

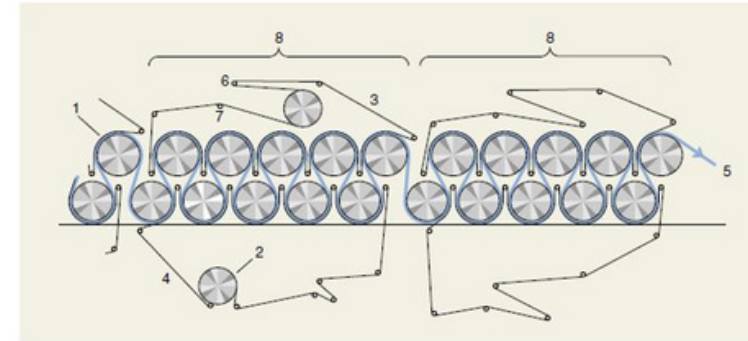


Case Study | Analiza drgań w oparciu o przebiegi na trasach



Przegląd Maszyn

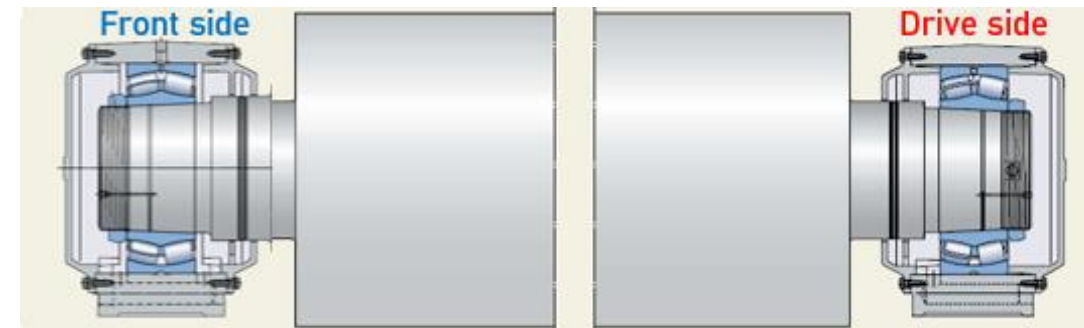
- Specyfikacja
oMax Speed 780 MPM
- Prędkość obrotowa: 165 RPM
- Częstotliwość pomiarów: **3 pomiary tygodniowo (offline)**
- **Problem:** Uszkodzenia łożysk na cylindrach suszących



- Traditional drying section
1. Drying cylinder
 2. Felt drying cylinder
 3. Top felt
 4. Bottom felt
 5. Paper web
 6. Felt stretch roll
 7. Felt guide roll
 8. Drive group

23044 CCK/W33 type spherical roller bearings on both sides

FTF : 0,448
BSF : 4,688
BPFO : 11,198
BPFI : 13,802



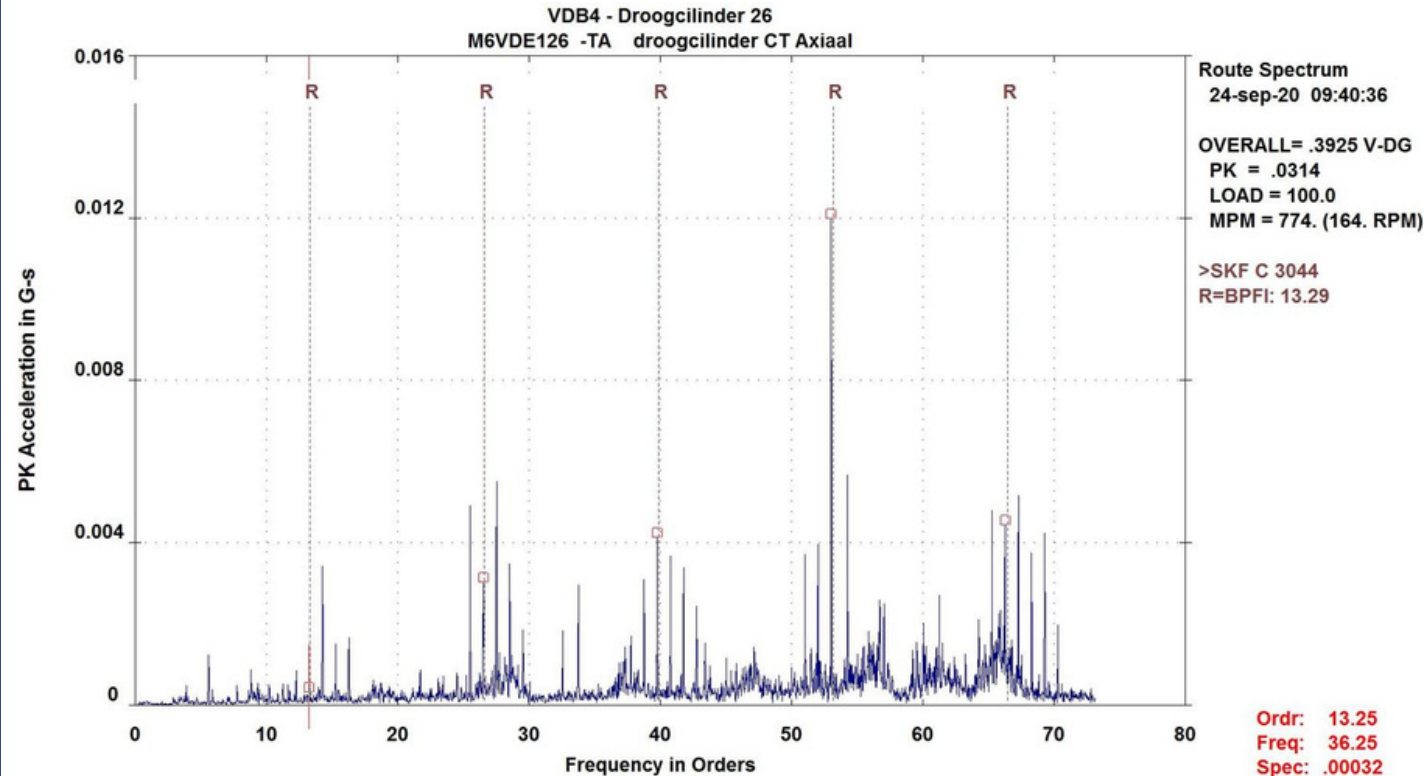
Non-located outer ring
for thermal expansion

Located outer ring
in the housing



Cylinder 26 - Pomiar łożyska po stronie napędu

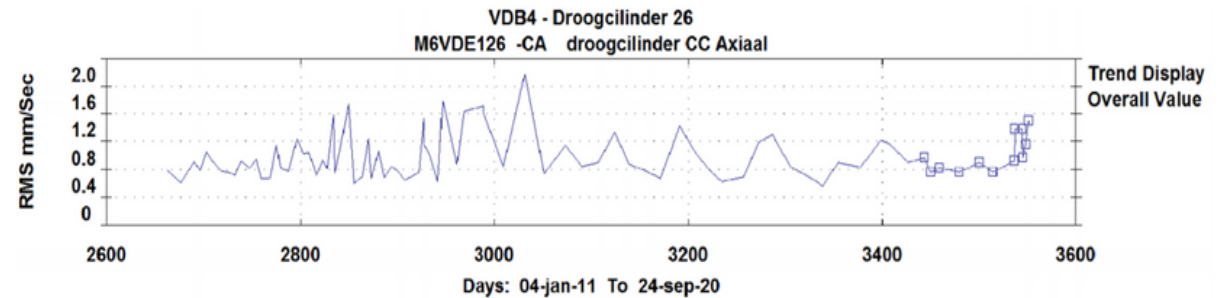
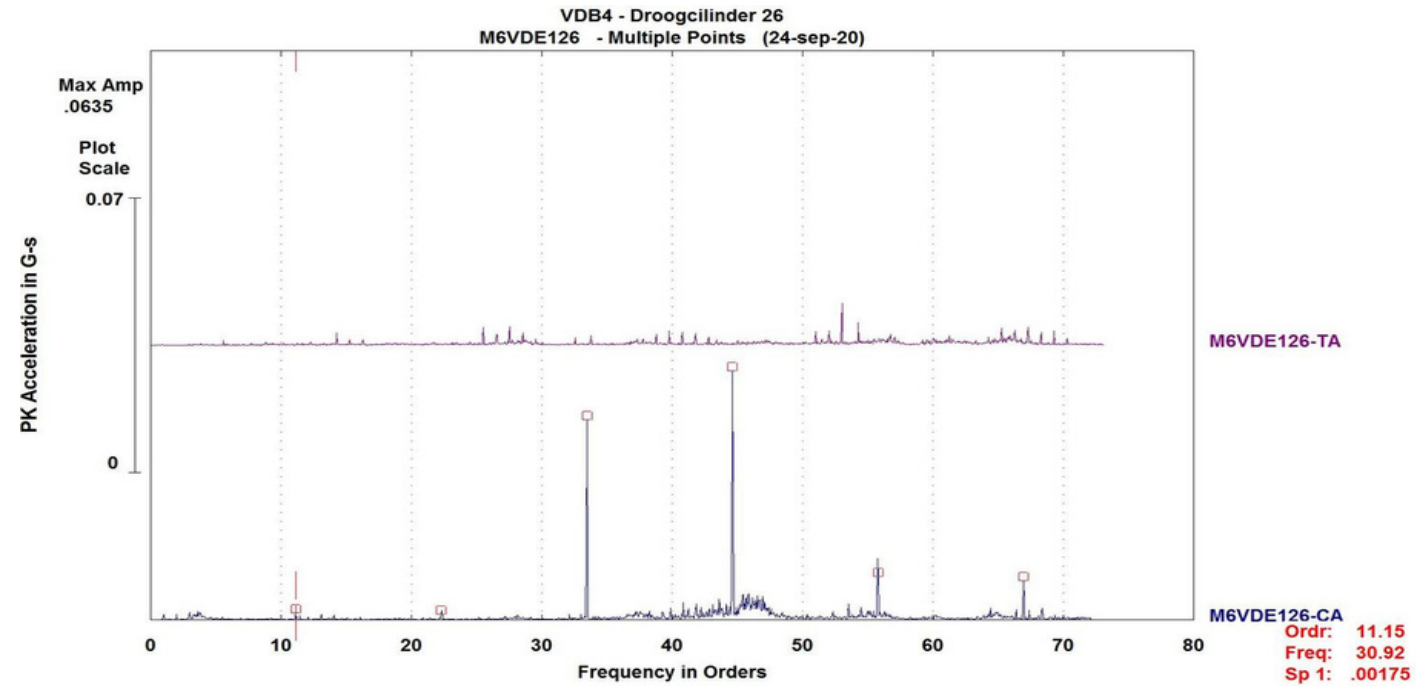
- Podczas rutynowych pomiarów drgań w PM6 odnotowuje się **wzrost poziomów drgań** po stronie napędowej cylindra suszącego 26.
- **Asynchroniczne częstotliwości harmonicznej** rzędu 13,2x pojawiły się z wstęgami bocznymi rzędu 1x w widmach.
- Jednak harmoniczna 13,2x nie pokrywa się z żadnymi częstotliwościami uszkodzeń łożyska typu 23.044 CCK (z 25 elementów tocznych).



Porównanie obu stron

- Porównując ze sobą pomiary obu łożysk, poziom amplitudy drgań łożyska przedniego był dość wysoki.
- Należy wspomnieć, że front miał dość stabilny trend (tj. brak oznak poważnego pogorszenia)

www.icareweb.com



Cylinder 26 – Diagnostyka łożyska po stronie napędowej

- Aby znaleźć źródło częstotliwości asynchronicznej harmonicznnej rzędu 13,2x, częstotliwości uszkodzeń łożysk oblicza się ręcznie, zmniejszając liczbę elementów tocznych.
- BPF1 łożyska 23044 CCK z 24 elementami tocznymi jest liczone jako harmoniczna 13,25x.
- Tak więc wczesne uszkodzenie łożyska było obecne po stronie napędowej cylindra suszącego-26 (biorąc pod uwagę niższe poziomy amplitudy w porównaniu z uszkodzeniem łożyska po stronie przedniej).
- W celu weryfikacji odczytów drgań, oba łożyska są sprawdzane za pomocą stetoskopu elektronicznego.

Rezultaty:

- Strona napędowa: wyraźny słyszalny dźwięk uszkodzonego łożyska.
- Przód: brak słyszalnego hałasu uszkodzonego łożyska

Bearing component	Characteristic frequencies, Hz
Cage	$f_c = \frac{f_R}{2} \left(1 - \frac{d}{D} \cos \alpha\right) + \frac{f_{Rout}}{2} \left(1 + \frac{d}{D} \cos \alpha\right)$
Inner race	$f_i = \frac{Z}{2} \left[(f_R - f_{Rout}) \left(1 + \frac{d}{D} \cos \alpha\right) \right]$
Outer race	$f_o = \frac{Z}{2} \left[(f_R - f_{Rout}) \left(1 - \frac{d}{D} \cos \alpha\right) \right]$
Rolling	$f_b = \frac{1}{2} \frac{D}{d} (f_R - f_{Rout}) \left[\left(1 + \frac{d}{D} \cos \alpha\right)^2 \right]$

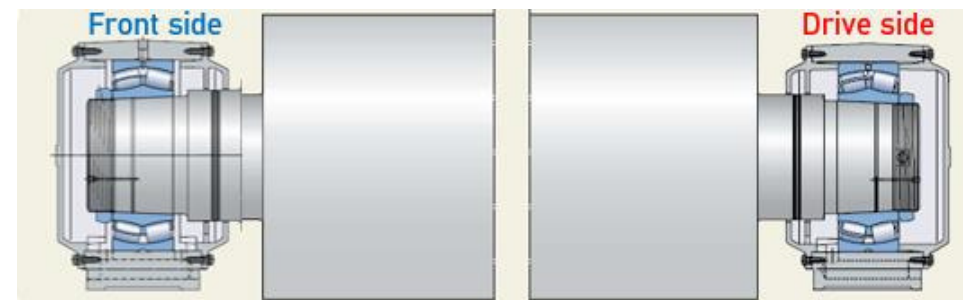
f_R = shaft rotation frequency, f_{Rout} = outer race rotation frequencies, D = mean diameter (to the ball center), d = ball diameter; Z = number of rolling elements, α = contact angle.

Number of Balls/Rollers : 24
 Ball/Roller Diameter : 1.1811
 Pitch Diameter of Races : 11.196
 Contact Angle (Degrees) : 9.1
 Inner Race Rotating : Yes

HARMONICS	SHAFT SPEED	TRAIN (FTF)	SPIN (BSF)	OUTER (BPFO)	INNER (BPFI)
1	1.00	.448	4.69	10.75	13.25
2	2.00	.896	9.38	21.50	26.50
3	3.00	1.344	14.07	32.25	39.75
4	4.00	1.792	18.75	43.00	53.00

Number of Balls/Rollers : 25
 Ball/Roller Diameter : 1.1811
 Pitch Diameter of Races : 11.196
 Contact Angle (Degrees) : 9.1
 Inner Race Rotating : Yes

HARMONICS	SHAFT SPEED	TRAIN (FTF)	SPIN (BSF)	OUTER (BPFO)	INNER (BPFI)
1	1.00	.448	4.69	11.20	13.80
2	2.00	.896	9.38	22.40	27.60
3	3.00	1.344	14.07	33.59	41.41
4	4.00	1.792	18.75	44.79	55.21



VIB: BPFO
 (moderate)
 NOISE: no damage

VIB: BPFI (mild)
 NOISE: damage



Cylinder 26 – Działania naprawcze dla łożyska po stronie napędowej

1

- Ewolucja obu uszkodzeń łożysk jest w dalszym ciągu monitorowana. Po pewnym czasie poziomy amplitudy drgań łożyska po stronie napędowej wzrosły.
- Wymiana łożyska jest planowana podczas następnego planowanego przestoju, aby uniknąć nieuchronnej awarii.

2

Znaki zużycia ściernego i odpryski są wyraźnie widoczne na prawej powierzchni styku tocznego; w wyniku niewspółosiowości łożyska i/lub nadmiernego nacisku osiowego.



Cylinder 26 – Działania naprawcze dla przedniego łożyska

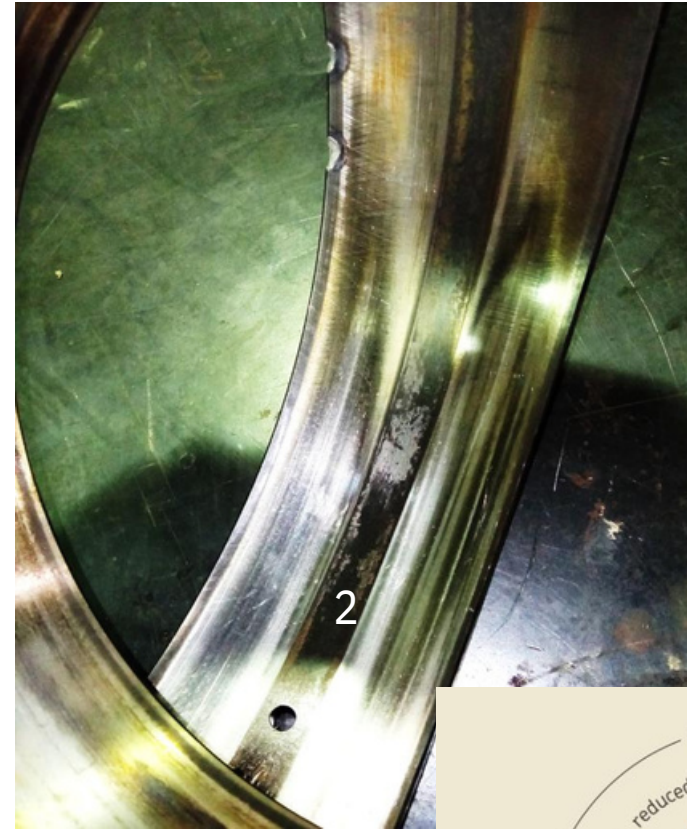
bocznego

W trakcie następnego postoiu zostało wymienione również przednie łożysko, na którym także widoczne były **ślady występowania tarcia**.

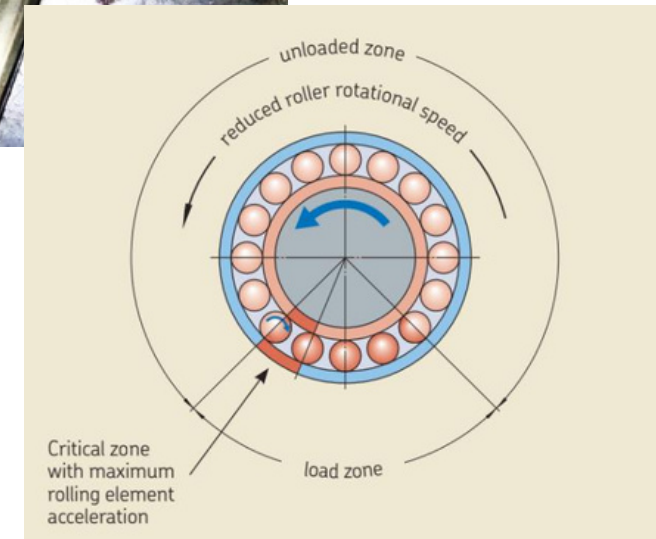
Najczęstszym wytłumaczeniem występowania lustrzanych powierzchni bieżni w łożysku tocznym jest **słabe smarowanie**, co jest spowodowane nieodpowiednim filmem olejowym. Umożliwia kontakt metal-metal, który prowadzi do zużycia i odkształceń plastycznych powierzchni.

Lepkość oleju jest za niska, ponieważ znajduje się w nim dużo bardzo małych cząstek ściernych. Wtedy łożysko narażone jest na ciągłe zużycie na skutek wycierania. Wiadomo że te mikrocząsteczki zawsze są obecne w środku smarnym, ale nie każde łożysko z cienką warstwą oleju zostaje zeszlifowane. **Dlaczego tak się dzieje?** Przypuszcza się, że istnieją istnieją dodatkowe czynniki wpływające na rozpoczęcie procesu ścierania polerującego np. **pewna kombinacja niskiej prędkości obrotowej, dużego obciążenia i cienkiej warstwy filmu olejowego**.

Najlepszym sposobem uniknięcia tego rodzaju zużycia ściernego podczas polerowania jest zwiększenie grubości filmu smarnego i stosowanie olejów o odpowiednich **właściwościach EP lub AW**.



Błyszcząca powierzchnie na wejściu do strefy obciążenia



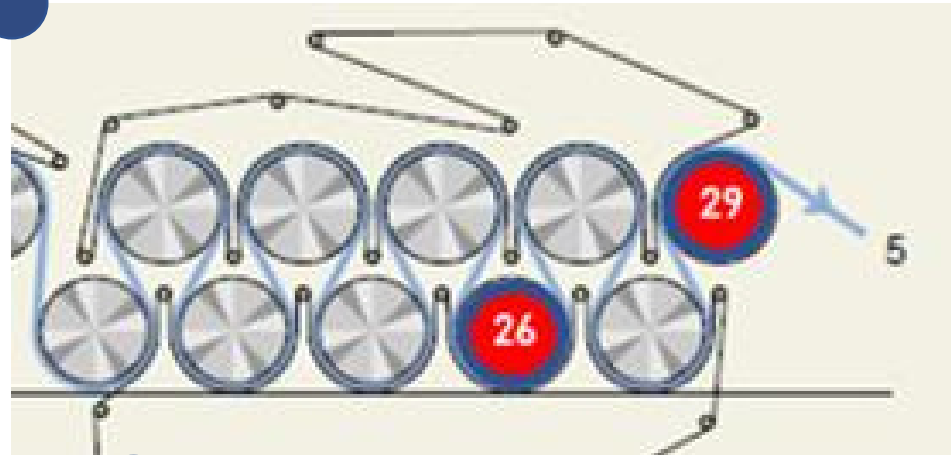
Cylinder 26 – Działania naprawcze dla łożyska po stronie napędowej

1

To zjawisko często można zaobserwować na lekko obciążonych łożyskach pracujących z dużymi prędkościami.

2

Większe napięcie pasa zwiększa obciążenia łożysk górnych cylindrów, ale może również zmniejszać obciążenia łożysk dolnych cylindrów.

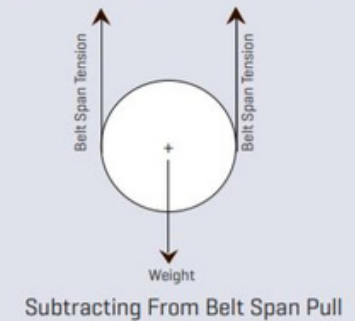
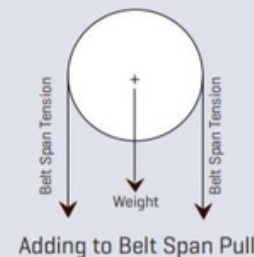


2

Shaft and Bearing Load

Shaft Load

Shaft load is a commonly used industry term that describes the load on a shaft exerted by the tension, or pull, of a belt or chain, combined with the weight of the sheave or sprocket that's attached to the shaft. Depending on the orientation of the drive, the sheave/sprocket weight could be adding or subtracting from the force of the tension being applied.



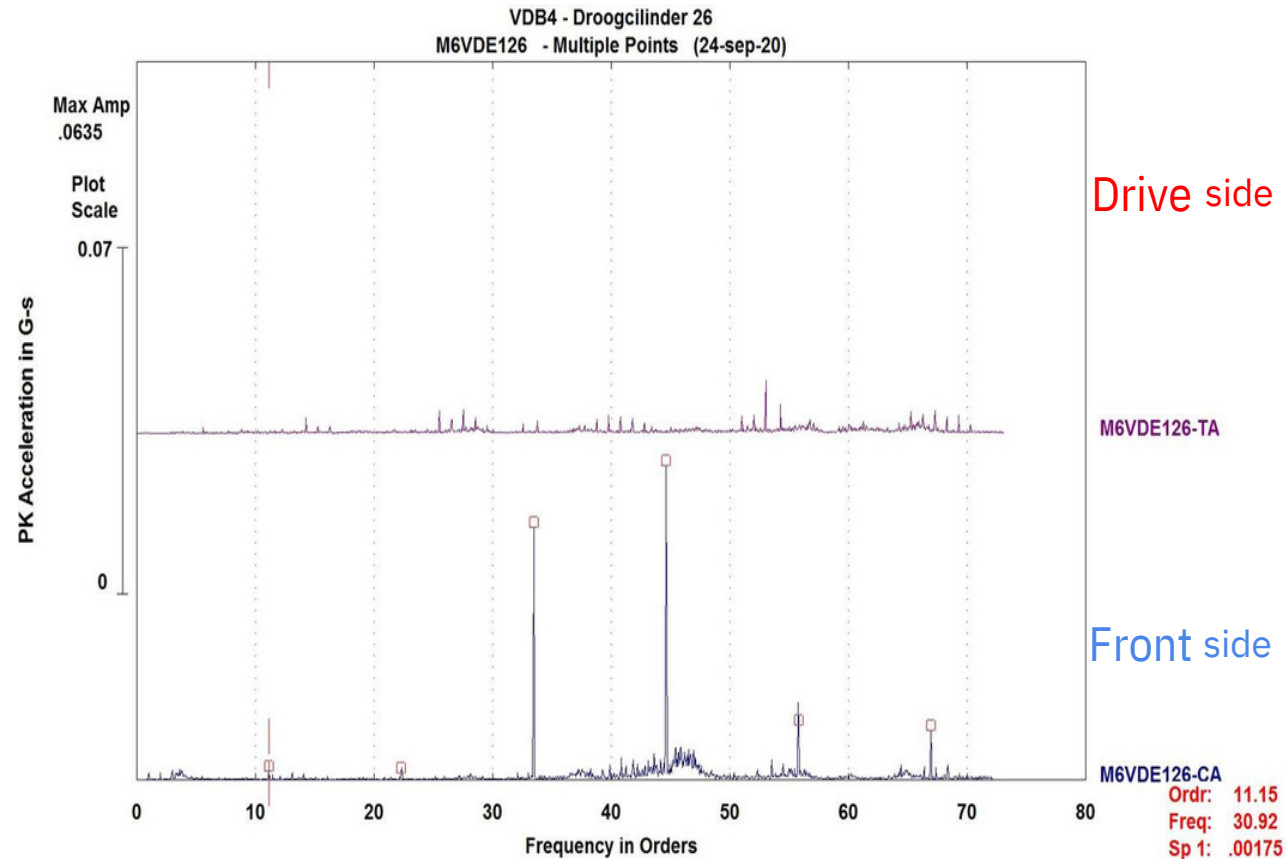
Bearing Load

Bearing load is another commonly used term. Weight and tension applied to the shaft exerts a force on the supporting bearings. The amount of this force depends on where the bearings are located on the shaft in relation to the center of the sheave or sprocket, where the pulling force is being applied.



Cylinder 26 – Wyniki pomiarów w porównaniu do zdjęć uszkodzeń

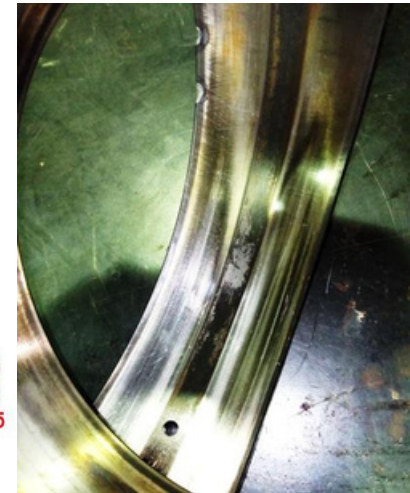
1. Określenie stopnia uszkodzenia łożyska nie może być wykonane wyłącznie na podstawie analizy widma poziomu amplitud.
2. Poszukiwanie ewoluujących wzorców w widmach i sygnałach czasowych, powstających peakach, zmieniających się trendach,...
3. Mierząc poziom hałasu można zidentyfikować obecność uszkodzenia łożyska, w tym celu należy użyć stetoskopu



Drive side

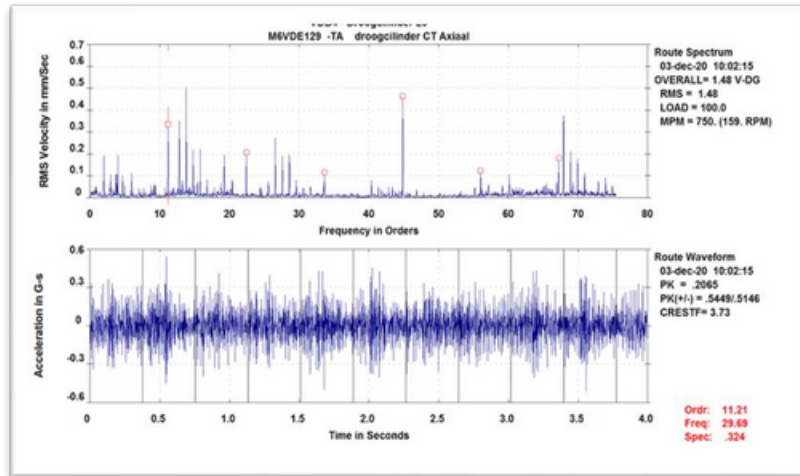


Front side

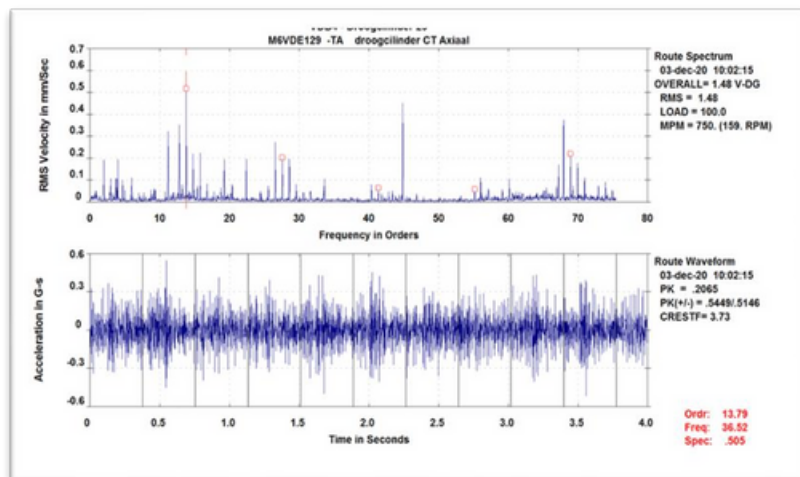


Cylinder 29 - Dokładna lokalizacja uszkodzenia łożyska. Strona przednia a strona napędowa

PRĘDKOŚĆ

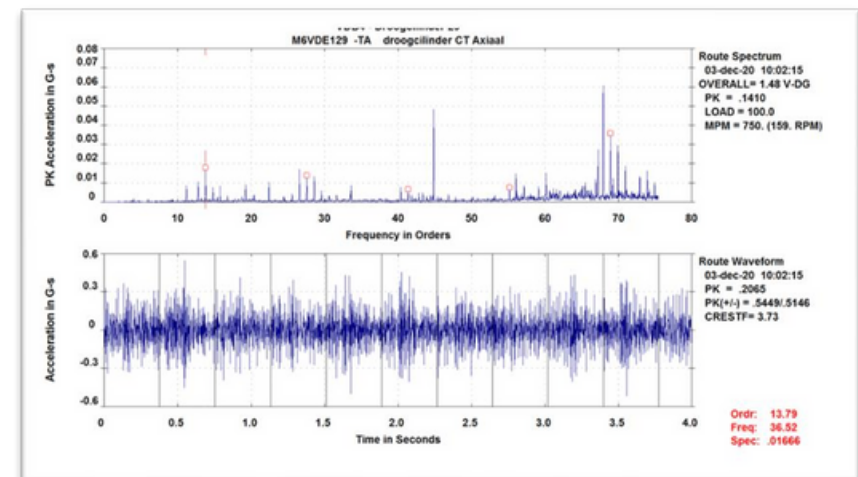
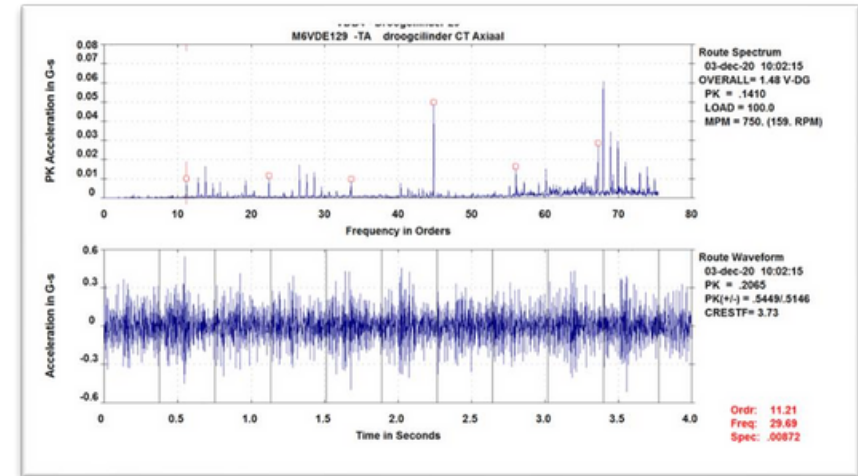


BPFO na 11,2x harmoniczej



BPFI na 13,8x harmoniczej

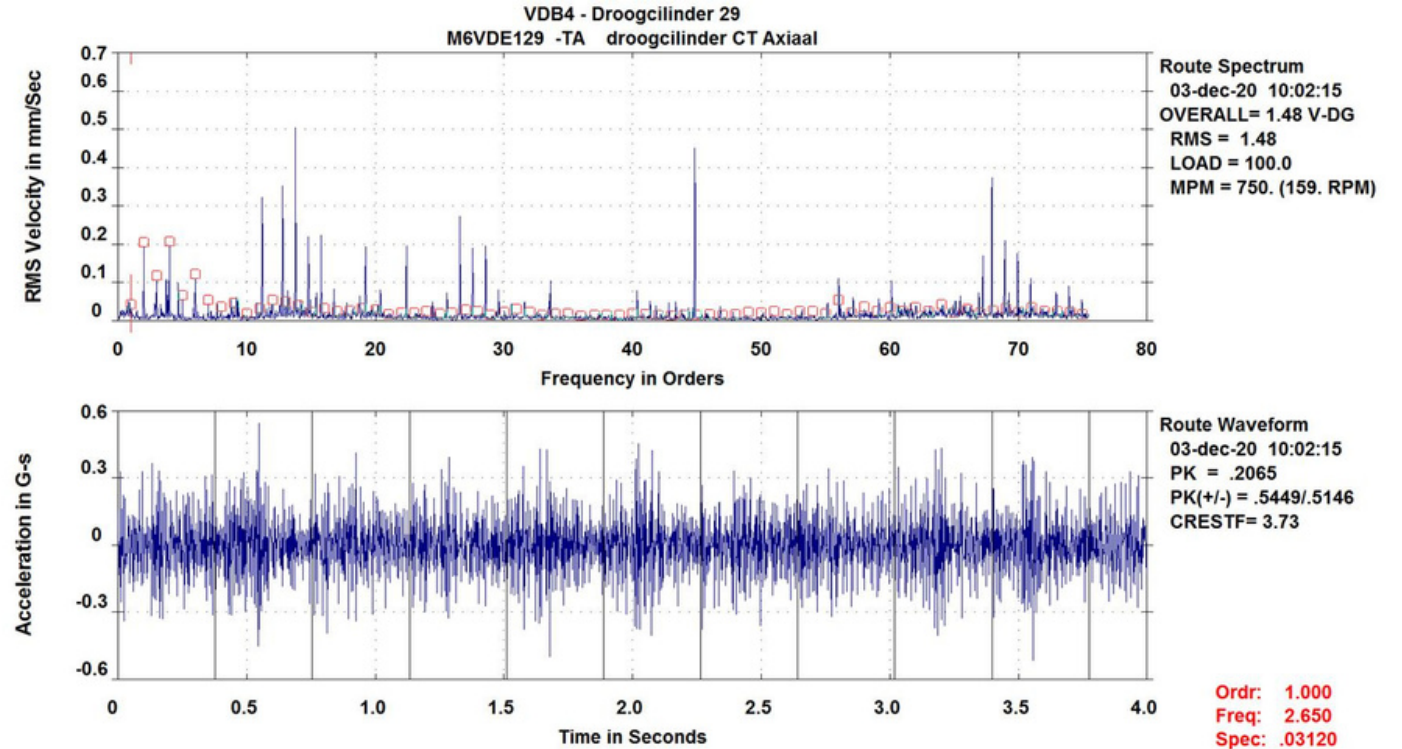
PRZYŚPIESZENIE



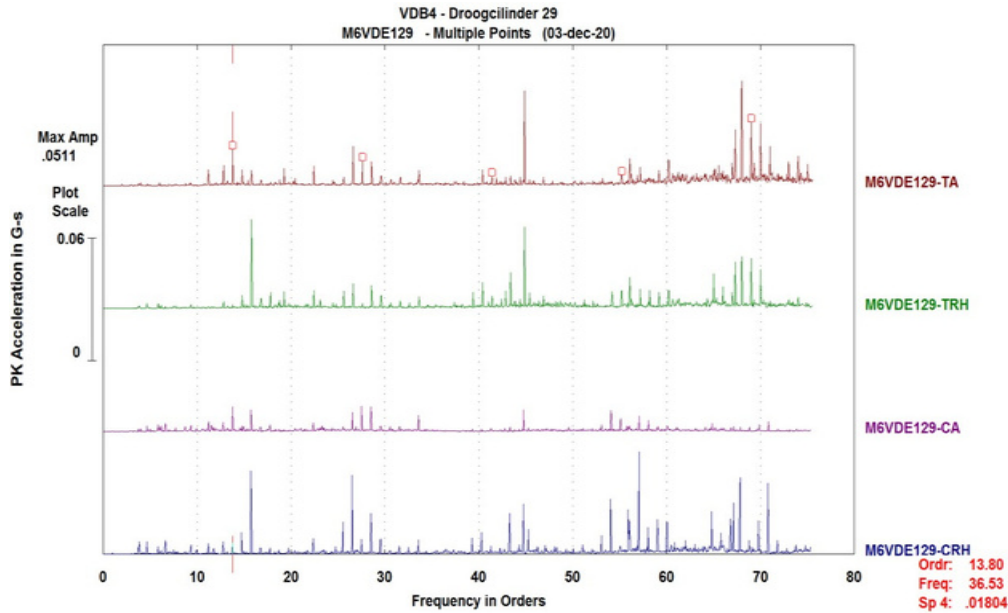
Cylinder 29 - **Dokładna lokalizacja uszkodzenia łożyska.** Strona przednia a strona napędowa, **cd.**

1x harmoniczna:

Prawdopodobny luz lub oznaka poważnego uszkodzenia łożyska (ponieważ występują również w przebiegu czasowym drgań).



Cylinder 29 – Dokładna lokalizacja uszkodzenia łożyska



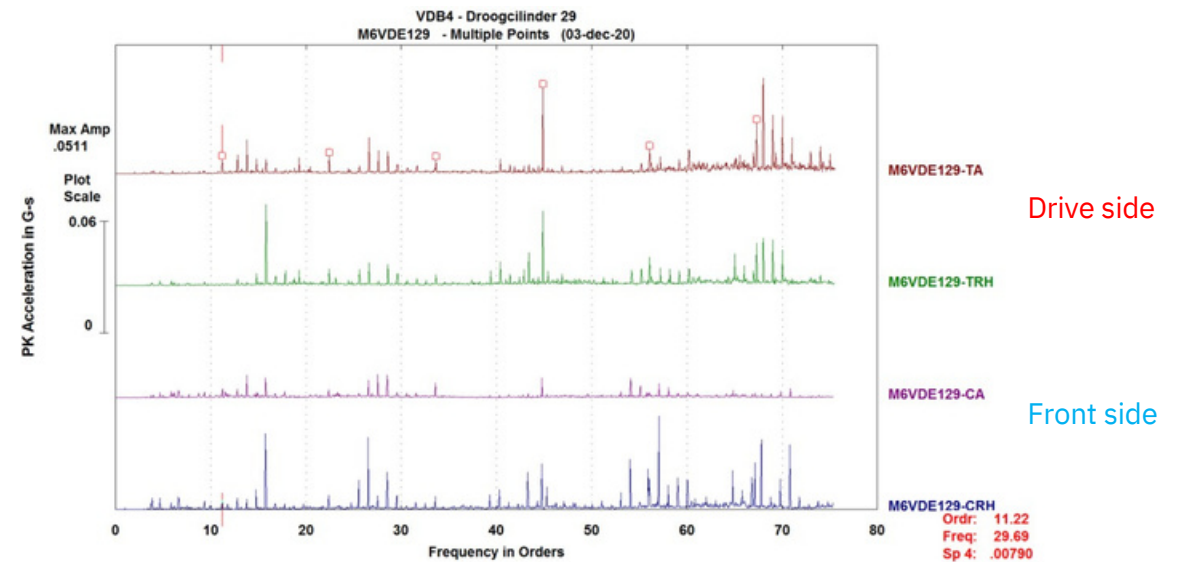
Drive side



Biorąc pod uwagę więcej wstęg bocznych przy 1x, BPF1 (13,8x) na **przedniej stronie**?

Front side

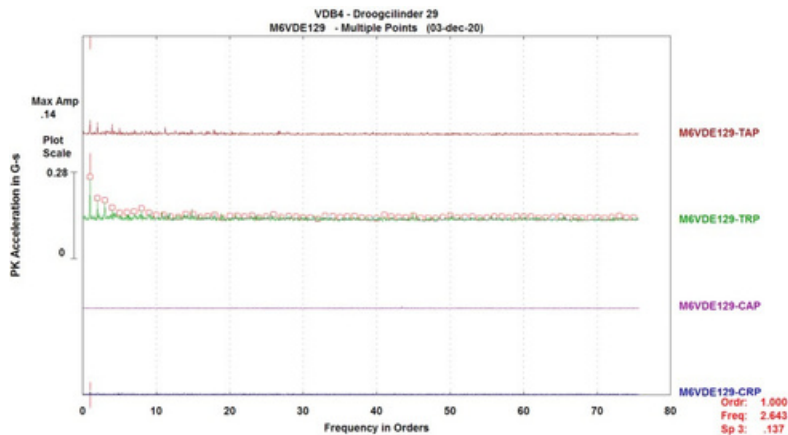
A może przy wyższych poziomach amplitudy BFPO (11,2x) po **stronie napędowej**?



Drive side

Front side

Cylinder 29- Pomiar obwiedni i poziom szumów Spectra

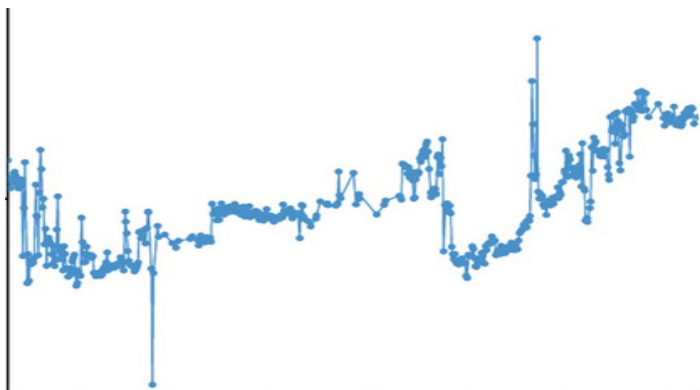
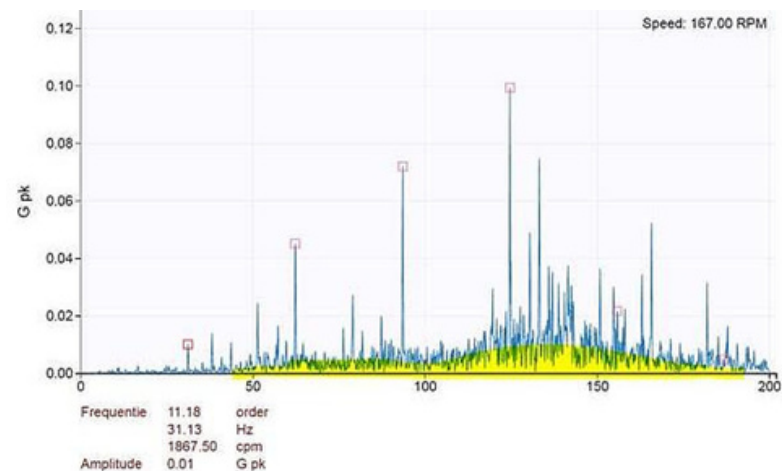


Uderzenia o wysokiej częstotliwości przy krotności 1x mogą być oznaką pęknięcia pierścienia wewnętrznego. Co znaczy:

„Pomiary obwiedni, takie jak PeakVue, SPM HD lub Spike, służą do wykrywania fal naprężeniowych spowodowanych uderzeniem (kontakt metal-metal), tarciami i pękaniem zmęczeniowym. Fale naprężeniowe rozchodzą się we wszystkich kierunkach, a prędkość rozchodzenia się od centrum uszkodzenia jest proporcjonalna do pierwiastka drugiego stopnia częstotliwości. Tak więc amplituda zmniejszy się, a czas trwania zdarzenia wzrośnie, gdy punkt pomiarowy będzie dalej usuwany z miejsca inicjacji”.

Aby dokładnie monitorować poziom drgań i szum spektralny, w tej starzejącej się papirni zastosowano **hybrydową metodę monitorowania** za pomocą bezprzewodowych czujników Wi-care 100.

Po pewnym czasie obserwuje się stopniowy wzrost poziomu szumów w widmie drgań, co jest oznaką pogorszenia się powierzchni tocznych.



Uwaga: Ogólny poziom drgań i poziomy amplitudy częstotliwości uszkodzeń łożysk nie wykazywały radykalnych zmian.

Cylinder 29- Działania naprawcze dla łożyska po stronie napędowej

Łożysko po stronie napędowej zostało wymienione podczas planowanego przestoju. Na szczęście pierścień wewnętrzny nie był pęknięty.

Powierzchnia toczna z jednej strony została poważnie uszkodzona z powodu nadmiernej niewspółosiowości łożyska, prawdopodobnie z powodu zdeformowanej obudowy lub ramy maszyny.

- Jednostronne zużycie ściernie z powodu dużego obciążenia i wewnętrznej niewspółosiowości łożyska: łożysko ustalające z przodu prawdopodobnie nie ma wystarczającej ilości miejsca na przemieszczenie osiowe.
- Korozja cierna na wale i na wewnętrznej średnicy. Należy pamiętać, że w widmach widoczna była harmoniczna 1x z powodu prawdopodobnego luźnego pasowania na wale.



Cylinder 29 - Pomiar łożyska po stronie napędowej **po działaniach naprawczych**

Pomiary poziomego drgań umożliwiają śledzenie historii stanu twoich łożysk

