



# Topics

- ▣ Onderhoudsstrategieën en de rol van PdM
- ▣ Vibration monitoring in brown-field applicaties
- ▣ Use-Case PepsiCo
- ▣ Green-field applicaties
- ▣ Conclusies



# Onderhoudsstrategieën & de rol van PdM

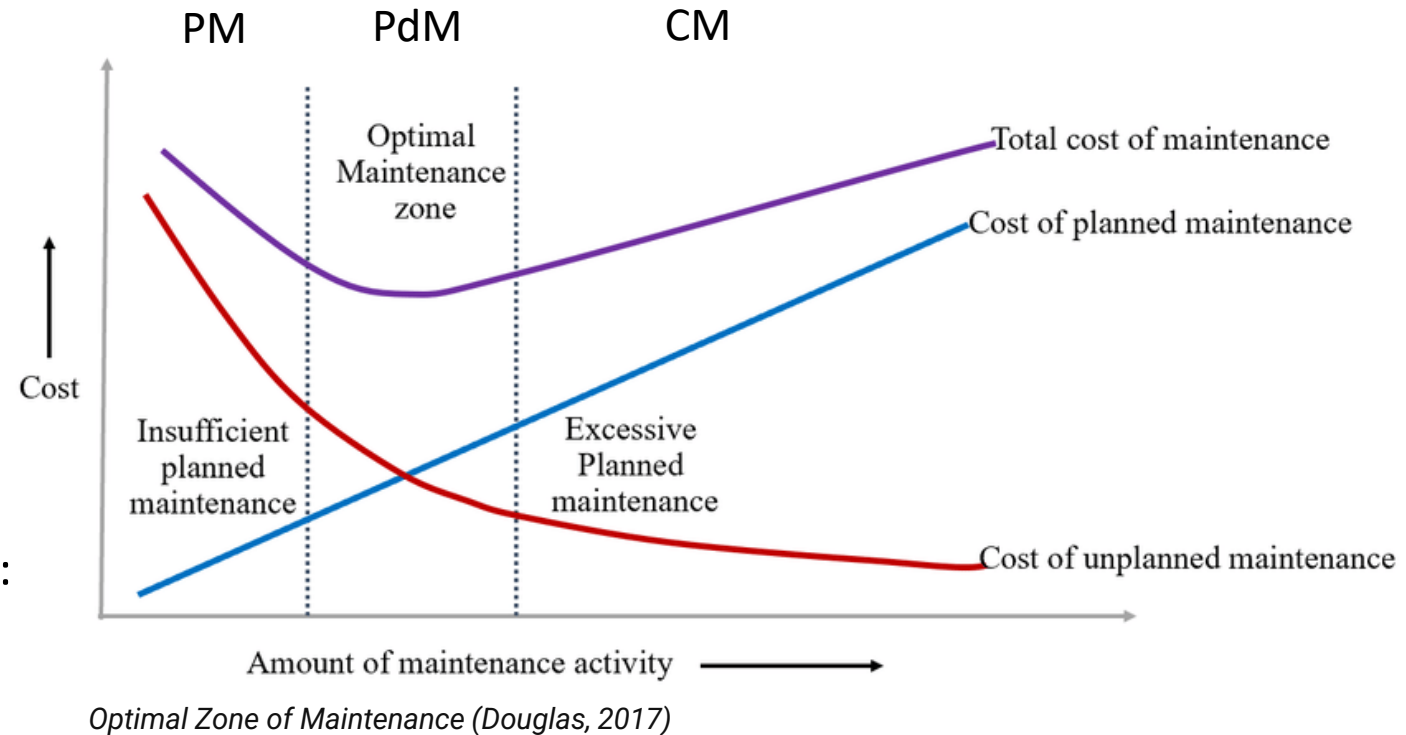
Er zijn verschillende maintenance policies:

- ▣ Preventief → gepland
- ▣ Correctief → ongepland
- ▣ Predictief → optimum voor zowel gepland als ongepland onderhoud

Voor predictief onderhoud is dus enig voorspellend vermogen benodigd.

Een PdM programma bestaat daarbij dan ook uit:

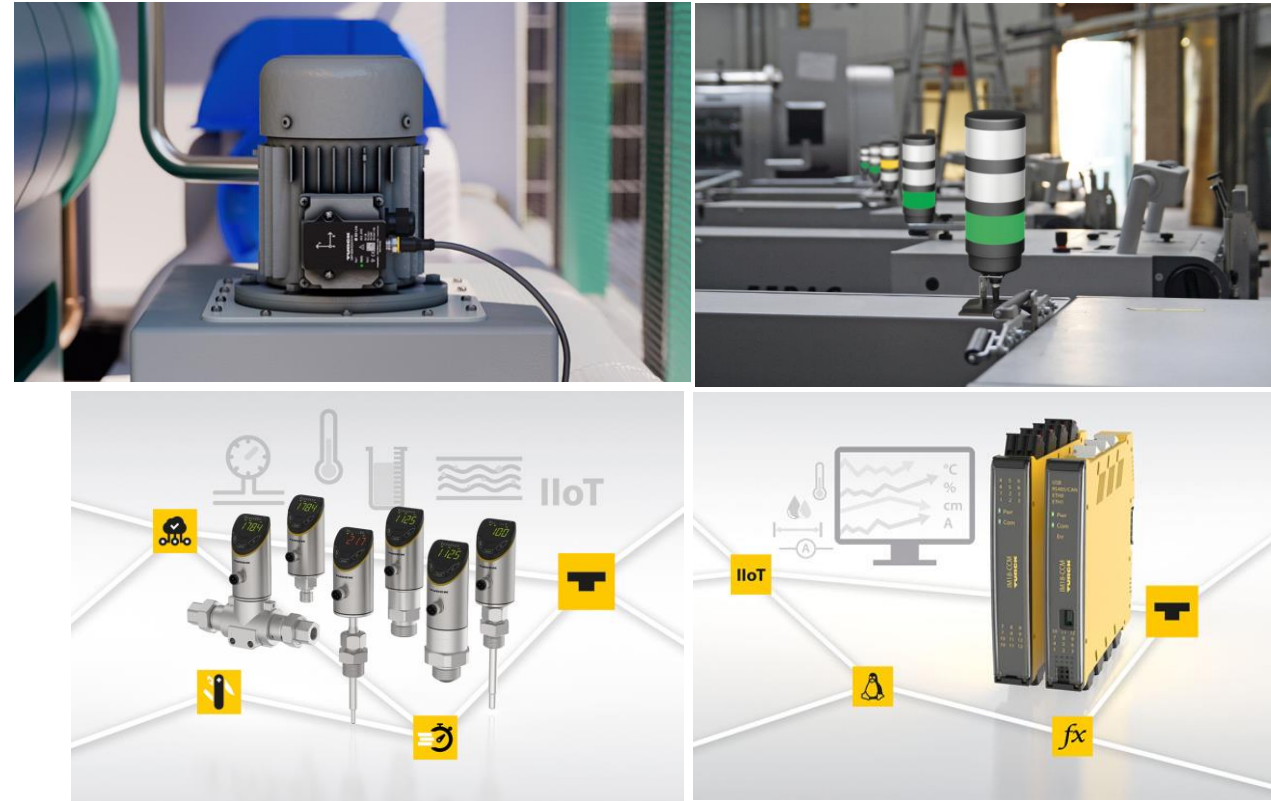
- ▣ Data acquisitie
- ▣ Data processing
- ▣ Decision making



# Data Acquisitie

## Permanente monitoring van:

- ☑ Vibratiemeting
- ☑ Druk
- ☑ Temperatuur
- ☑ Luchtvochtigheid
- ☑ Luchtstroming
- ☑ Niveaumeting
- ☑ Toestandsbewaking van stand-alone machines (bijv. draadloze overdracht van signalen van lampentorens)
- ☑ Stroomverbruik
- ☑ Maar bijv. ook bewaking van correcte sluitingspositie van kastdeuren
- ☑ Etc.



# Vibration monitoring in brown-field applicaties

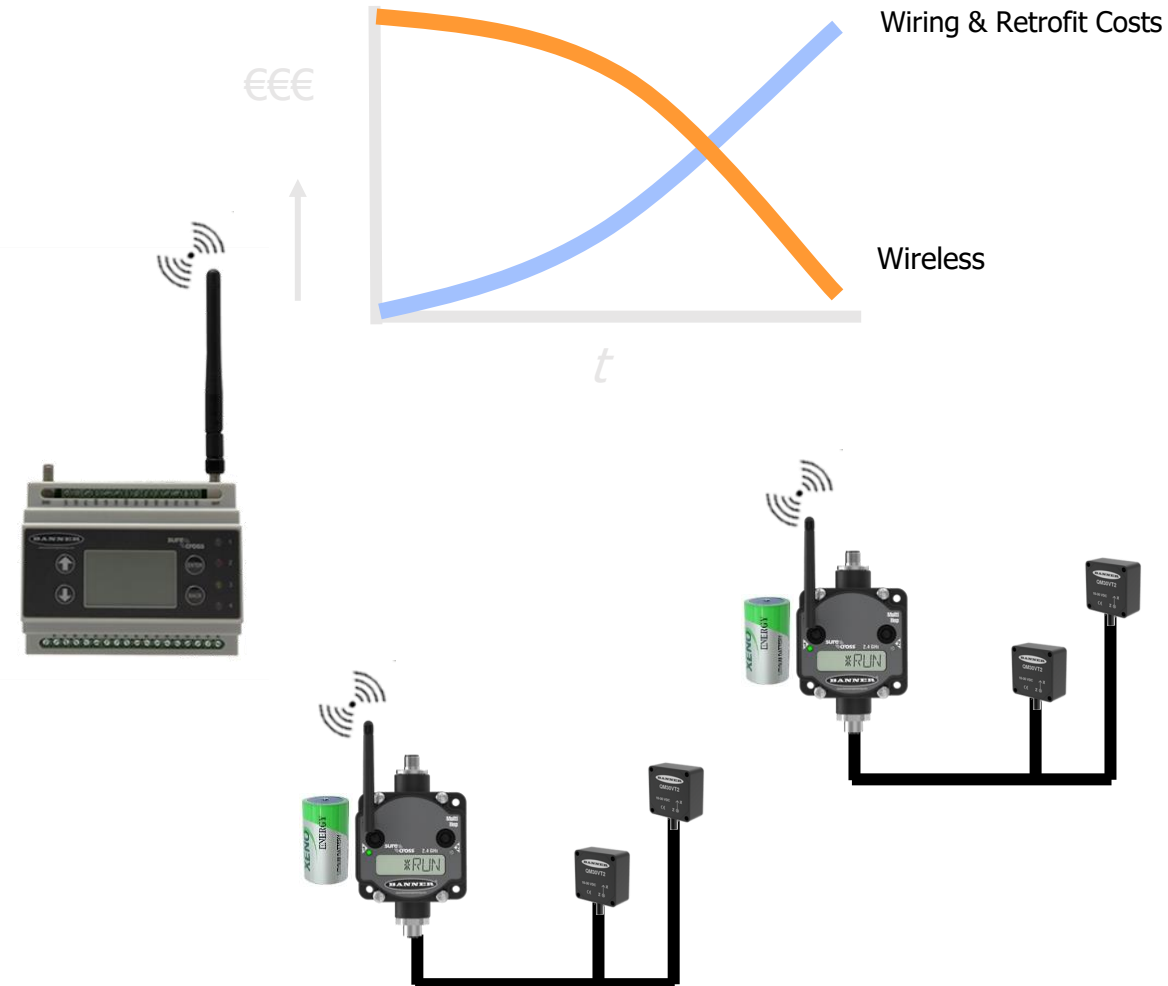
- ▣ Controle wordt periodiek uitgevoerd (om de 3 of 6 maanden)
- ▣ De frequentie van de analyse hangt af van het belang van de motor -> Kritisch = vaker
- ▣ Vaak uitgevoerd door onderhoudsbedrijven



# Permanente monitoring in brown-field

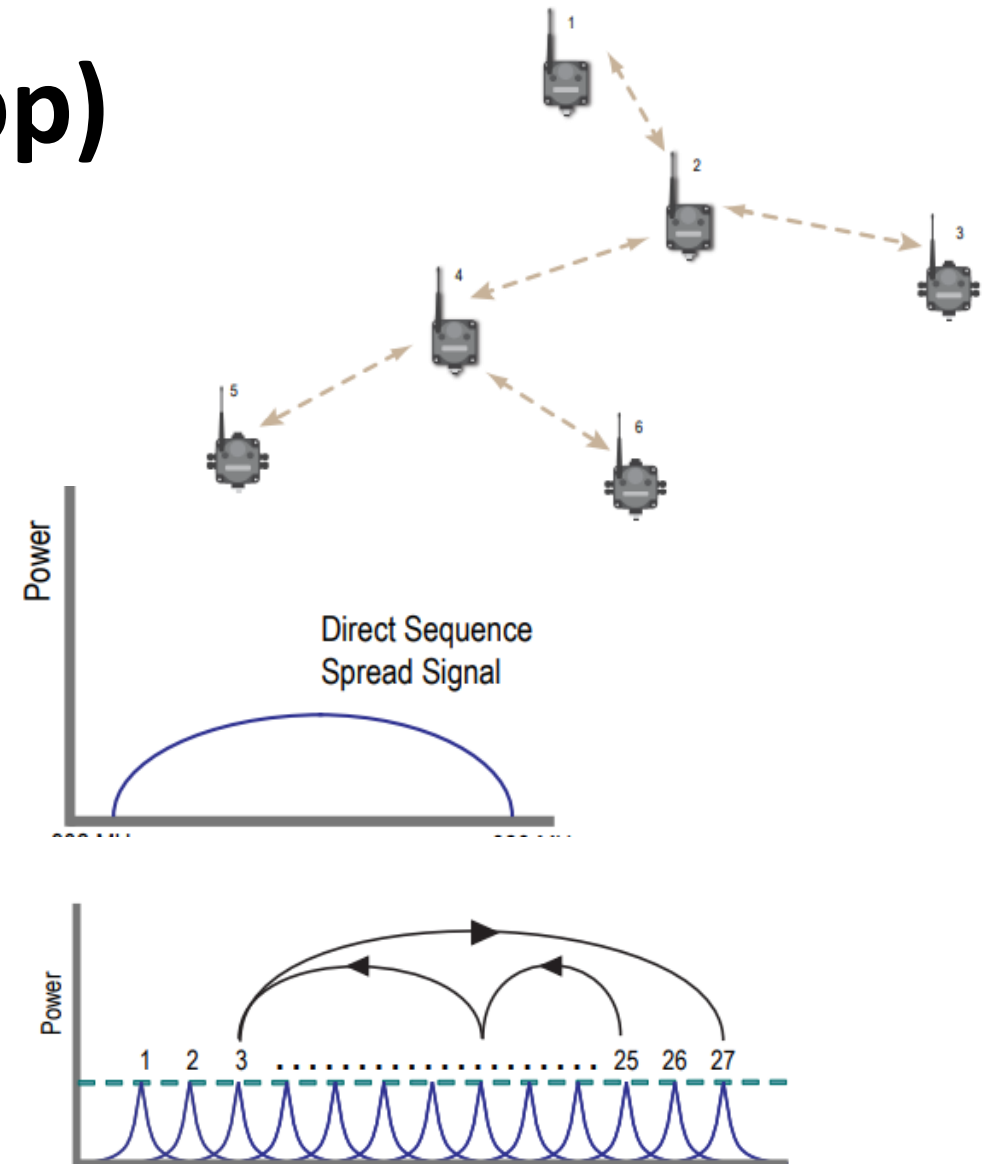
## Waarom wireless?

- Wanneer bedrading te duur is
- Wanneer bedrading te lang duurt
- Bij machines die bewegen en/of opnieuw geconfigureerd worden
- Op afgelegen machines of tanks
- Tijdelijke bewaking van faciliteit of proces
- Verzamel gegevens over oudere machines en sluit ze aan op het netwerk



# Industrial Wireless (MultiHop) FHSS vs. DSSS

- ❑ MutliHop Mesh netwerk, self-forming & autohealing
- ❑ Frequency Hopping, als er interferentie is op één kanaal, wordt de gegevenstransmissie geblokkeerd. De zender en ontvanger 'hoppen' naar het volgende kanaal in de hopping tabel en de zender zendt het datapakket opnieuw
- ❑ Frequency hopping technologie werkt het best voor kleine datapakketten in omgevingen met veel interferentie
- ❑ In het algemeen kan worden gesteld dat FHSS tien keer beter bestand is tegen interferentie van ongewenste RF-signalen dan DSSS.



# Breed spectrum aan equipment



Motors



Pumps



Compressors



Fans



Blowers

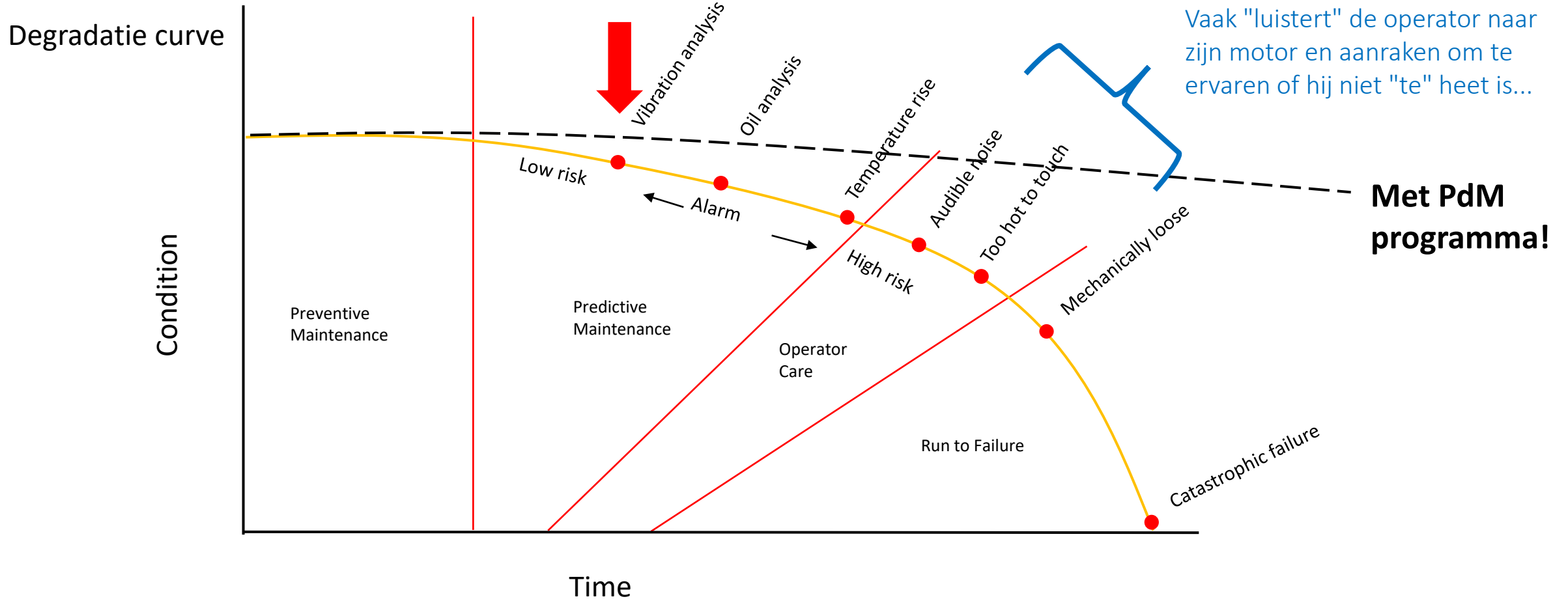


Gear boxes



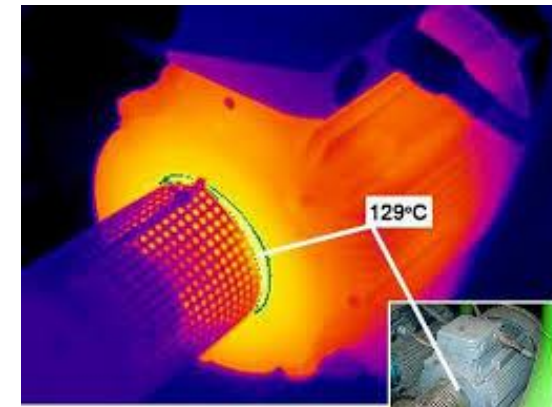
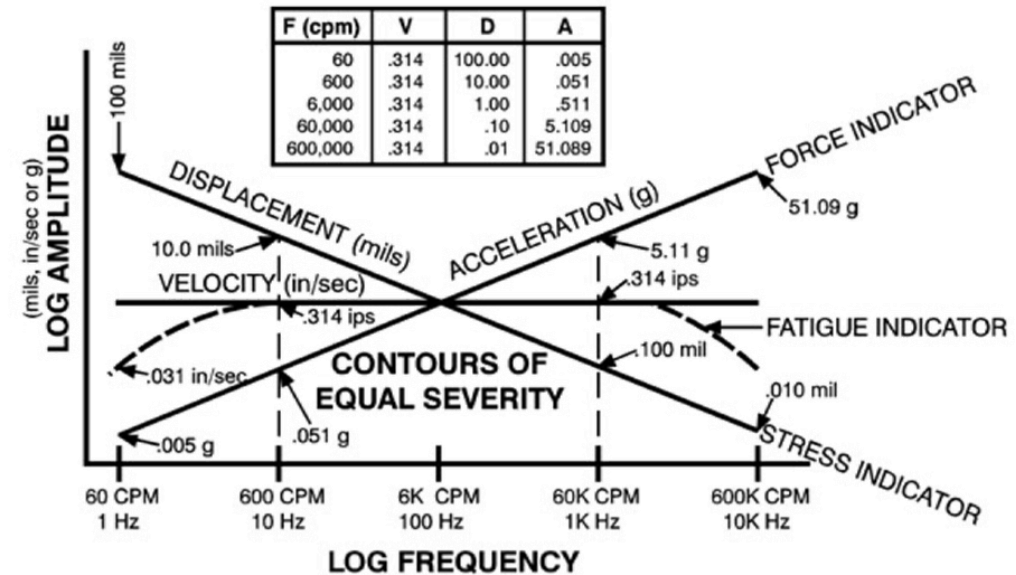


# Waarom Vibration Monitoring



# Vibration Monitoring Technieken

- Verplaatsing = bewogen afstand, lage frequentie vaak voor structurele vibraties (gebouwen etc.)
- Snelheid = snelheid van beweging. Meest uniforme respons over een breed spectrum van frequenties
- Versnelling = aantal keren dat de snelheid verandert. Hoogfrequente bewaking boven 2 KHz wordt gebruikt om bepaalde lager- en tandwieltrillingen te detecteren
- Maar natuurlijk ook temperatuur als bijv. gebrek aan smering of toegenomen wrijving

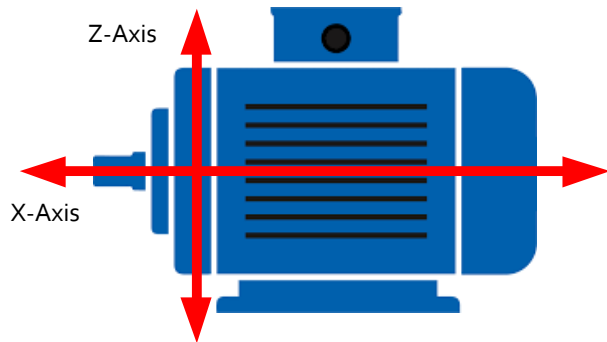


# Vibration Parameters



Z

Radial



X

Axial



ISO 10816 – 10 to 1000 Hz

>1000Hz






Low frequency bandwidth	High frequency bandwidth
Z-Axis RMS Velocity (mm/sec)	Z-Axis Peak Acceleration (G)
Z-Axis Peak Velocity Component Frequency (Hz)	Z-Axis Kurtosis
Z-Axis RMS Acceleration (G)	Z-Axis Crest Factor
Z-Axis Peak Velocity (mm/sec)	Z-Axis High-Frequency RMS Acceleration (G)
X-Axis RMS Velocity (mm/sec)	X-Axis Peak Acceleration (G)
X-Axis Peak Velocity Component Frequency (Hz)	X-Axis Kurtosis
X-Axis RMS Acceleration (G)	X-Axis Crest Factor
X-Axis Peak Velocity (mm/sec)	X-Axis High-Frequency RMS Acceleration (G)

# Data processing & decision making

## Unbalance Diagnosis

**If** Z-Axis Low Bandwidth RMS Velocity (mm/sec)   
**and**  
**If** Z-Axis 1x Band Total RMS Velocity (mm/s)   
**and**  
**If** Z-Axis 1x Band Peak Velocity Component RPM = set  
 RPM (+-1Hz)  
**then**  
 Rotor Unbalance or Excentricity

## Bearing Diagnosis

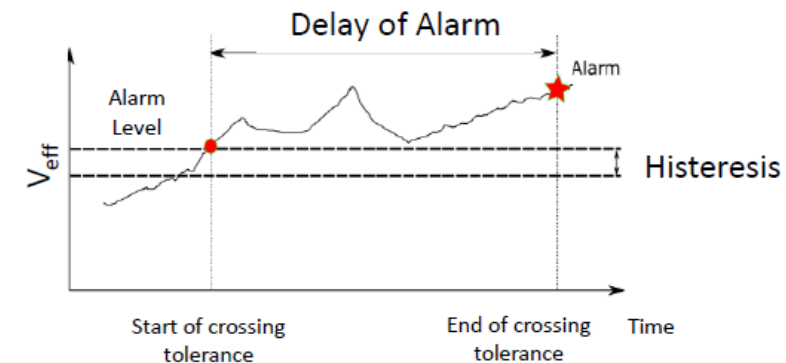
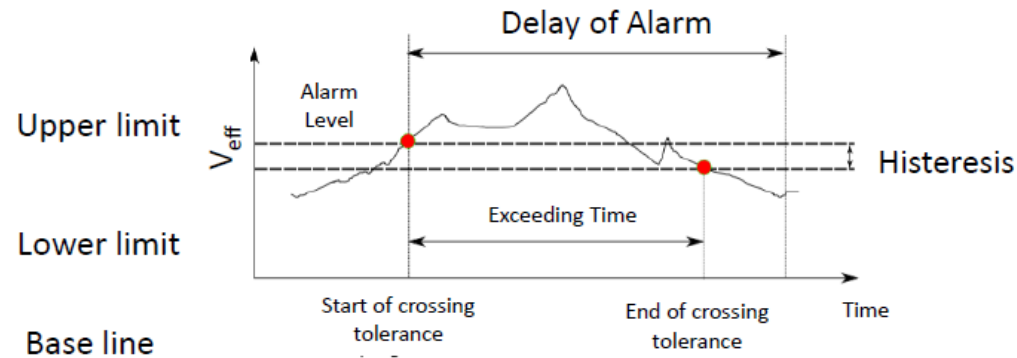
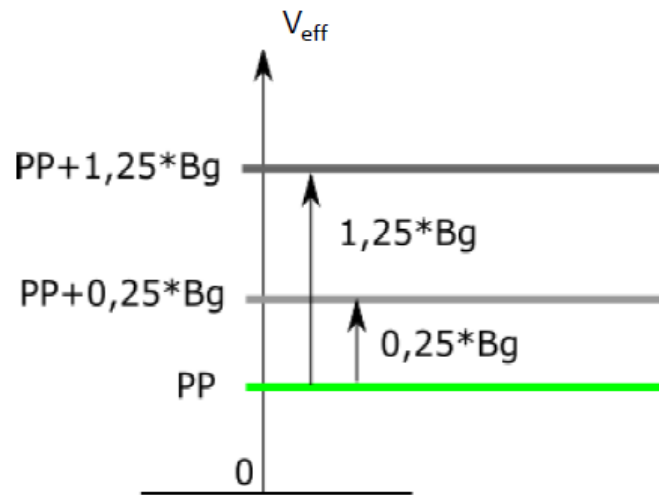
**If** Z-Axis High Bandwidth Kurtosis >5 or   
**or**  
**If** Z-Axis High Bandwidth Crest Factor   
**and**  
**If** Z-Axis High Bandwidth Peak Acceleration (G)   
**And**  
**If** Z-Axis High Bandwidth RMS Acceleration (G)   
**And**  
**If** Temperature   
**then**  
 Bearing defect



# Decision making door anomaliedetectie

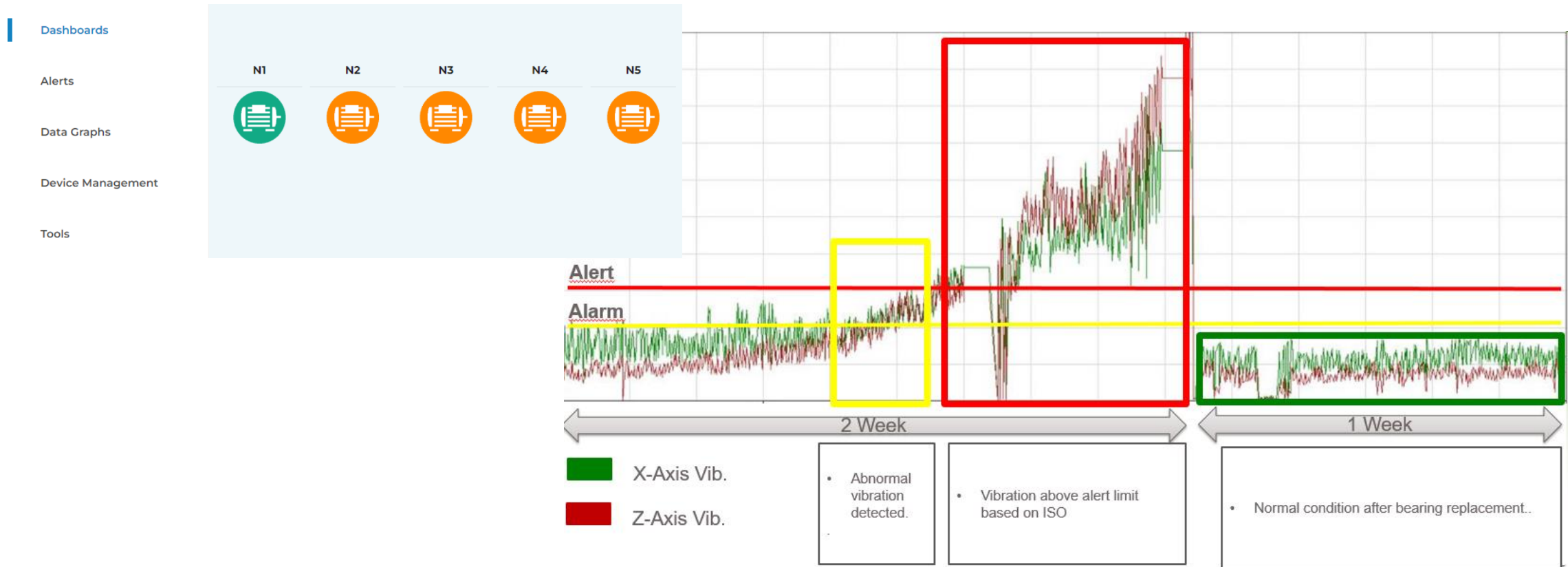
🚩 Vroegtijdige anomaliedetectie door permanente bewaking!

## False alarms reduction



# Data processing & decision making

## BANNER CLOUD DATA SERVICES (AWS CLOUD)



### Productie Proces Automatisering



# Use Case Pepsico Zaandam



PepsiCo Nederland voert als voedingsmiddelen producerend bedrijf bekende sterke merken, zoals 7UP, Alvalle, Caleb's Kola, Cheetos, Doritos, Duyvis, Gatorade, Lay's, Mountain Dew, Naked, Pepsi, Quaker, Snack a Jacks, Sunbreaks en Tropicana

PepsiCo Nederland staat in de top 6 van voedingsmiddelenbedrijven in Nederland.

In Nederland zijn er productielocaties in

- ▣ Zaandam (Duyvis)
- ▣ Rotterdam (Quaker)
- ▣ Broek op Langedijk (Lay's, Cheetos)

- ▣ Daarnaast samenwerking met Vrumona voor het bottelen en verkoop van koolzuurhoudende frisdranken.



# Use Case Pepsico Zaandam

- ▣ Een fout in één van de vacuümpompen geeft een verlies van 60% van de productiecapaciteit
- ▣ Kostensimulatie heeft aangetoond dat een PdM-programma gecombineerd met het vibration monitoring systeem van Banner Engineering kan resulteren in een gemiddelde kostenvermindering van 45% per jaar
- ▣ Daarnaast zal de gemiddelde tijd om de onderhoudswerkzaamheden te kunnen plannen met 4 weken toenemen.

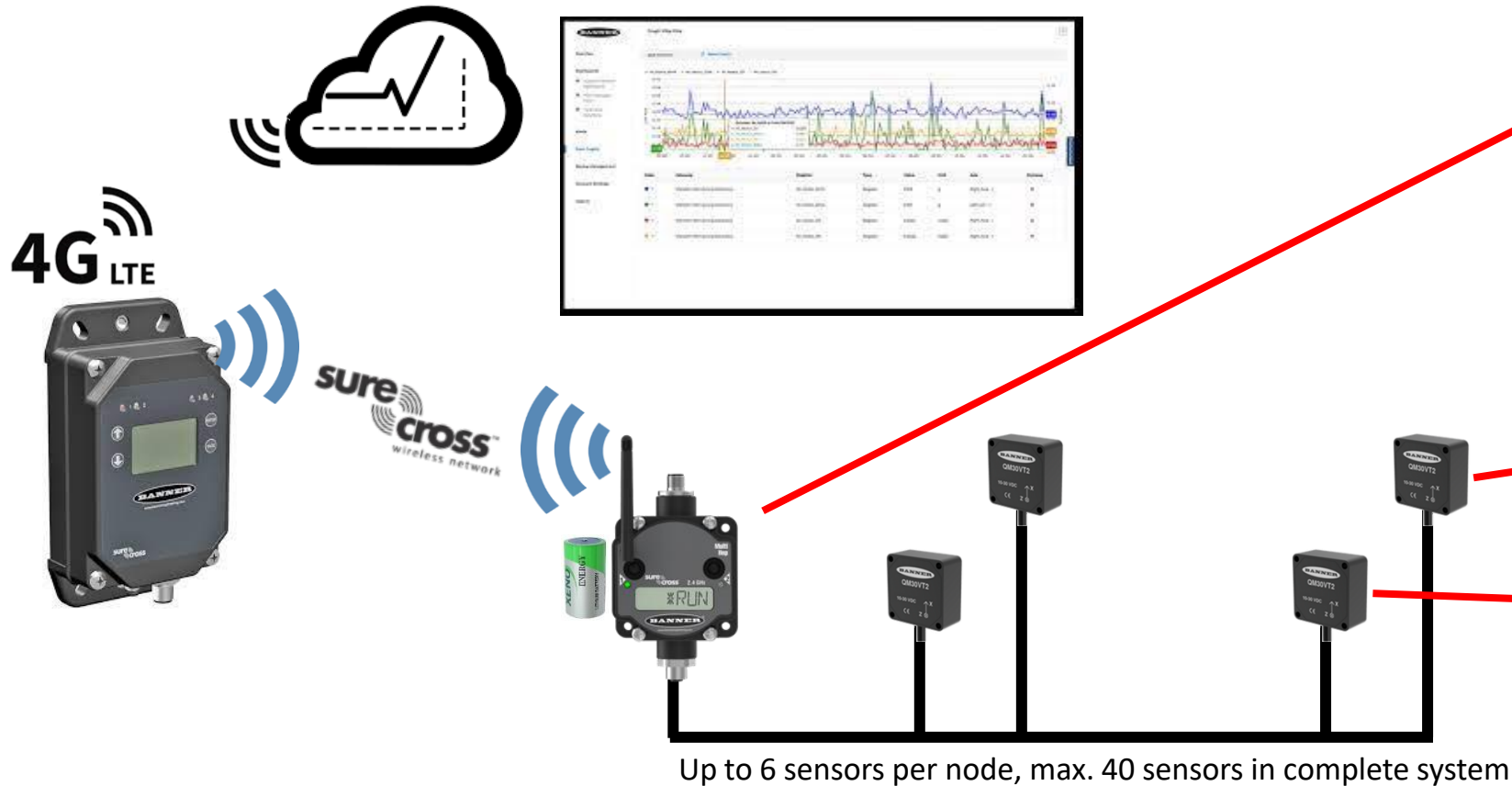
*Source: Analysing the cost-effectiveness of predictive maintenance programs using a simulation cost model. A case study for the vacuum compressor pumps at Duyvis (Pepsico Zaandam). Author: L.P. Mars TU Delft*





# Use Case Pepsico Zaandam

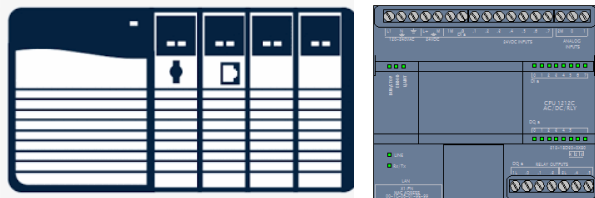
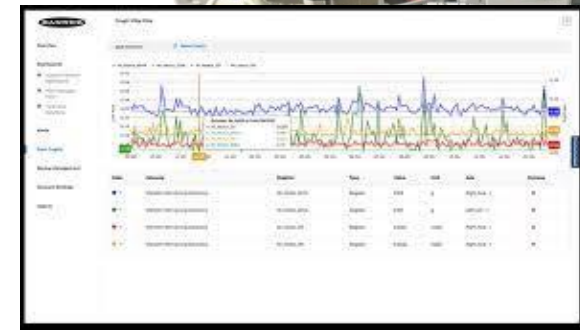
## BANNER CLOUD DATA SERVICES



Productie Proces Automatisering

# Use Case Pepsico Zaandam

- ▣ Lokaal algoritme en pre-processing m.b.v. script-basic files
- ▣ Data beschikbaar voor DCS / PLC control systemen op basis van Industrial Ethernet



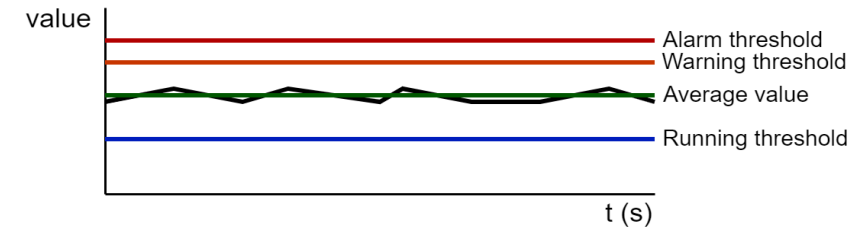
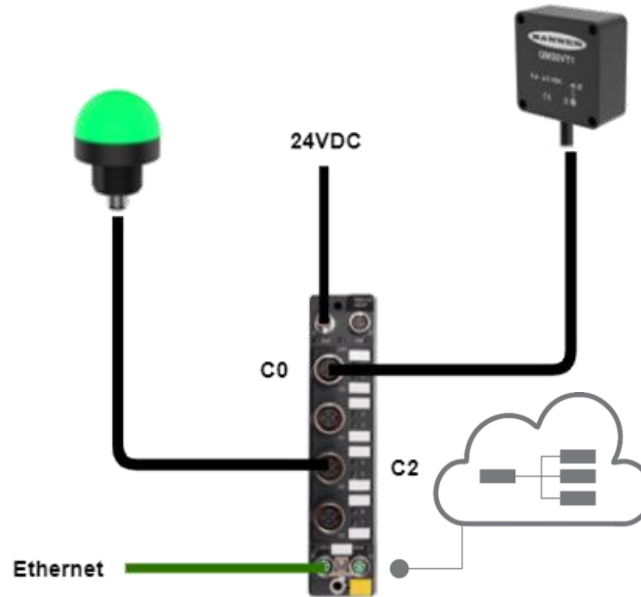
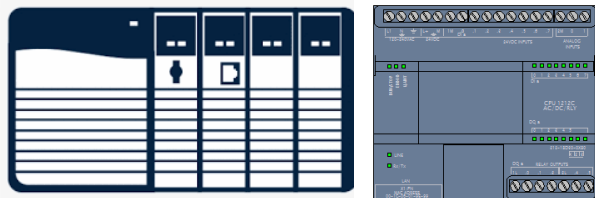
PROFINET® EtherNet/IP™ Modbus

● Productie Proces Automatisering



# Vibration monitoring in green-field

- ▣ Lokale pre-processing m.b.v. web-based programmeeromgeving
- ▣ Data beschikbaar voor DCS / PLC systemen op basis van Industrial Ethernet



TURCK			
MAIN			
Sensor 1		Sensor 2	
Sensor state	Temperature	Sensor state	Temperature
Connected	33	Disconnected	0
OK	OK	-	-
Z Velocity	X Velocity	Z Velocity	X Velocity
0.13	0.12	0	0
OK	OK	-	-
Z Hi Accel	X Hi Accel	Z Hi Accel	X Hi Accel
0.01	0.01	0	0
OK	OK	-	-

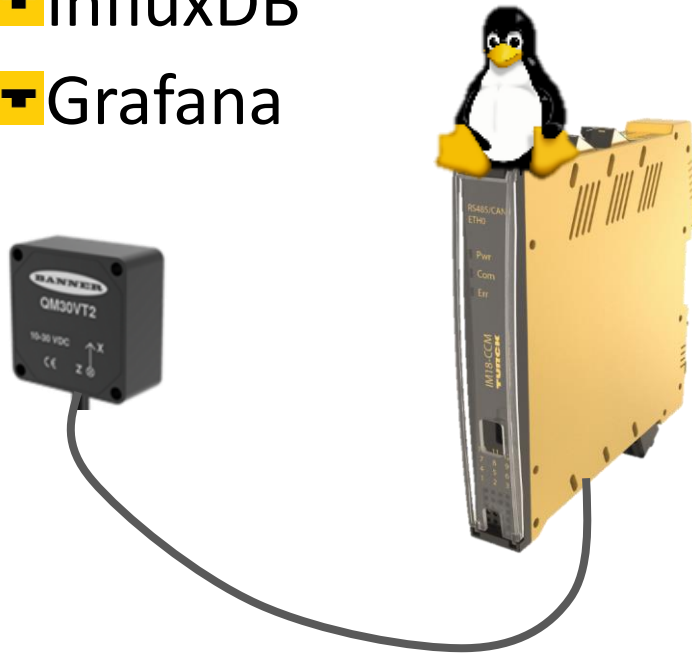
Vib\_Mon\_V1.0

PROFINET EtherNet/IP Modbus



# Vibration monitoring in green-field

- ▣ Edge gateway met kastbewaking
- ▣ Open Linux Debian OS
- ▣ InfluxDB
- ▣ Grafana



# Conclusies

- Met een Predictive Maintenance programma is een optimum te bereiken tussen preventief en gepland onderhoud, en correctief en ongepland onderhoud
- Voor een effectief PdM programma is permanente condition monitoring vereist voor data acquisitie en analyse
- Onderzoek heeft aangetoond dat voor kritieke productiemiddelen een significante kostenvermindering in onderhoud kan worden gerealiseerd met een effectief PdM programma
- Voor Brown Field applicaties is een robuust en flexibel wireless systeem vereist voor het eenvoudig kunnen toevoegen van monitoring points





**Gerjan Woelders**

Automation Systems Engineer

Turck B.V.

Ruiterlaan 7

8019BN Zwolle

Phone +31 (0)38 422 7750

Mail [gerjan.woelders@turck.com](mailto:gerjan.woelders@turck.com)



●  
● Productie Proces Automatisering

24 januari 2023 | Hart van Holland Nijkerk