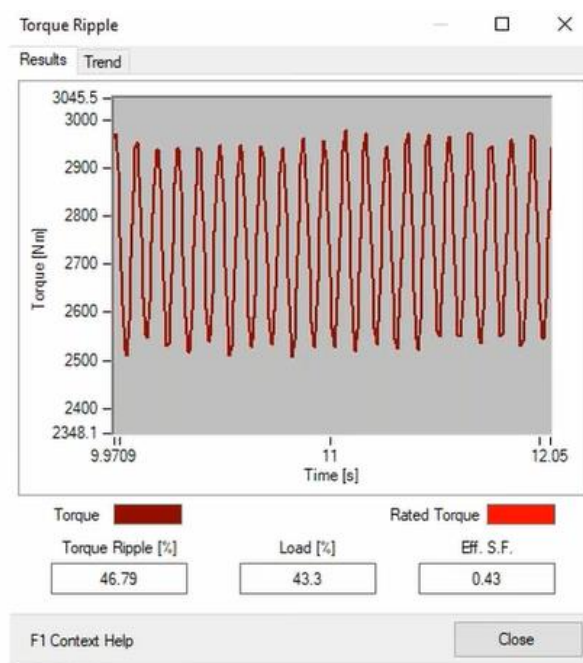
- zvlnenie 13%;
- fluktuácia točivého momentu ~ 115 Nm

Prípadová štúdia 1: 400kW motor v papierňach- analýza záťaže (zvlnenie a frekv. spektrum točivého momentu)

Papierne : tzv.YANKEE Cylinder – miešajúci celulózu- 400V/400kW motor
+ prevodovka s kardánom



zoom



Zmenený stav odhalený dynamickou analýzou :

-zvlnenie točivého momentu: **47%** (pôvodne 13%)

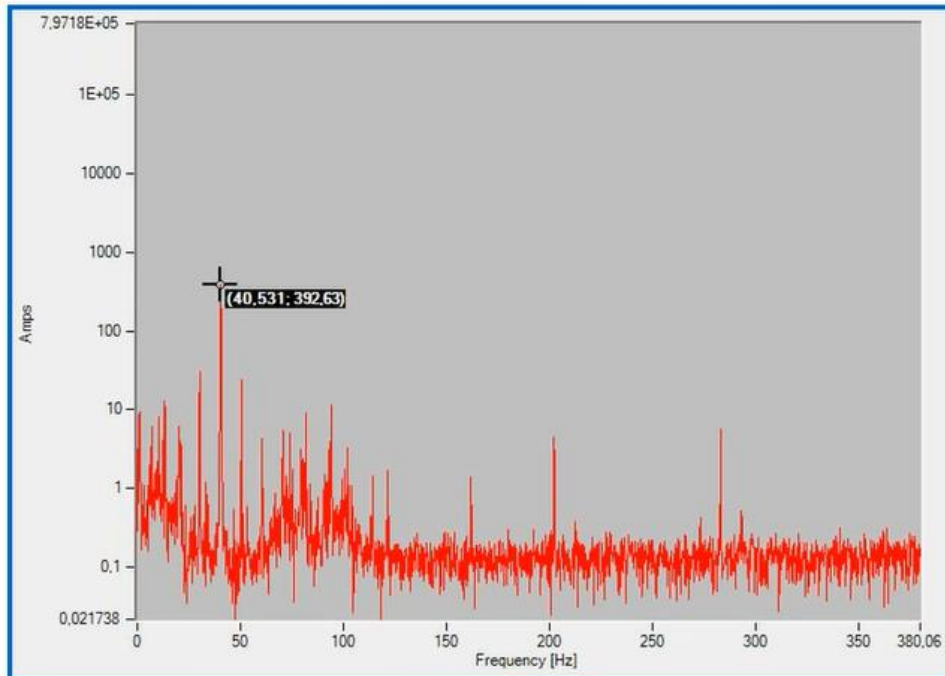
-fluktuácia točivého momentu ~ **500 Nm** (pôvodne 115 Nm)

Všetky ostatné ukazovatele (vibračná analýza, kvalita el. energie, analýza motora): OK

=> naznačuje to problém na strane záťaže

Prípadová štúdia 1: 400kW motor v papierňach- analýza zát'aže (zvlnenie a frekv. spektrum točivého momentu)

Papierne : tzv.YANKEE Cylinder – miešajúci celulózu- 400V/400kW motor + prevodovka s kardánom



Frekvenčné spektrum točivého momentu:

- postranné pásma 10Hz okolo sieťovej frekvencie 40Hz (napájané z frekvenčného meniča) sú spojené s vysokorýchl. hriadeľom (hriadeľ motora/ kardán/ vstupný hriadeľ prevodovky) => Príznak mech. nerovnováhy, mech. vôľa alebo zlé vyrovnanie hriadeľa
- 1. Skontrolovali kardán: OK; 2. Skontrolovali ložiská motora: vibrácie OK;
- Odporúčanie: Skontrolovať vysokorýchlostný hriadeľ počas ďalšej odstávky

Prípadová štúdia 1: 400kW motor v papierňach- analýza záťaže (zvlnenie a frekv. spektrum točivého momentu)

Papierne : tzv.YANKEE Cylinder – miešajúci celulózu- 400V/400kW motor + prevodovka s kardánom

Po otvorení prevodovky zistili zaseknutie ložiska s axiálnym pohybom (kvôli tepelnej expanzii)



Počas 4 hodinovej odstávky sa podarilo identifikovať závalu a vymeniť ložisko.

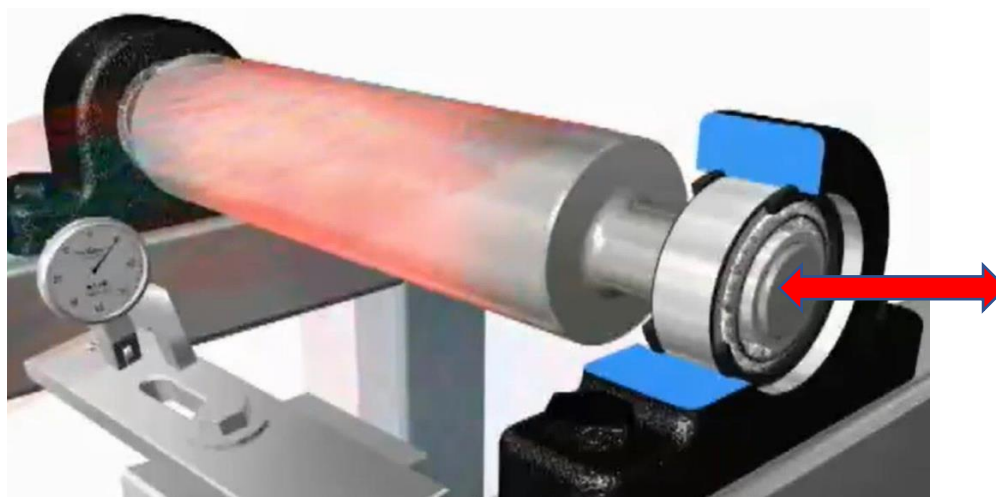
- Náklady na odstávku a opravu: 10 000,- EUR (4 hod. odstávka, plus výmena ložiska)
- Náklady pri neplánovanom, nekontrolovanom výpadku (celková výmena cylindra alebo prevodovky; časová náročnosť 48 hod.): 96 000,- EUR

Vďaka meraniu 3-fázového napätia a prúdu a dynamickej analýze sa podarilo odhaliť mechanickú závalu na strane záťaže a ušetriť náklady vo výške 86 000,- EUR.

Prípadová štúdia 1: 400kW motor v papierňach- analýza záťaže (zvlnenie a frekv. spektrum točivého momentu)

Papierne : tzv.YANKEE Cylinder – miešajúci celulózu- 400V/400kW motor + prevodovka s kardánom

Po niekoľkých mesiacoch sa firma rozhodla spraviť ďalšiu odstávku a preventívne vymeniť ložisko za tzv. CARB ložisko (hýbe sa axiálne len ložisko v púzdre, nie aj samotné púzdro)



Z Prediktívnej údržby (včasné odhalenie závady, zamedzenie výpadku)=> do Proaktívnej údržby (preventívne opatrenia pre zamedzenie opakovania identifikovaných závad) .

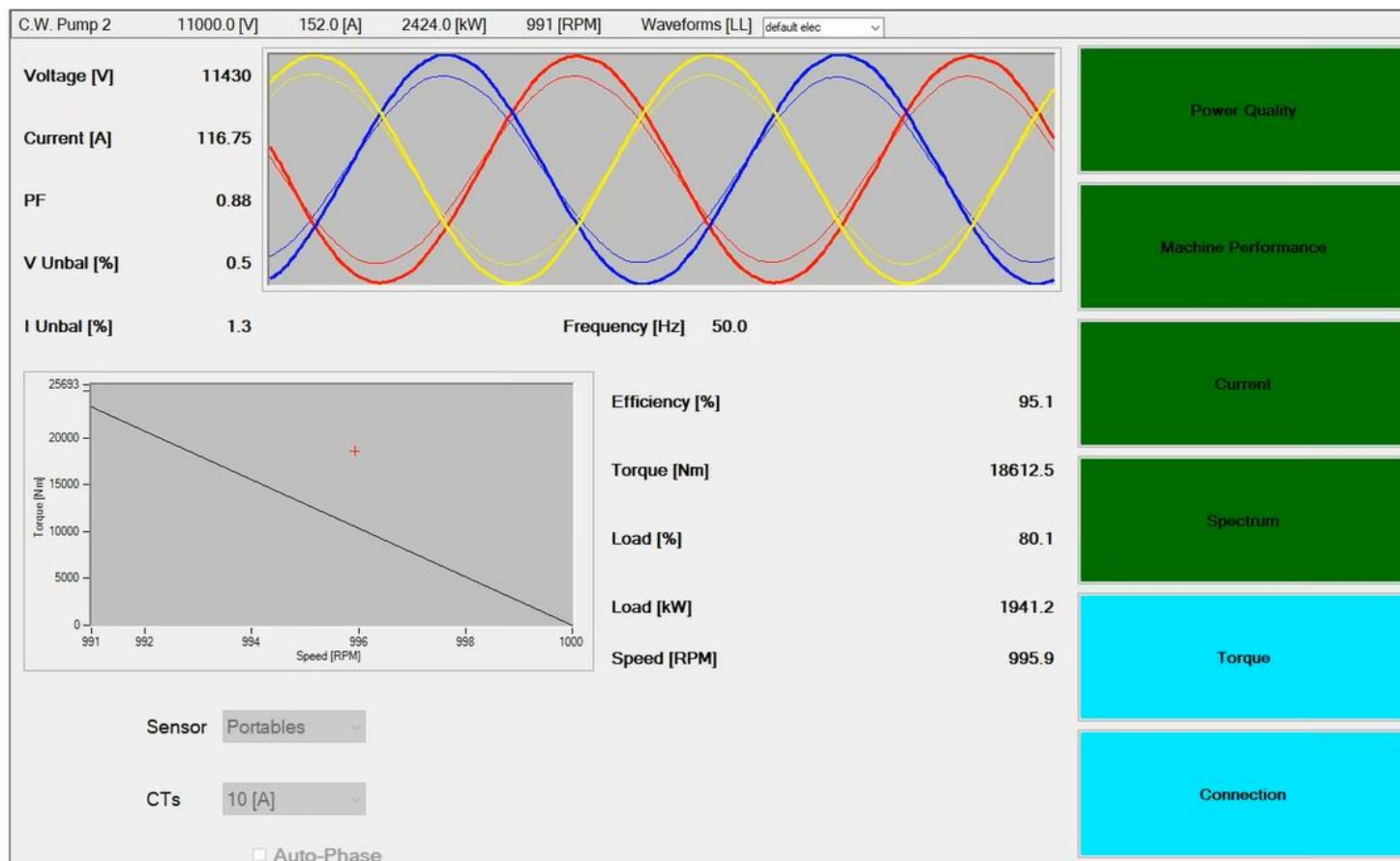
Prípadová štúdia 2

11kV/2,4MW čerpadlo chladiacej vody v elektrárni



Prípadová štúdia 2: Elektráreň v UK, 11kV/2,4MW čerpadlo chladiacej vody

Príznak: Analógový ampérmeter vykazoval „tikanie“ (fluktuácia prúdu)
Podozrenie : Mechanické poškodenie rotorovej tyče

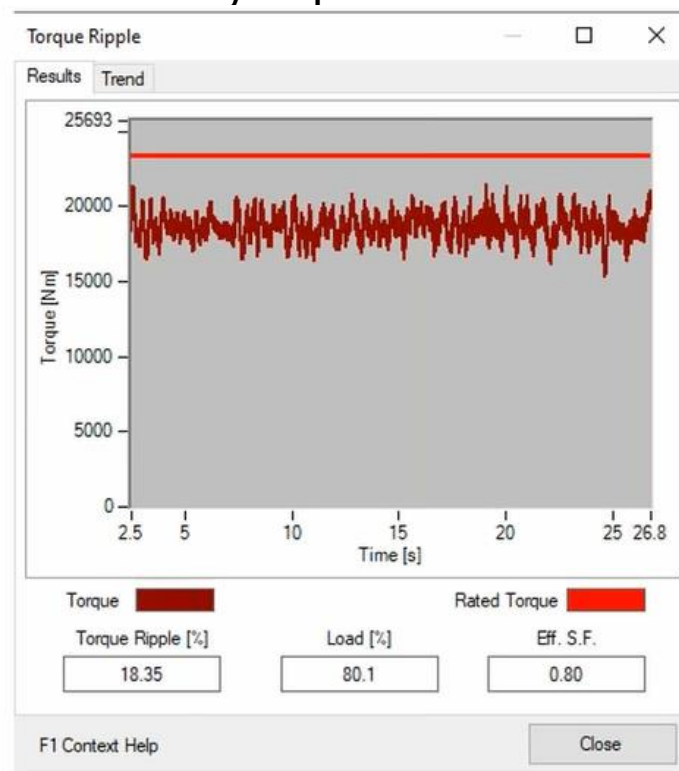
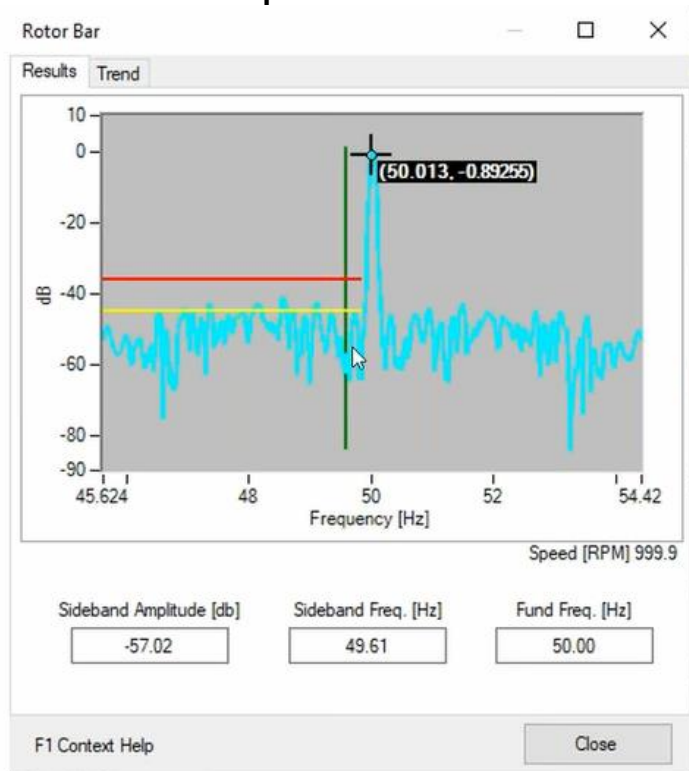


Pripojenie dynamického analyzátoru na sek. strane VT/CT (110V) a spustenie záznamu na 60 sek.

Na prvý pohľad všetky parametre v norme.

Prípadová štúdia 2: Elektráreň v UK, 11kV/2,4MW čerpadlo chladiacej vody

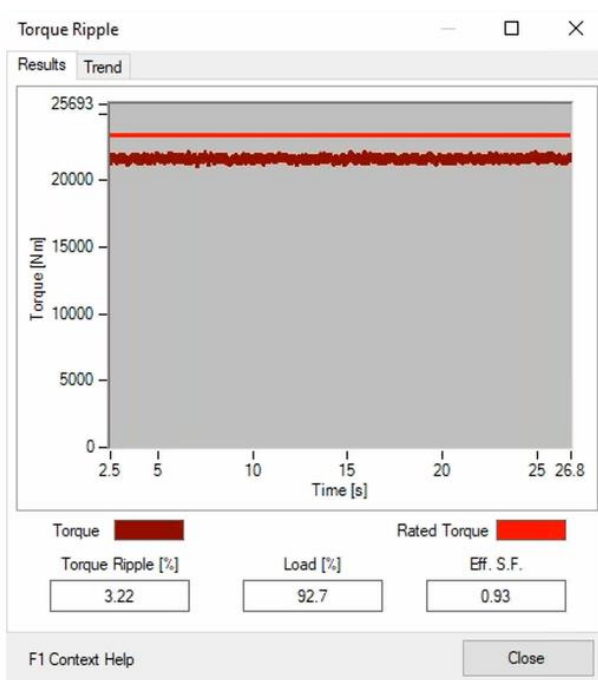
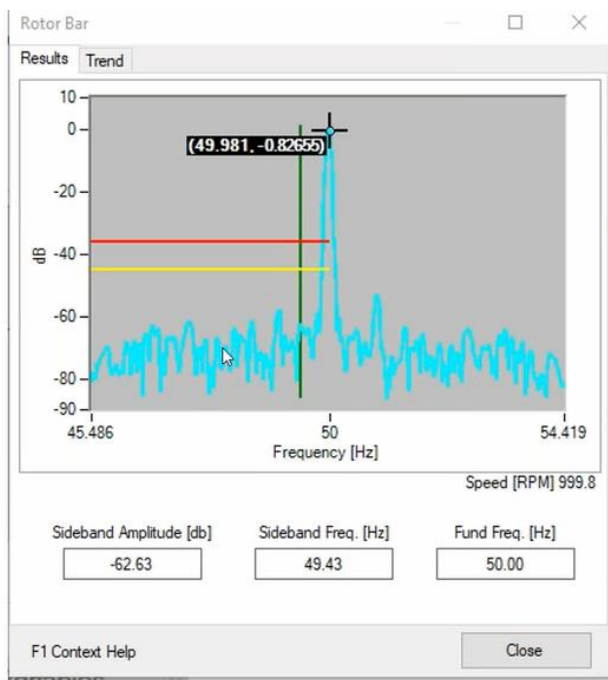
Následne sa pozreli do modulu analýzy mechanických problémov rotorových tyčí:



Zelený marker vo frekvenčnom spektre prúdu označuje postranné pásmo, typické pre problém rotorovej tyče (nie je prítomné). Je viditeľná zvýšená úroveň rušenia v spektre (typicky spôsobené fluktuáciou záťaže). V grafe zvlnenia točivého momentu nie sú viditeľné pravidelné pulzné zmeny točivého momentu, typické pre problém rotorových tyčí (len náhodné zmeny točivého momentu)
=> nejedná sa o problém rotorovej tyče, ale o problém fluktuácie záťaže

Prípadová štúdia 2: Elektráreň v UK, 11kV/2,4MW čerpadlo chladiacej vody

Následne vykonali opakované dynamické testy (po 60 sek) a po 7. teste sa objavila skokovitá zmena na strane záťaže (zvýšenie a vyhladenie točivého momentu).



Opäť v prúdovom spektre nie sú viditeľné postranné pásma, naznačujúce problém rotorových tyčí. Vidieť ale zníženie úrovne pozadia.

Točivý moment má výrazne menšie zvlnenie a viac zodpovedá typickému priebehu pre čerpadlo.

Čo spôsobilo zmenu?

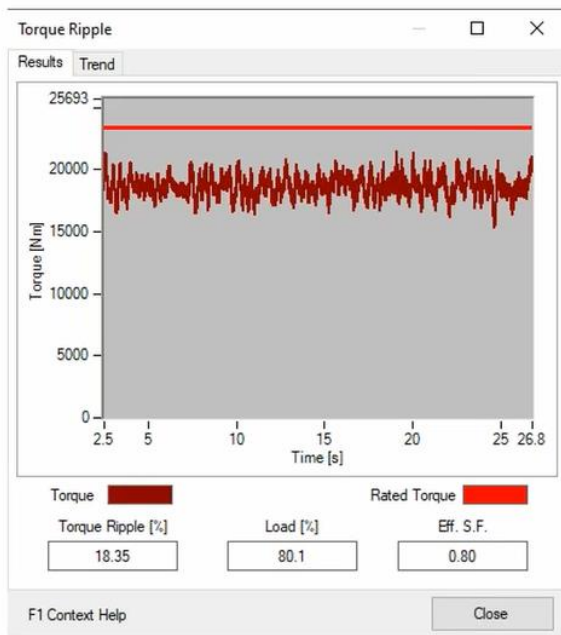
Prípadová štúdia 2: Elektráreň v UK, 11kV/2,4MW čerpadlo chladiacej vody

Čo sa zmenilo?

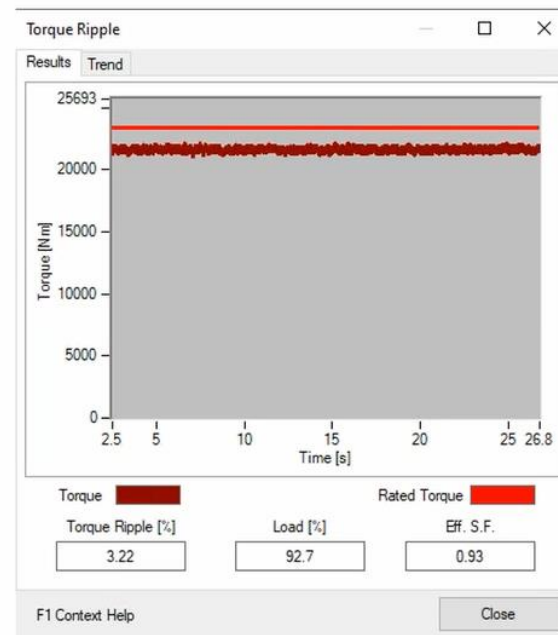
Počas testov technik v strojovni zistil, že je nízky tlak vody, v servisnej knihe videl záznam, že nedávno boli menené tesnenia na systéme, preto následne vykonal odvzdušnenie, čím eliminoval dovtedajšiu kavitáciu spôsobenú zavzdušnením.

Vďaka dynamickému merania sa na základe merania prúdov a napätí zistilo, že pôvodne identifikovaný príznak (nestabilita prúdu) nie je spôsobený ani napájaním, ani samotným motorom (rotorové tyče), ale záťažou.

Pred
odvzduš.



Po
odvzdušnení



Prípadová štúdia 3

Papierne- miešač buničiny (papieroviny)
pri výrobe tlačiarenského papiera



Prípadová štúdia 3: Analýza záťaže- zvlnenie a spektrum točivého momentu

Papierne- tzv. dissolver agitator- miešač buničiny (papieroviny)
pri výrobe tlačiarenského papiera.

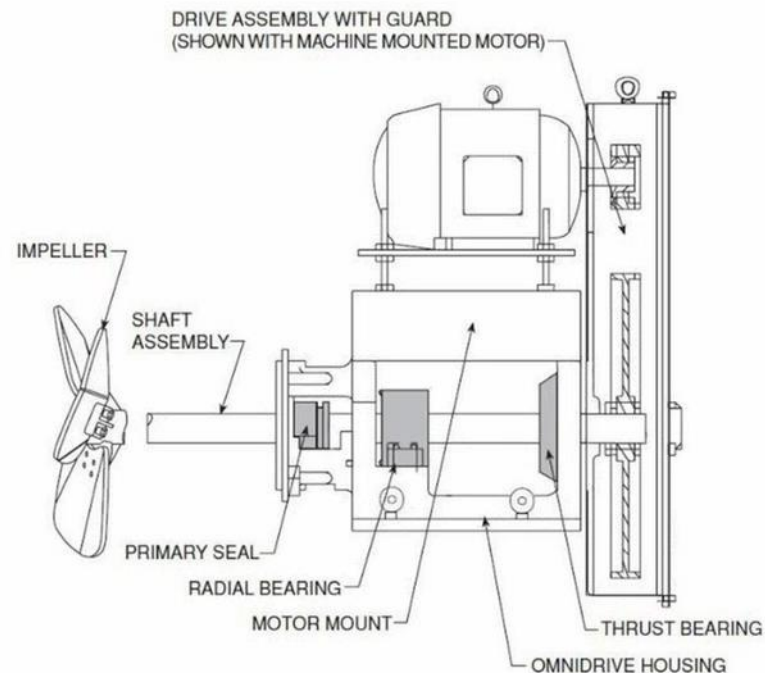


Motor

Remeň

Hriadeľ

Vrtula



Kritický stroj pre chod celej výroby !

Prípadová štúdia 3: Analýza záťaže- zvlnenie a spektrum točivého momentu

Papierne- tzv. dissolver agitator- miešač buničiny (papieroviny) pri výrobe tlačiarenského papiera.

Kontrolná miestnosť hlásila skokovité zvýšenie prúdu zo 60A na 75A. Elektrikári skontrolovali odpory vinutia a overili indikované hodnoty prúdu. Odpory boli v rovnováhe, zvýšený prúd sa potvrdil => problém súvisiaci so záťažou.

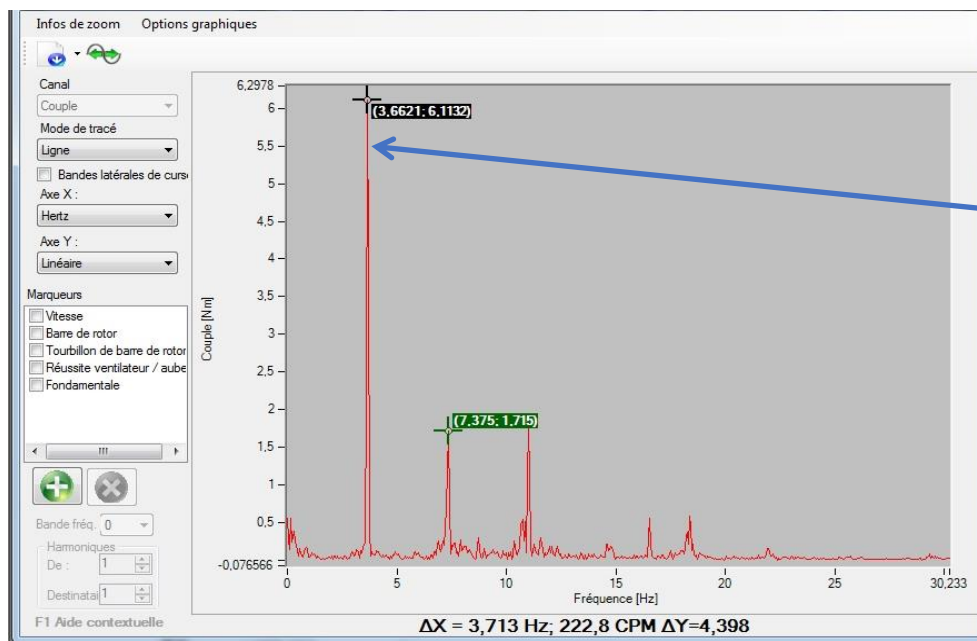


Overili si tiež výsledky vibračnej analýzy a hodnoty vibrácií v čase udalosti boli v norme.

Prípadová štúdia 3: Analýza záťaže- zvlnenie a spektrum točivého momentu

Papierne- tzv. dissolver agitator- miešač buničiny (papieroviny) pri výrobe tlačiarenského papiera.

Mechanici na základe vyhovujúcich vibračných parametrov tvrdili, že problém nebude spôsobený záťažou a vrátili problém naspäť elektrikárom. Následne objednali dynamické merania ako službu od servisnej firmy.



3,68Hz (x60 = 221 RPM)

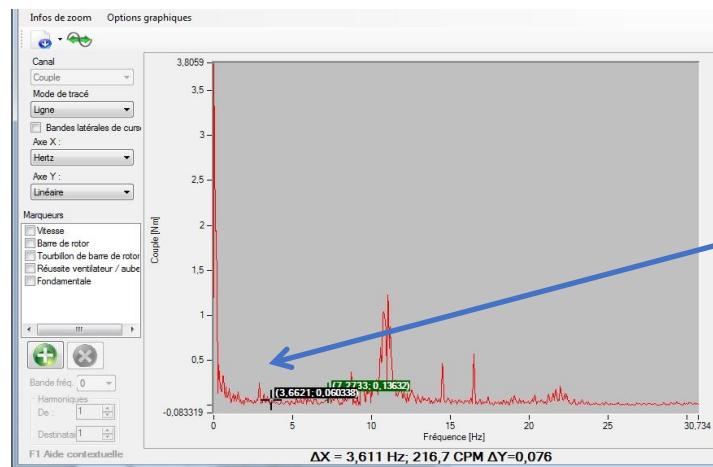
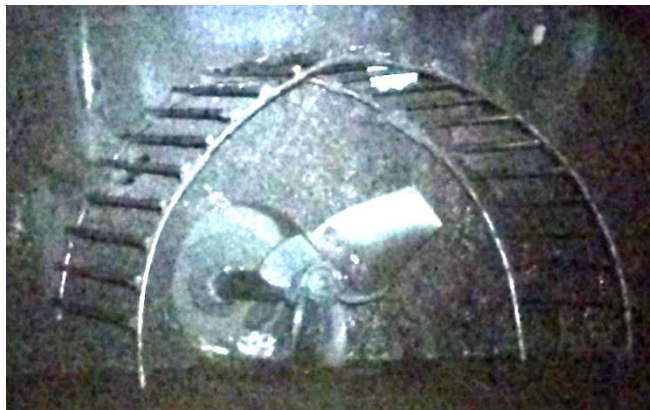
Frekvenčné spektrum točivého momentu indikovalo frekvenciu 3,68Hz s vysokou amplitúdou. Po prepočte na otáčky to zodpovedá 221 RPM, čo boli otáčky hriadeľa miešacej vrtule. Podľa servisnej firmy sa teda jedná o mechanický problém na hriadeľi.

Prípadová štúdia 3: Analýza záťaže- zvlnenie a spektrum točivého momentu

Papierne- tzv. dissolver agitator- miešač buničiny (papieroviny) pri výrobe tlačiarenského papiera.

Mechanici stále tvrdili, že vibračná analýza nenaznačuje žiaden mechanický problém a preto sa bude jednať o elektrický problém.

Servisná firma povedala- ak ste si istí, že nie je problém v ložiskách, mali by ste skontrolovať samotnú vrtuľu, keďže vo frekvenčnom spektre točivého momentu je vysoká amplitúda frekvencie zodpovedajúcej otáčkam hriadeľa, čo je veľmi neobvyklé a nebolo to tam pri minulých meraniach.



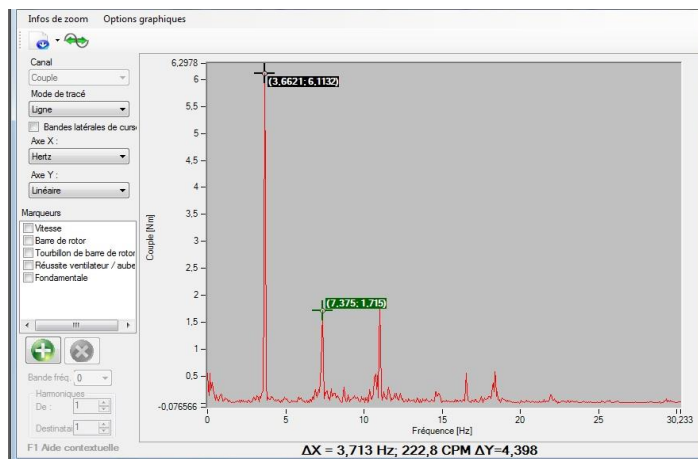
Na základe toho sa rozhodli vyprázdniť nádrž a preskúmať miešaciu vrtulu a zistili, že jeden z 3 listov vrtule bol zlomený, takže vrtula fungovala na 2 listoch.

Po oprave vrtule sa zopakovalo dynamické meranie a vysoký príspevok 3,68Hz v spektre točivého momentu sa stratil.

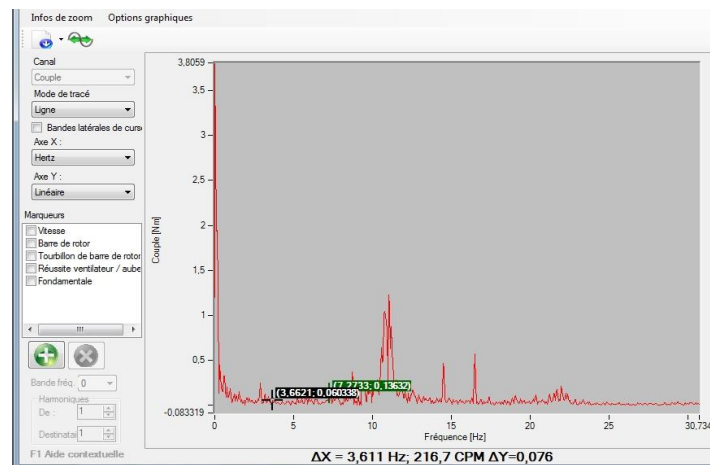
Prípadová štúdia 3: Analýza záťaže- zvlnenie a spektrum točivého momentu

Záver:

Dynamické testovanie (analýza frekvenčného spektra točivého momentu) je veľmi účinný nástroj na identifikáciu problémov s nerovnováhou záťaže na strojoch s nízkymi otáčkami, ktoré vibračná analýza nemusí odhaliť.



Pred



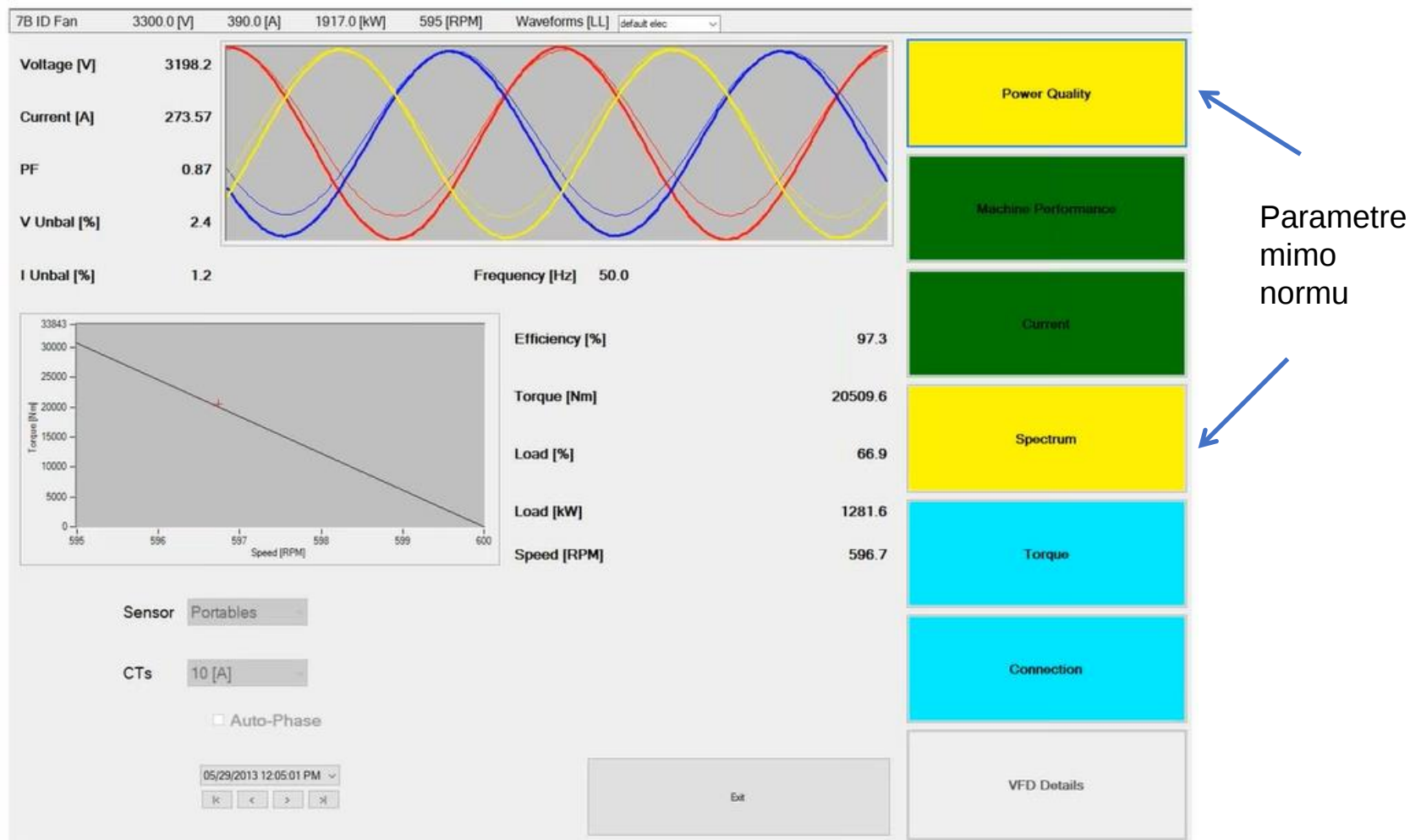
Po

Prípadová štúdia 4

Elektrárňa v UK, 3,3kV/ 1,9MW ID ventilátor
(odvádzanie spalín)



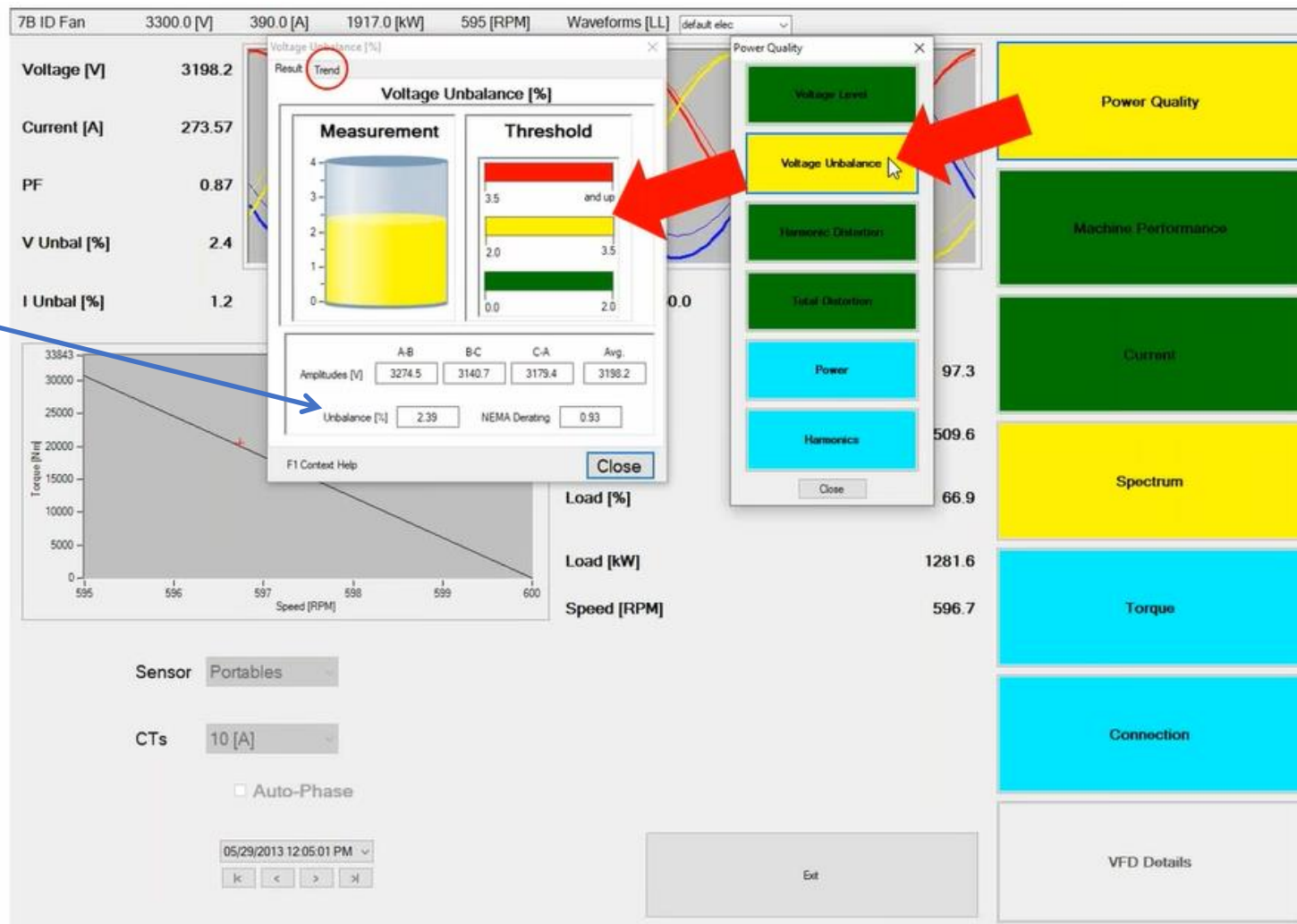
Prípadová štúdia 4: Elektrárň v UK, 3,3kV/ 1,9MW ID ventilátor (odvádzanie spalín)



Výsledky po 1 minútovom zázname dynamickým analyzátorom Baker EXP4000.

Prípadová štúdia 4: Elektrárň v UK, 3,3kV/ 1,9MW ID ventilátor (odvádzanie spalín)

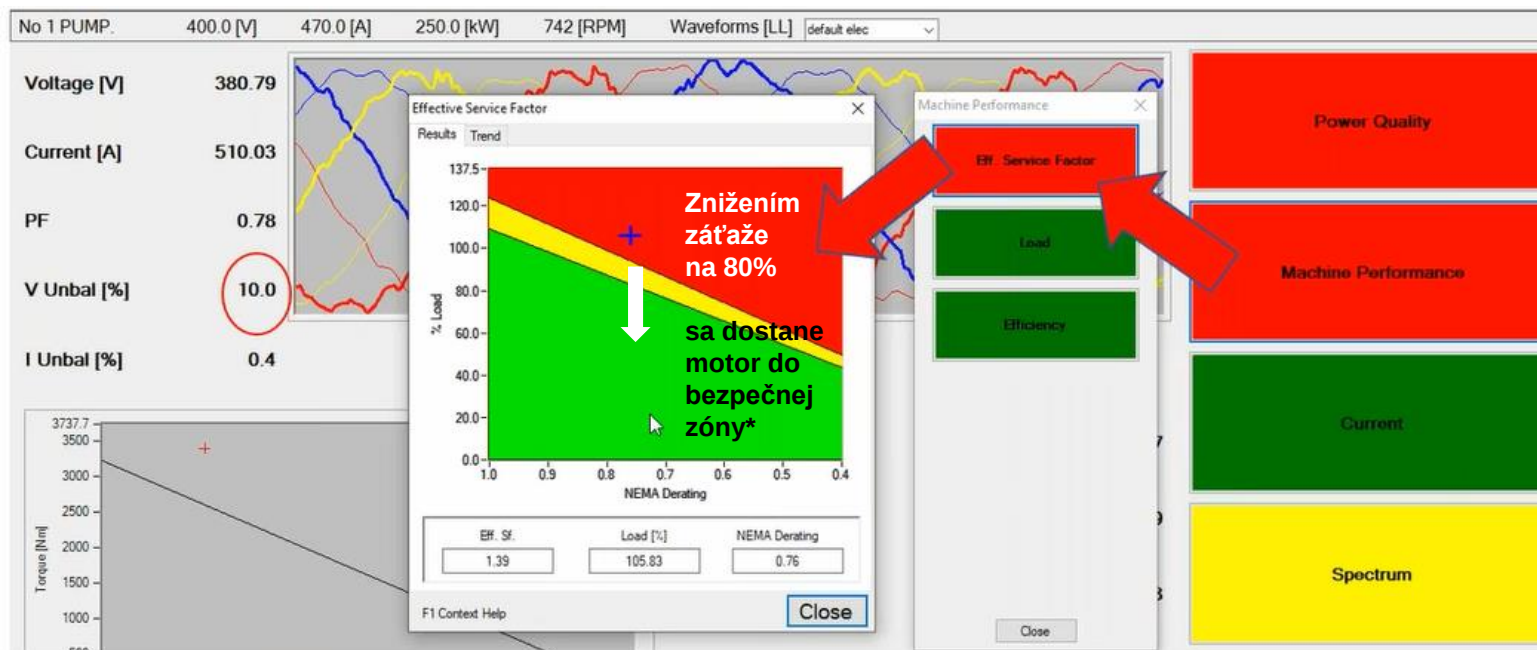
Nerovnováha
napätia 2,39%



Prečo je nerovnováha napätia problém?

Príklad výsledku s 10% napäťovou nerovnováhou. Napäťová nerovnováha spôsobuje prehrievanie motora a teda spôsobuje urýchlenú degradáciu izolačného systému.

Dynamický analyzátor vykalkuluje na základe štítkových a zmeraných parametrov motora a zistenej napäťovej nerovnováhy tzv. „NEMA derating“ (odľahčenie), čo znamená, o koľko je potrebné znížiť výkon, aby pri danej nerovnováhe napätia nebol motor preťažovaný a teda prehrievaný.



Príklad: 250kW motor beží na 105% záťaže. V dôsledku napäťovej nerovnováhy 10% je ovšem „NEMA derating“ 0,76, čo znamená, že motor by mal bežať maximálne na $0,76 \times 250\text{kW} = 190\text{kW}$, aby nebol preťažovaný/ prehrievaný. „Effective service factor“ = 1,39 hovorí, že v súčasnom stave pri zohľadnení napäťovej nerovnováhy motor beží s efektívnou záťažou 139% !

* Ideálne riešenie je samozrejme odstrániť napäťovú nerovnováhu

Prípadová štúdia 4: Elektrárň v UK, 3,3kV/ 1,9MW ID ventilátor (odvádzanie spalín)

Modul „Spectrum“ a podmodul „Rotor Bar“ indikujú nevyhovujúce parametre (stredná kategória), naznačujúce možný problém s rotorovými tyčami. Analýza sa robí prostredníctvom prúdového spektra. Analyzátor automaticky na základe sklzových otáčok kalkuluje a označí frekvenciu postranného pásma, na ktorej by sa prejavil problém s rotorovými tyčami. Táto metóda je aplikovateľná pri stabilných otáčkach a pri záťaži min. 30%.



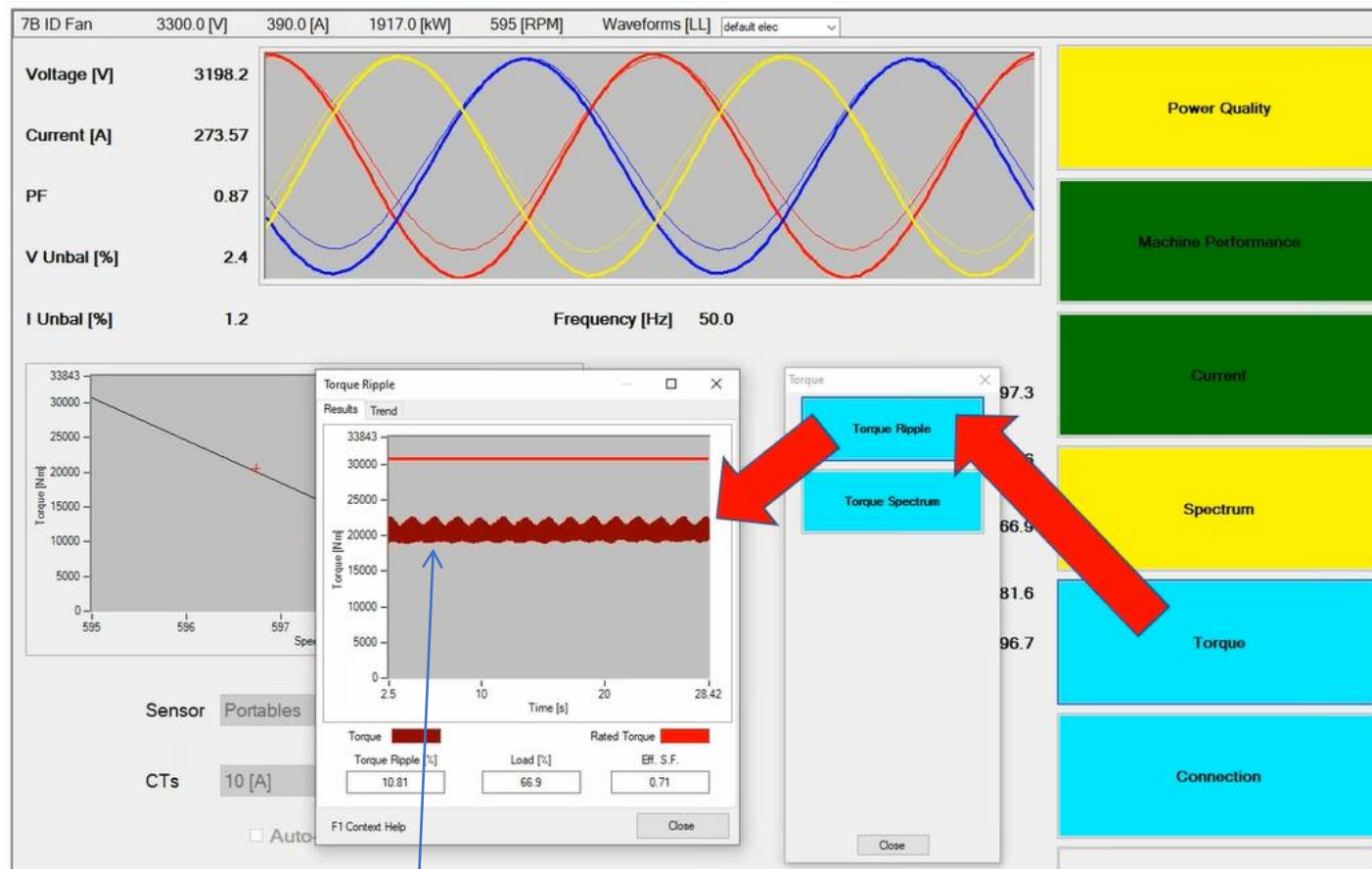
Možnosť sledovať trend
pre daný parameter

Amplitúda kritického
postranného pásma je nad
žltou hraničnou hodnotou

Otáčky 600RPM

Prípadová štúdia 4: Elektrárň v UK, 3,3kV/ 1,9MW ID ventilátor (odvádzanie spalín)

Problém s rotorovými tyčami typicky spôsobuje aj pulzáciu točivého momentu

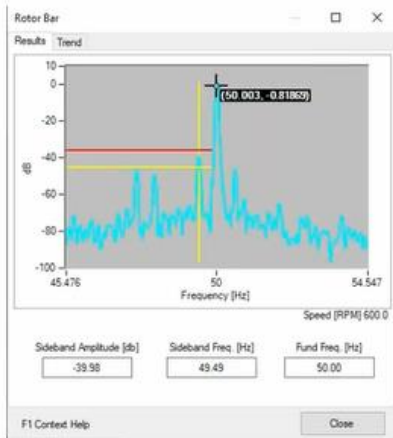


Typický pulzný charakter točivého momentu potvrdzuje problém s rotorovými tyčami

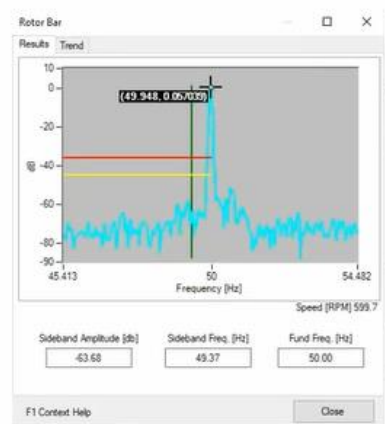
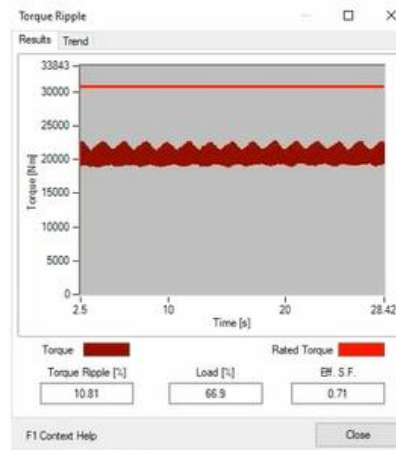
Analýza točivého momentu v časovej oblasti (zvlnenie) je teda užitočná nielen na identifikáciu mechanických problémov na strane záťaže (problémy s kavitáciou čerpadiel, prevodmi, ložiskami...), ale aj na potvrdenie problému rotorových tyčí motora.

Prípadová štúdia 4: Elektrárň v UK, 3,3kV/ 1,9MW ID ventilátor (odvádzanie spalín)

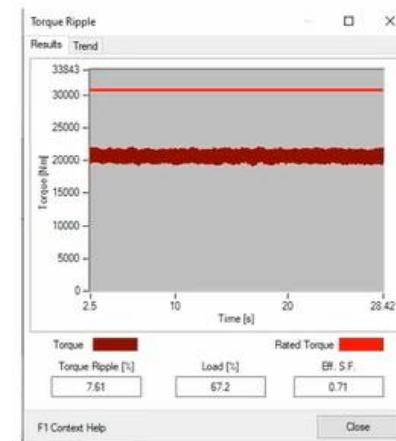
Testovaný ventilátor bol 1 zo 7 identických ventilátorov v rámci elektrárne. Následne sa vykonala dynamická analýza aj na ostatných ventilátoroch a porovnali sa výsledky prúdových spektier a zvlnenia točivého momentu:



**Ventilátor 7B
so zlomenými
rotorovými tyčami**



**Ventilátor 7A
bez závady
rotorových tyčí**



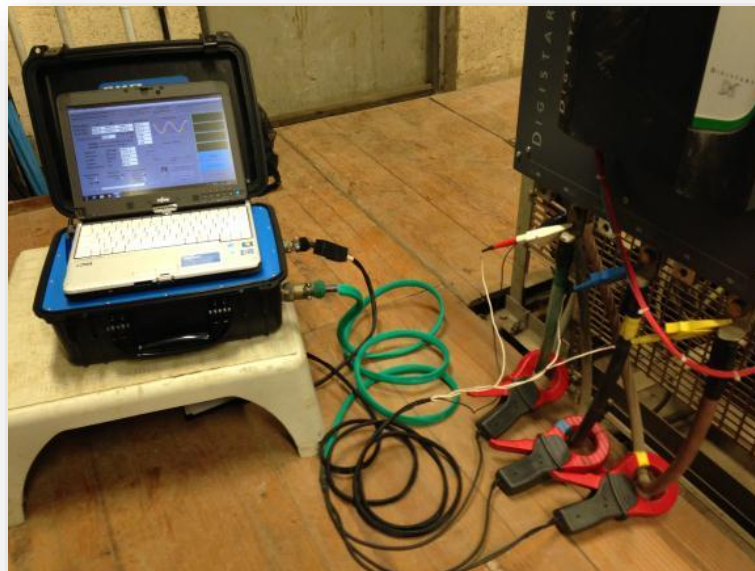
Prípadová štúdia 4: Elektrárň v UK, 3,3kV/ 1,9MW ID ventilátor (odvádzanie spalín)

Motor bol odstavený a podrobený inšpekcii. Zlomené rotorové tyče sa potvrdili. Viditeľné sú aj stopy prehrievania v okolí závady.

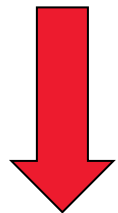
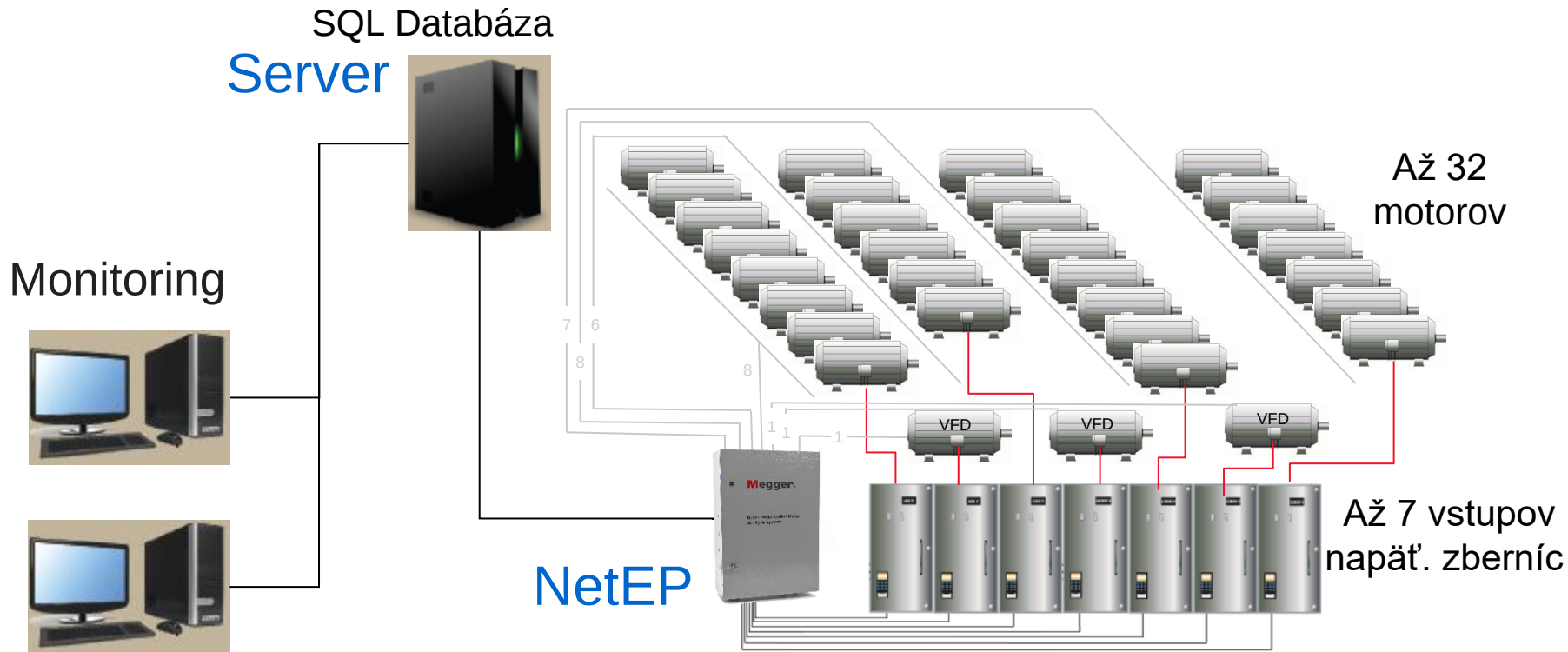


Vďaka meraniu napätí a prúdov a dynamickej analýze (frekv. spektrum prúdu; okamžitý točivý moment točivého momentu- zvlnenie) je možné odhaliť mechanické poškodenie rotorových tyčí.

Dynamický analyzátor točivých strojů Megger Baker EXP4000



NetEP – dynamický online monitoring točivých strojov



Neobmedzený počet prístupov

Automatické alarmovanie pri prekročení hraničných parametrov



Viacero NetEP systémov spojených do siete

Dynamické testovanie elektromotorov za prevádzky - Zhrnutie

- Dynamické testovanie točivých strojov je účinný nástroj na včasnú detekciu problémov celého systému napájanie - motor- záťaž.
- Pre neprístupné motory bez permanentne osadených senzorov je to často jediná možnosť diagnostiky. Jediný predpoklad je prístup k motorovému rozvádzaču pre meranie napätia a prúdu.
- Meraním prúdov a napätí je možné vďaka sofistikovanej softvérovej analýze s automatizovaným vyhodnotením identifikovať problémy kvality el. energie, mechanické problémy motora, ako aj mechanické problémy na strane záťaže.
- Dynamické testovanie je mimoriadne účinný nástroj na testovanie strojov s nízkymi otáčkami, kde je účinnosť vibračnej analýzy obmedzená.
- Dynamické testovanie nenahrádza vibračnú analýzu (pre problémy s ložiskami je vibrodiagnostika preferovaná metóda), ani statické testovanie izolačného stavu, ale vhodne ich dopĺňa.

Pre viac informácií z oblasti diagnostiky točivých strojov:

SR:

Ing. Róbert Madarász
robert.madarasz@megger.com

Tel: +421 903 458 168

www.megger.sk

ČR:

Ing. Jaroslav Šubert
jaroslav.subert@megger.com

Tel: +420 603 422 205

www.megger.cz

Zhliadnite záznamy predchádzajúcich webinárov a sledujte nadchádzajúce webináre na: www.megger.sk (cz) - sekcia „Webináre“

Ďakujeme za účasť !

