

Dự án “Đẩy mạnh hoạt động tiết kiệm năng lượng trong các doanh nghiệp công nghiệp lớn thông qua hệ thống quản lý năng lượng và tối ưu hóa hệ thống và thực hành TKNL trong các DNVVN tại Việt Nam” ( IEEP)

# CHƯƠNG TRÌNH ĐÀO TẠO CHUYÊN GIA TỐI ƯU HÓA HỆ THỐNG KHÍ NÉN TRONG CÔNG NGHIỆP (MODULE 2)

Hà Nội, 19 - 22/11/2024





## CHƯƠNG TRÌNH ĐÀO TẠO CHUYÊN GIA TỐI ƯU HOÁ HỆ THỐNG KHÍ NÉN

Từ 19 đến 22/11/2024

Tại khách sạn Adonis - 55 Quang Trung, quận Hai Bà Trưng, Hà Nội

Và tại nhà máy thực địa ở Nam Định

**Ngày 1: 19/11/2024**

(Học tại khách sạn Adonis - 55 Quang Trung, quận Hai Bà Trưng, Hà Nội)

Thời gian	Nội dung	Người trình bày
8.00-8.30	Đăng ký học viên	
8.30-9.00	Giới thiệu	Chuyên gia quốc tế
9.00-10.00	Tổng hợp các kiến thức cơ bản	Chuyên gia quốc tế
10.00-10.15	Nghỉ giữa giờ	
10.15-12.00	Thực hiện khảo sát hệ thống khí nén	Chuyên gia quốc tế
12.00-13.15	Ăn trưa tại khách sạn	
13.15-15.00	Hướng dẫn cách sử dụng thiết bị đo	Nhà cung cấp thiết bị /Cà lớp/ Chuyên gia quốc tế
15.00-15.15	Nghỉ giữa giờ	
15.15-16.45	Hướng dẫn cách sử dụng thiết bị đo / Tổng quan về các tính toán hữu ích	Nhà cung cấp thiết bị /Cà lớp/ Chuyên gia quốc tế



BỘ CÔNG THƯƠNG

CHƯƠNG TRÌNH CHUYỂN DỊCH NĂNG LƯỢNG BỀN VỮNG VN-EU (SETP)

Đẩy mạnh hoạt động TKNL trong các DN công nghiệp lớn thông qua hệ thống quản lý NL  
và tối ưu hóa hệ thống và thực hành TKNL trong các DNVVN tại Việt Nam (IEEP)



Funded by  
the European Union



TỔ CHỨC PHÁT TRIỂN  
CÔNG NGHIỆP LIÊN HỢP QUỐC

**Ngày 2: 20/11/2024**

*(Học tại nhà máy thực địa ở tỉnh Nam Định)*

Thời gian	Nội dung	Người trình bày
6.45-7.00	Học viên tập hợp ở khách sạn Adonis	Cả lớp
7.00-9.00	Đi đến nhà máy thực địa bằng xe 45 chỗ	
9.00-9.10	Đến nhà máy	Cả lớp
	Giới thiệu	
9.10-9.20	Phát biểu chào mừng	Đại diện của nhà máy
9.20-9.45	Hướng dẫn về an toàn	Chuyên gia quốc tế
<b>9.45-10.00</b>	<b>Nghỉ giữa giờ</b>	
10.00-11.45	Đo đạc và thu thập dữ liệu (Mỗi nhóm tối đa 5-6 người)	Cả lớp
<b>12.00-13.30</b>	<b>Ăn trưa ở gần Nhà máy</b>	
13.30-16.30	Đo đạc và thu thập dữ liệu Kiểm tra rò rỉ tại khu vực Nhà máy	Cả lớp
17.00 – 18.00	Làm thủ tục nhận phòng tại khách sạn ở Nam Định	

**Ngày 3: 21/11/2024**

*(Học tại nhà máy thực địa ở tỉnh Nam Định)*

Thời gian	Nội dung	Người trình bày
7.45-8.00	Học viên tập hợp ở khách sạn (ở Nam Định) Đi đến nhà máy thực địa bằng xe 45 chỗ	Cả lớp
8.30-8.40	Đến nhà máy thực địa Hướng dẫn về an toàn	Chuyên gia quốc tế
8.40-11.45	Gỡ cài đặt logger, truy xuất dữ liệu	Cả lớp, Chuyên gia quốc tế
<b>11.45-13.30</b>	<b>Ăn trưa gần nhà máy</b>	
13.30-15.00	Xem lại dữ liệu đã ghi / Phân tích - Thảo luận nhóm	Cả lớp, Chuyên gia quốc tế
<b>15.00-15.30</b>	<b>Nghỉ giữa giờ</b>	
15.30-16.00	Phân tích tạm thời/tổng quan (Báo cáo hoàn thiện một phần) Trình bày về các phát hiện cho đại diện của nhà máy	Đại diện của nhà máy, Cả lớp, Chuyên gia quốc tế
16h-19h	Quay về Hà Nội	



BỘ CÔNG THƯƠNG

CHƯƠNG TRÌNH CHUYỂN DỊCH NĂNG LƯỢNG BỀN VỮNG VN-EU (SETP)

Đẩy mạnh hoạt động TKNL trong các DN công nghiệp lớn thông qua hệ thống quản lý NL  
và tối ưu hóa hệ thống và thực hành TKNL trong các DNVVN tại Việt Nam (IEEP)



Funded by  
the European Union



TỔ CHỨC PHÁT TRIỂN  
CÔNG NGHIỆP LIÊN HỢP QUỐC

**Ngày 4: 22/11/2024**

*(Học tại khách sạn Adonis - 55 Quang Trung, quận Hai Bà Trưng, Hà Nội)*

Thời gian	Nội dung	Người trình bày
8.00-8.30	Đăng ký học viên	Cả lớp
8.30-9.30	Phân tích / Viết báo cáo Hỏi đáp về chuyển thực địa	Chuyên gia quốc tế
9.30-10.00	Phân tích / Viết báo cáo Hỏi đáp về chuyển thực địa	Chuyên gia quốc tế
<b>10.00-10.15</b>	<b>Nghỉ giữa giờ</b>	
10.15-11.00	Viết báo cáo Hỏi đáp về chuyển thực địa	Chuyên gia quốc tế
11.00-11.30	Các bước tiếp theo (Đánh giá nhà máy ứng viên và hội thảo trực tuyến)	Chuyên gia quốc tế
11.30-12.00	- Tổng kết khóa học - Bế mạc	Đại diện văn phòng dự án UNIDO
12.00-13.00	<b>Ăn trưa tại khách sạn</b>	Cả lớp

# Hệ thống khí nén

Ian Moore CEng FIMechE  
Chuyên gia hệ thống khí nén UNIDO

## Phần 1. Hệ thống khí nén cơ bản

## Chương trình học

- ☐ Giới thiệu
- ☐ Tổng hợp các kiến thức cơ bản
- ☐ Thực hiện khảo sát hệ thống nén khí
- ☐ Trường hợp khảo sát cụ thể
- ☐ Tổng quan về các tính toán hữu ích
- ☐ Khảo sát thực tế tại địa điểm của người dùng
- ☐ Đánh giá và phân tích dữ liệu từ địa điểm

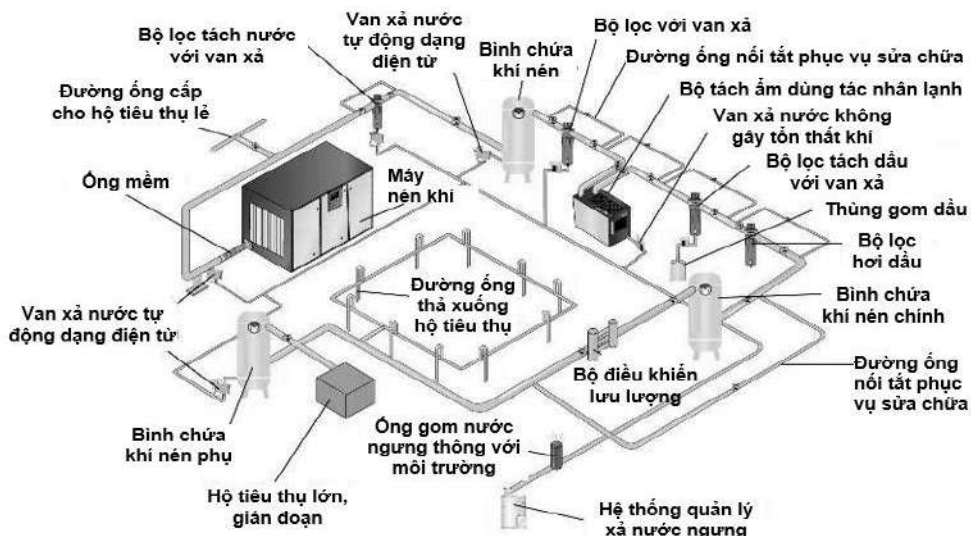
## Khí nén - Các điểm chính

- 10% điện công nghiệp thường được sử dụng để sản xuất khí nén
- Ở Việt Nam, tương đương khoảng 31.836.105.000.000 VND
- Với mức 30% trung bình có thể tiết kiệm với chi phí thấp hoặc không mất phí, tương đương với 1.228.864 tấn CO<sub>2</sub>
- Khí nén KHÔNG phải là miễn phí - đó là nguồn tài nguyên đắt đỏ - đừng lãng phí nó

Poverty Reduction through Productive Activities • Trade Capacity Building • Energy and Environment

## Hệ thống khí nén

### Hệ thống khí nén đặc trưng



Poverty Reduction through Productive Activities • Trade Capacity Building • Energy and Environment



# Các vấn đề thường gặp trong thực tế

## Các biểu hiện

- Chi phí vận hành cao
- Tổn thất áp suất lớn
- Khí ẩm
- Tổn thất xả hoặc lọc cao
- Độ tin cậy thấp

## Nguyên nhân

- Kích thước không phù hợp
  - Máy nén
  - Máy sấy
  - Bộ lọc
  - Bồn chứa
  - Hệ thống đường ống
- Điều khiển kém
- Làm mát không đủ
- Bảo trì kém

## Hệ thống thực tế tốt nhất bao gồm những gì?

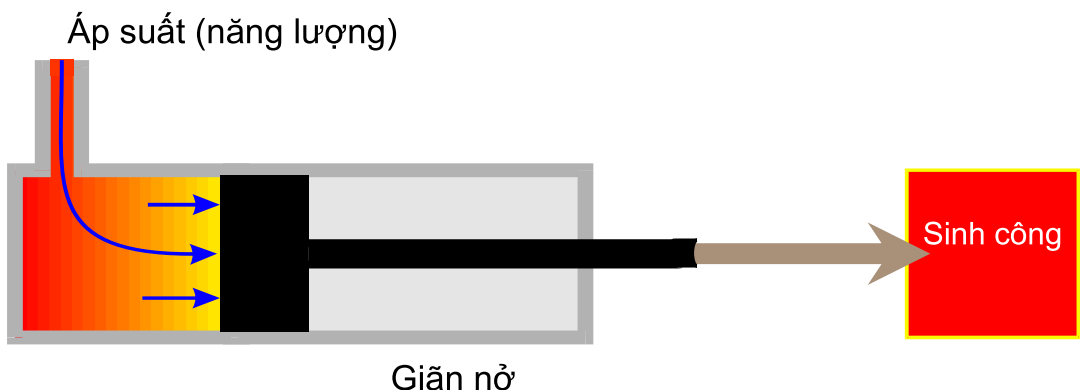
- Máy nén phù hợp với nhu cầu và được điều khiển tốt
- Máy nén hiệu suất cao và được bảo dưỡng tốt
- Xử lý khí theo tiêu chuẩn tối thiểu bắt buộc
- Máy sấy hoạt động hiệu quả
- Nước ngưng được thu gom và xử lý đúng cách
- Đường ống có kích thước phù hợp ở mọi chỗ
- Áp suất vận hành được giữ ở mức yêu cầu tối thiểu
- Độ sụt áp suất <0,5 bar trong nhà máy khí nén
- Độ sụt áp suất <0,2 bar trong hệ thống
- Rò rỉ <10% nhu cầu trung bình
- Chỉ mở cấp khí khi cần thiết

# Tổng quan về khí nén cơ bản

- ✓ Hiểu rõ về khí nén
- ✓ Máy nén
- ✓ Xử lý & ngưng tụ
- ✓ Lắp đặt khí nén
  - Nhà máy nén
  - Bình chứa
  - Phân phối
- ✓ Cơ hội tối ưu hoá

## Định luật vật lý

KHÍ NÉN là không khí trong khí quyển bị ép. Điều đó có nghĩa là năng lượng được lưu trữ trong khí. Khi khí nén giãn nở trở lại, năng lượng này được giải phóng dưới dạng CÔNG.

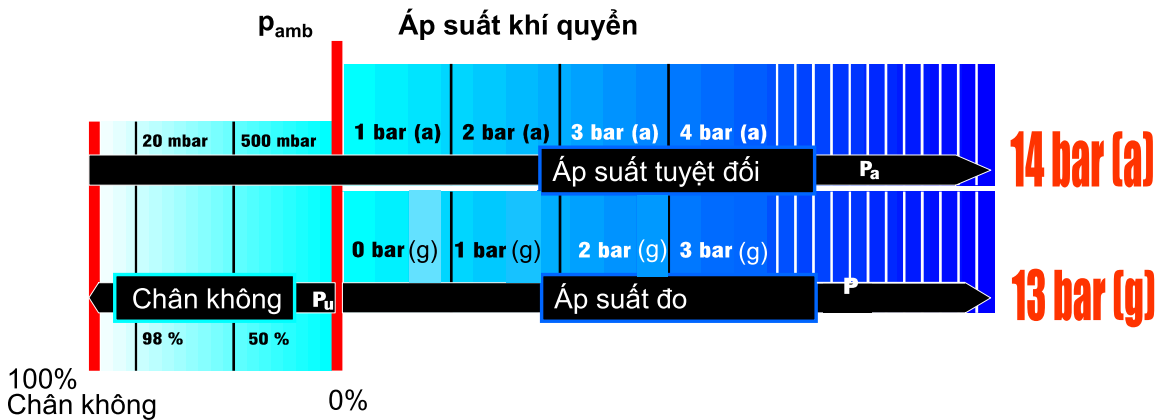


## Áp suất tuyệt đối...

... Là áp suất được đo với mốc chân không tuyệt đối. Nó được sử dụng cho tất cả các phép tính lý thuyết, được yêu cầu sử dụng trong các ứng dụng chân không và quạt gió

## Áp suất dư...

... Là áp suất tham chiếu thực tế và đo được khi lấy mốc là áp suất khí quyển



## Định nghĩa về áp suất

Tổng quan:

$$\text{Áp Suất (p)} = \frac{\text{Lực (F)}}{\text{Diện tích (A)}}$$

Đơn vị:

$$1 \text{ Pascal (Pa)} = \frac{1 \text{ Newton (N)}}{1 \text{ m}^2 \text{ (A)}}$$

### Tương đương

$$10^5 \text{ Pa} = 1 \text{ bar}$$

$$1 \text{ MPa} = 10 \text{ bar}$$

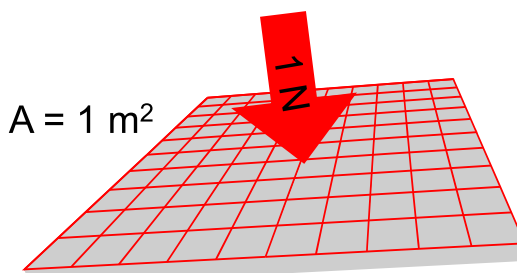
$$1 \text{ hPa} = 0.001 \text{ bar}$$

Áp suất đo lường

$$1 \text{ bar} = 14.5 \text{ psi(g)}$$

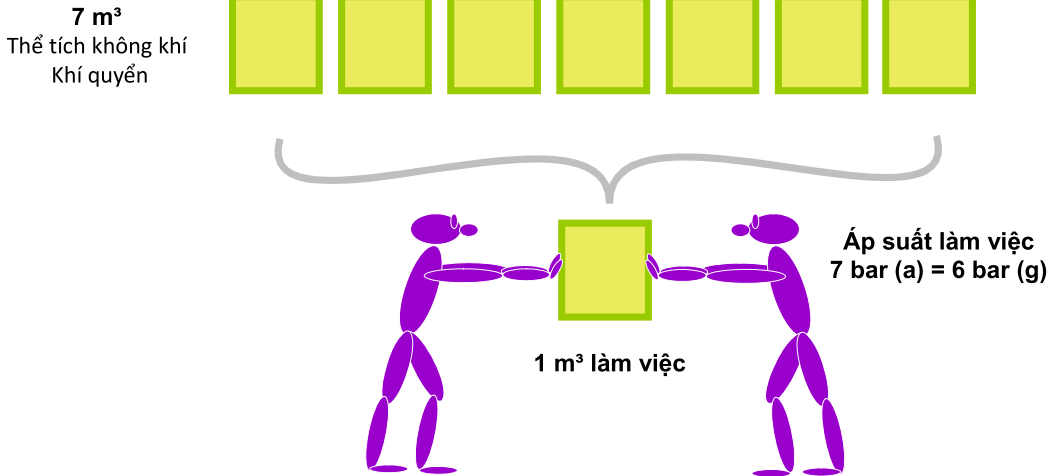
$$1 \text{ bar} = 10197 \text{ mmWC}$$

$$1 \text{ bar} = 750.062 \text{ Torr}$$



# Thể tích

Áp suất không khí ở môi trường : 1 bar (a)



**Phương trình khí** Định luật khí liên quan đến hệ thống kín:

$$\frac{p_0 \times V_0}{T_0} = \frac{p_1 \times V_1}{T_1} = R = \text{hằng số}$$

p = áp suất (bar (tuyệt đối))

V = thể tích (m<sup>3</sup>)

T = Nhiệt độ (K)

R = Hằng số khí đặc biệt

$$\text{e.g. } R = 28.96 \frac{\text{bar} \cdot \text{m}^3}{\text{K}} = 289.6 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

cho không khí khô

# Khí nén - cơ bản

- Máy nén được đánh giá ở điều kiện đầu vào của chúng

- 500 cfm = 500 cfm ở đầu vào máy nén
- $250 \text{ m}^3/\text{giờ} = 250 \text{ m}^3/\text{giờ}$  ở đầu vào máy nén

Không khí vào



Máy nén



Khí ra



**Khí tự nhiên**

Áp suất: 1000 mbarA

Thể tích:  $8 \text{ m}^3$

Khối lượng: 10 Kg

**Khí nén**

Áp suất : 7 barg (8 barA)

Thể tích:  $1 \text{ m}^3$

Khối lượng: 10 Kg

Poverty Reduction through Productive Activities • Trade Capacity Building • Energy and Environment

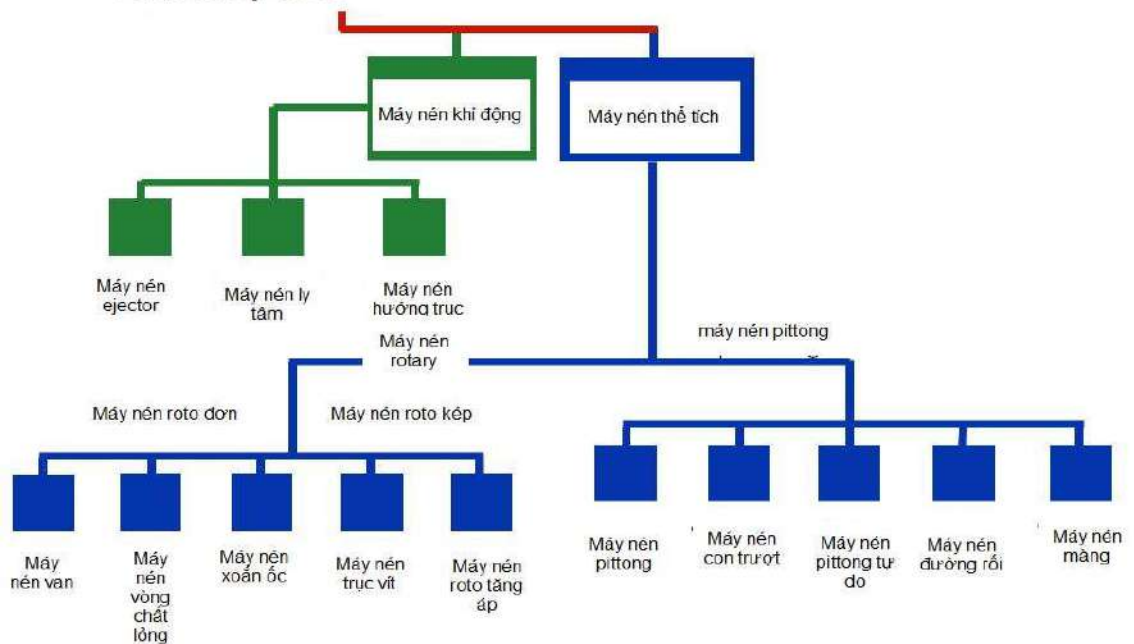
## Định nghĩa về thể tích

	Nhiệt độ	Áp suất	Độ ẩm tương đối	Tỷ trọng
Thể tích theo DIN 1343 - Bình thường	$0^\circ\text{C} = 273.15\text{K}$	1.01325 bar	0%	$1.294 \text{ kg/m}^3$
Thể tích theo DIN/ISO 2533 - Tiêu chuẩn	$15^\circ\text{C} = 288.15\text{K}$	1.01325 bar	0%	$1.225 \text{ kg/m}^3$
Thể tích liên quan đến áp suất khí quyển (trạng thái bình thường)	Nhiệt độ khí quyển	Áp suất khí quyển	Độ ẩm khí quyển	Thay đổi
Thể tích liên quan đến trạng thái hoạt động	Nhiệt độ làm việc	Áp suất làm việc	Biến đổi	Biến đổi

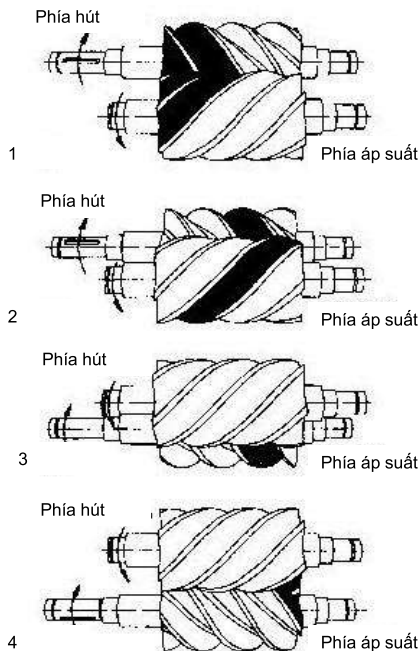
Poverty Reduction through Productive Activities • Trade Capacity Building • Energy and Environment

# Máy nén

## Loại máy nén



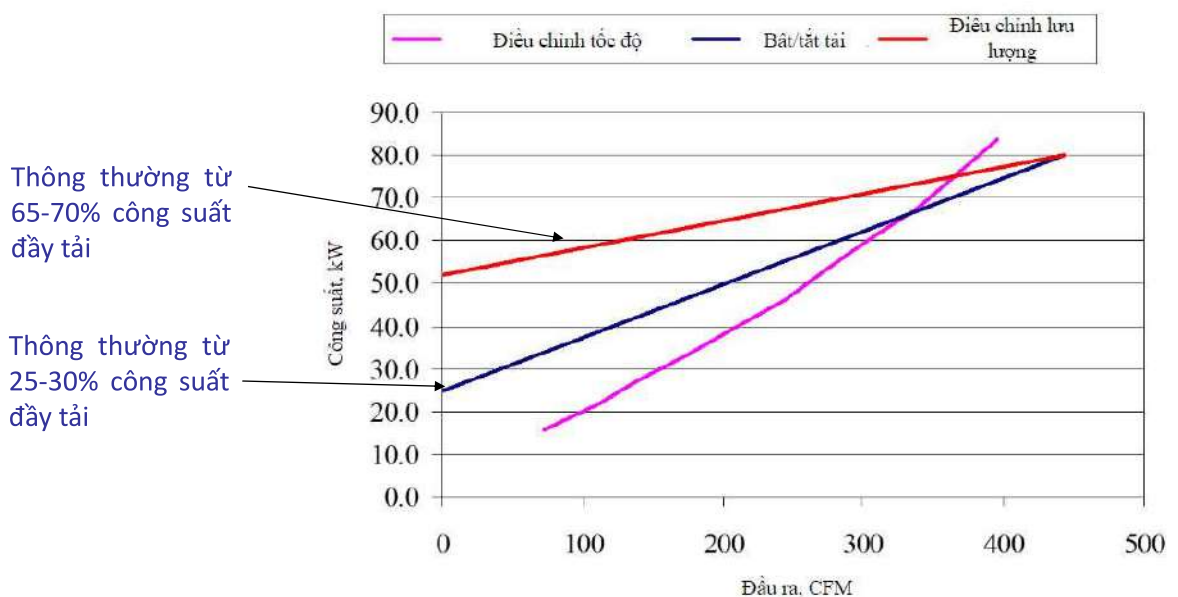
# Máy nén trục vít



Phun dầu – một cấp  
Không dầu – hai cấp

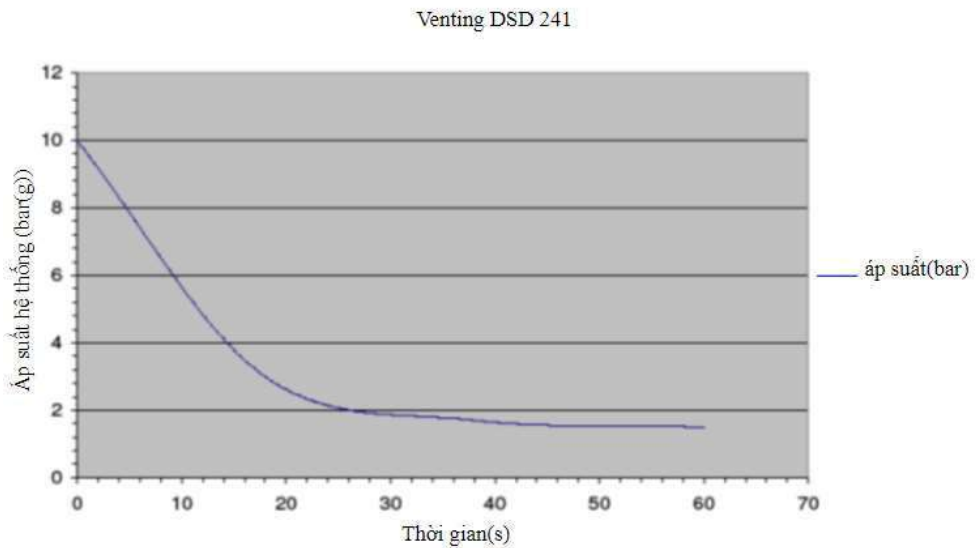
Poverty Reduction through Productive Activities • Trade Capacity Building • Energy and Environment

## Điều khiển máy nén – hoạt động tích cực



Poverty Reduction through Productive Activities • Trade Capacity Building • Energy and Environment

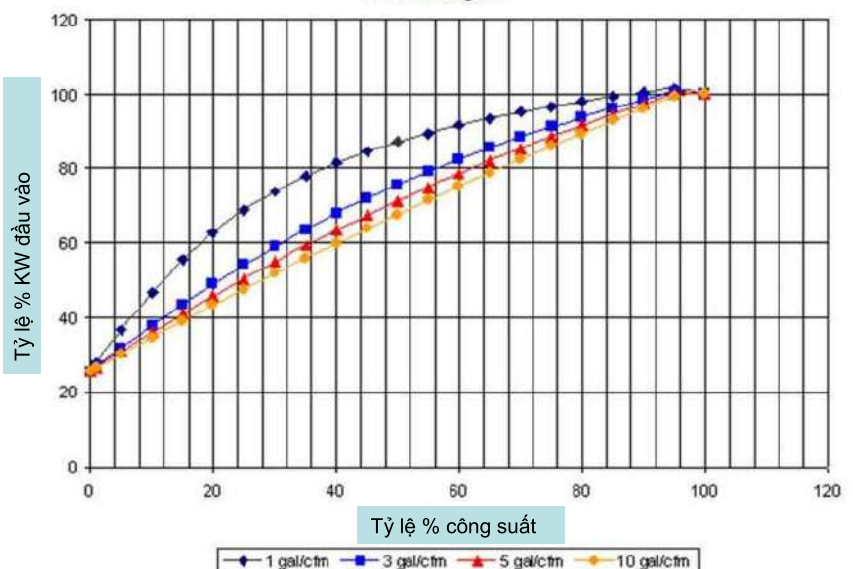
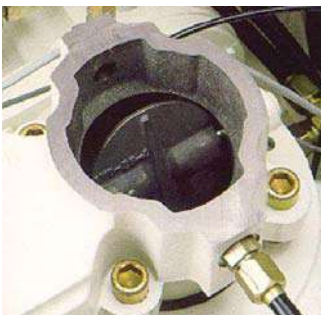
## Thời gian không tải



Poverty Reduction through Productive Activities • Trade Capacity Building • Energy and Environment

## Điều khiển bật/tắt tải

KW trung bình và khả năng nén trung bình với kiểu điều khiển có tải/ không tải



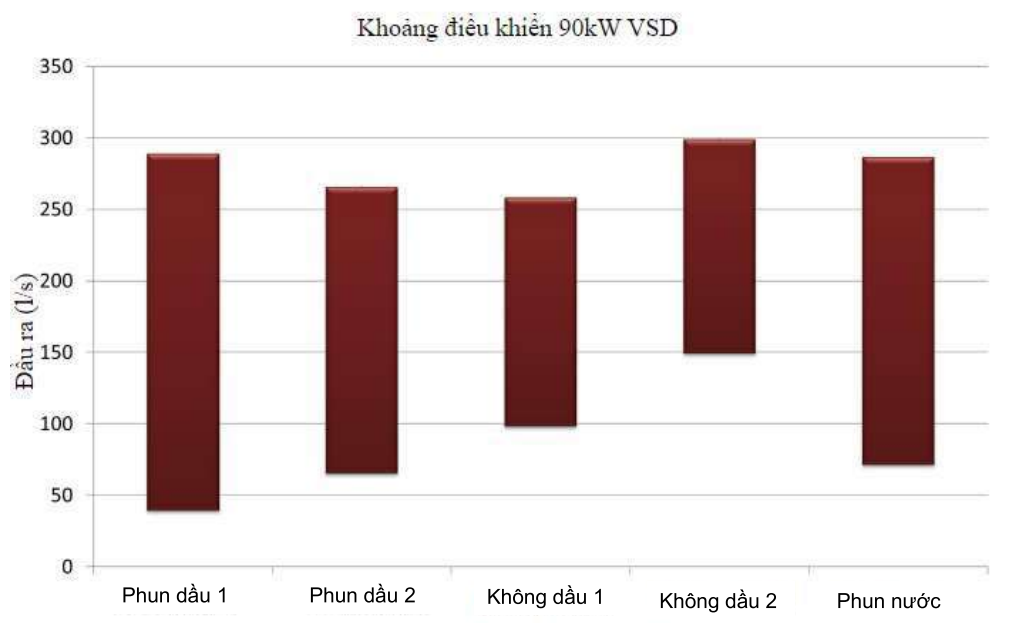
Copyright Compressed Air Challenge

Poverty Reduction through Productive Activities • Trade Capacity Building • Energy and Environment



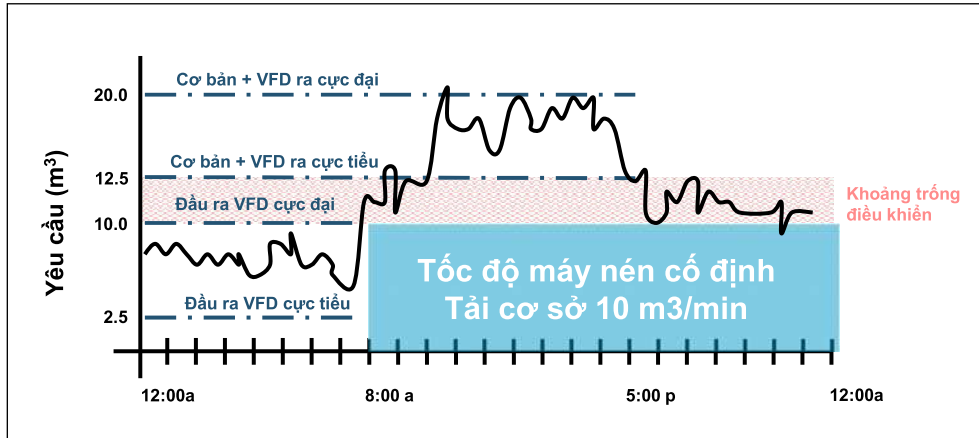
## Máy nén VSD

- ✓ Kích thước máy nén để đáp ứng phạm vi nhu cầu
- ✓ Tránh khoảng trống điều khiển
- ✓ Tối đa hóa việc chạy ở tốc độ tầm trung
- ✓ Hãy nhớ rằng không phải tất cả các VSD đều cung cấp cùng một phạm vi hiệu suất



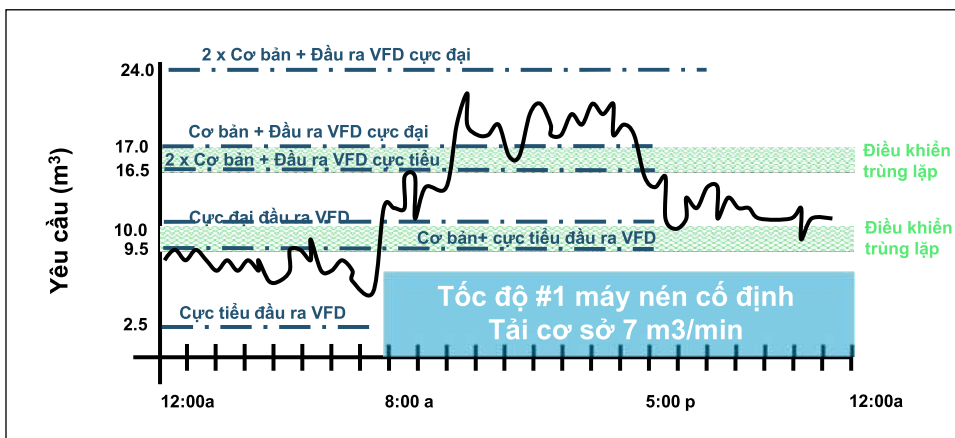
## VSD

### “Khoảng trống điều khiển”



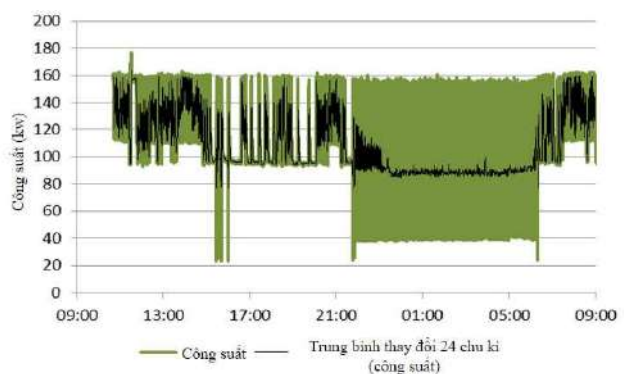
## VSD

### Loại bỏ “Khoảng trống điều khiển”



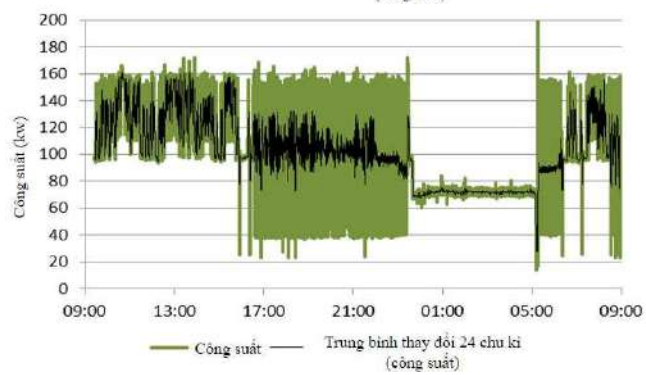
# Áp dụng VSD sai

Biểu đồ 1 – chu kỳ hoạt động cùng nhau VSD và bật/tắt

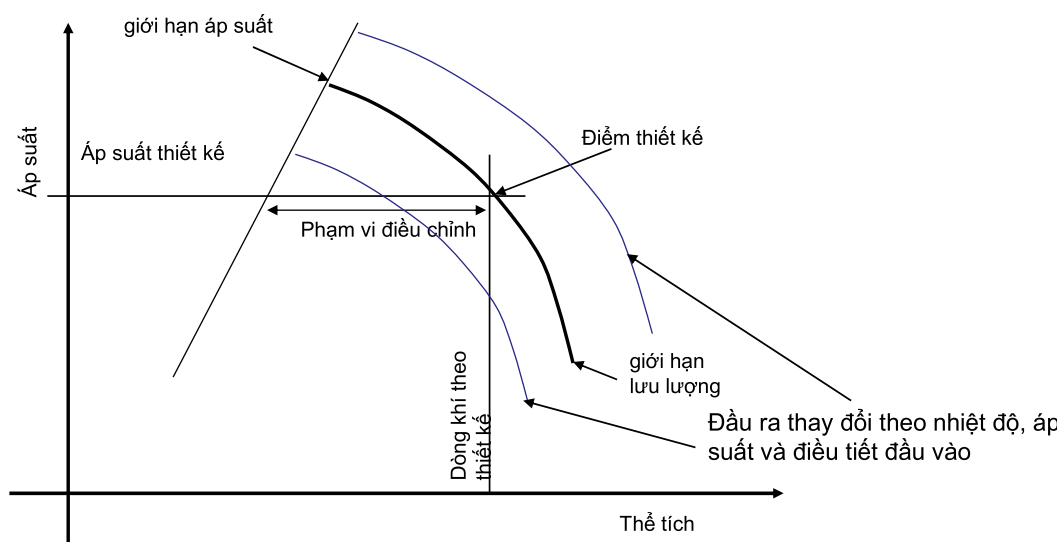


Biểu đồ 2 – VSD độc lập

Thay đổi cài đặt điều khiển làm giảm tải đêm 20 kW



## Phạm vi điều khiển máy nén ly tâm



## Hiệu suất - so sánh mức tiêu thụ điện năng cụ thể

$$\text{Công suất tiêu thụ cụ thể}^* = \frac{\text{Công suất}^* \text{ tại kW}}{\text{Hiệu quả FAD tại m}^3 / \text{phút}}$$

$$P_{\text{spec}} = \frac{P^*}{\dot{V}}$$

- Tùy thuộc vào điểm tham chiếu:
  - công suất trục máy nén
  - công suất đầu ra của động cơ
  - công suất điện đầu vào

## Bảo trì

- Nguyên nhân nào gây ra tình trạng giảm hiệu suất máy nén?
- Đường rò rỉ bên trong
- Làm mát kém
- Ma sát bên trong lớn
- Tổn thất áp suất bên trong
- Bôi trơn kém
- Bảo dưỡng kém hoặc ít

## Các dấu hiệu quan trọng khác của việc vận hành hiệu quả

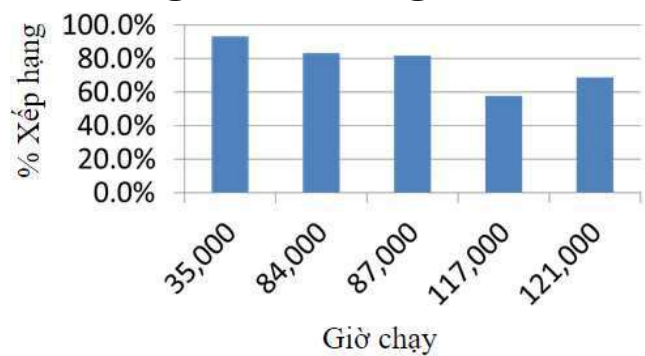
- ✓ Tổng số giờ chạy
- ✓ Rò rỉ dầu và rò rỉ không khí từ bên trong
- ✓ Tiếng ồn ổ trục khi chạy không có tải
- ✓ Giảm áp suất bộ tách (bơm dầu)
- ✓ Áp suất và nhiệt độ bộ làm mát trung gian
- ✓ Cân bằng nhiệt độ tất cả các đầu (recipes)
- ✓ Hệ thống không tải hoạt động chính xác

Poverty Reduction through Productive Activities • Trade Capacity Building • Energy and Environment

## Thông số vận hành

- ✓ Áp suất làm mát trung gian (2-2,4 barg)
- ✓ Nhiệt độ giai đoạn – lý tưởng là cân bằng
- ✓ Nhiệt độ không khí xả
  - Làm mát bằng không khí – cao hơn 10 độ so với nhiệt độ môi trường
  - Làm mát bằng nước – cao hơn 5 độ so với nhiệt độ nước
- ✓ Nhiệt độ đầu vào – Càng gần nhiệt độ môi trường càng tốt
- ✓ Độ giảm áp suất bộ lọc đầu vào <45mbar
- ✓ Độ giảm áp suất bộ tách dầu <0,2 bar

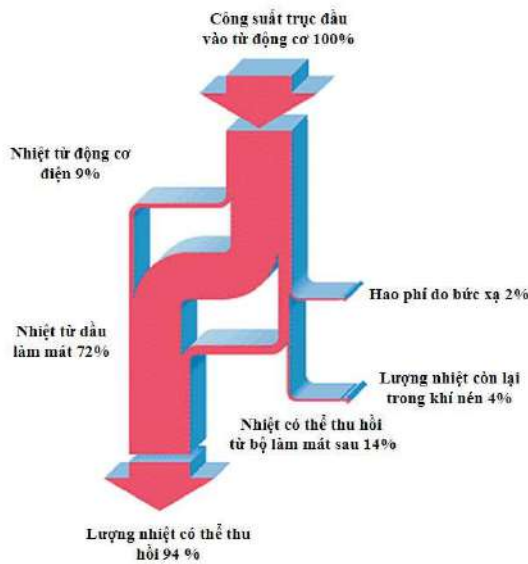
# Ảnh hưởng của thời gian và bảo trì



Máy nén	Áp suất barg	Nhiệt độ °C	Giờ chạy	Đầu ra Nm3/phút	Định mức Nm3/phút	Kết quả % xếp hạng	SPC (kW/Nm3/phút)
1	5.7	46.2	84,000	16.6	20	83.0%	7.15
2	5.7	65.0	117,000	11.5	20	57.5%	9.55
3	3.87	46.2	87,000	61.4	75	81.8%	6.01
4	3.8	45.8	121,000	51.4	75	68.5%	9.70
5	3.8	50.0	35,000	70.0	75	93.3%	5.29

Poverty Reduction through Productive Activities • Trade Capacity Building • Energy and Environment

## Thu hồi nhiệt



- Trung bình 85% năng lượng đầu vào có thể được thu hồi cho các ứng dụng gia nhiệt.
- Khả năng thu hồi nhiệt phụ thuộc vào:
- Nhu cầu gia nhiệt của nhà máy
  - Sự phù hợp giữa hoạt động của máy nén và nhu cầu nhiệt
  - Khoảng cách từ trạm máy nén đến hệ thống phân phối/hệ tiêu dùng nhiệt
  - Nhiệt độ

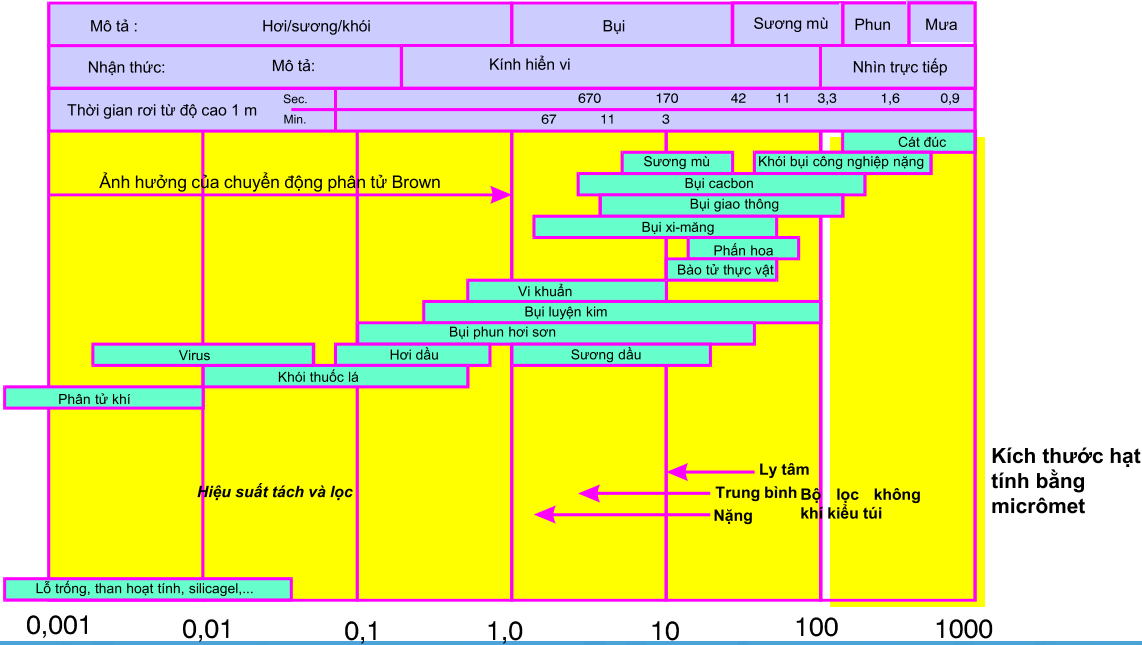
Poverty Reduction through Productive Activities • Trade Capacity Building • Energy and Environment

## Xử lý và ngưng tụ

## Xử lý khí nén

- Xử lý là điều cần thiết để giảm thiểu lượng nước, bụi và dầu trong khí được cung cấp
- Xử lý nguồn cung cấp khí chính ở mức chất lượng tối thiểu sau đó xử lý nâng cấp tại điểm sử dụng khi yêu cầu
- Sử dụng thông số chất lượng không khí theo tiêu chuẩn ISO8573.1

## Lượng tạp chất trong không khí lớn đến mức nào?



## Tác động của không khí chưa qua xử lý

Ăn mòn trong đường ống



Công cụ bị hư hỏng

Ngưng tụ các tạp chất ăn mòn



## Các lớp chất lượng khí nén theo ISO8573.1:2010

Công nghệ:                      Lọc    Sấy khô                      Lọc

Tóm tắt tiêu chuẩn ISO8573.1-2010						
Lớp	Số lượng hạt tối đa trên mỗi m <sup>3</sup>				Điểm sương	Dầu mang
	Kích thước hạt					
	≤0.1	0.1<d≤0.5μm	0.5<d≤1.0μm	1.0<d≤5.0μm	°C	Mg/m <sup>3</sup>
0	Theo quy định của người sử dụng hoặc nhà cung cấp thiết bị và nghiêm ngặt hơn lớp 1					
1	Không quy định	20,000	400	10	≤-70	≤0.01
2	Không quy định	400,000	6,000	100	≤-40	≤0.1
3	Không quy định	Không quy định	90,000	1,000	≤-20	≤1
4	Không quy định	Không quy định	Không quy định	10,000	≤+3	≤5
5	Không quy định	Không quy định	Không quy định	100,000	≤+7	
6	≤5 Mg/m <sup>3</sup>				≤+10	
7	5>Cp≤10 Mg/m <sup>3</sup>				Cw≤0.5g/m <sup>3</sup>	
8					0.5<Cw≤5	
9					5<Cw≤0.5	
X	Cp>10				Cw>10	>5

Poverty Reduction through Productive Activities • Trade Capacity Building • Energy and Environment

## Hàm lượng nước trong không khí môi trường

Điểm sương	g/m <sup>3</sup>	Điểm sương	g/m <sup>3</sup>
+100	588.208	+6	7.246
+90	417.935	+4	6.359
+80	290.017	+2	5.570
+70	196.213	+0	4.868
+60	129.020	-10	2.156
+50	82.257	-20	0.88
+40	50.672	-30	0.33
+30	30.078	-40	0.117
+20	17.148	-50	0.038
+10	9.356	-60	0.011
+8	8.342	-70	0.0033

Poverty Reduction through Productive Activities • Trade Capacity Building • Energy and Environment

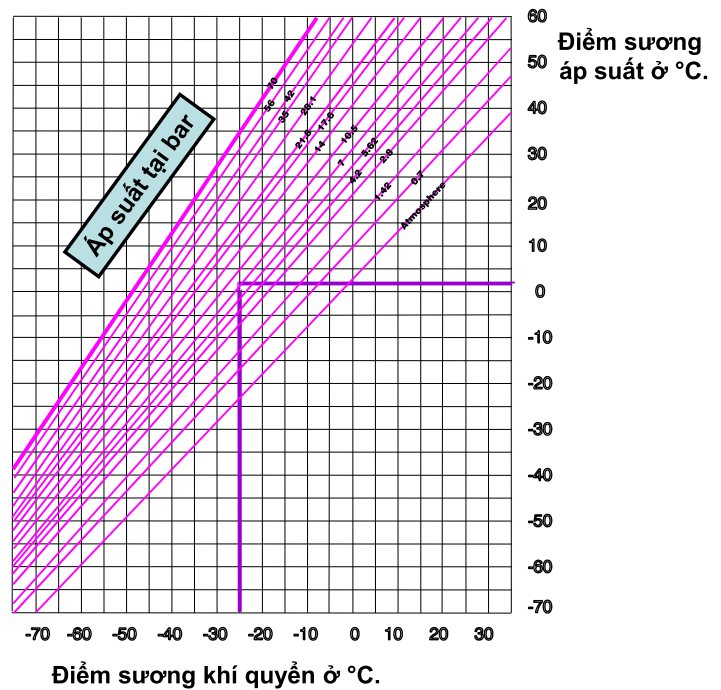
## Nhiệt độ Điểm sương tại Áp suất làm việc - khí quyển (điểm sương theo áp suất)

Ví dụ:

Áp suất làm việc: 7 bar

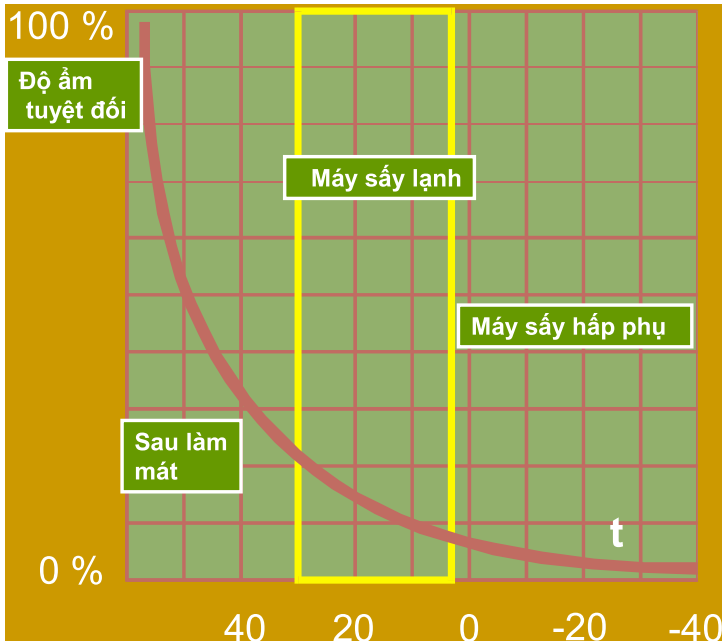
Điểm sương ở áp suất làm việc: 2-3 °C.

Điểm sương khí quyển: - 25 °C..



## Làm khô (sấy/tách ẩm) khí nén





## Phạm vi ứng dụng máy sấy

Nhiệt độ điểm sương

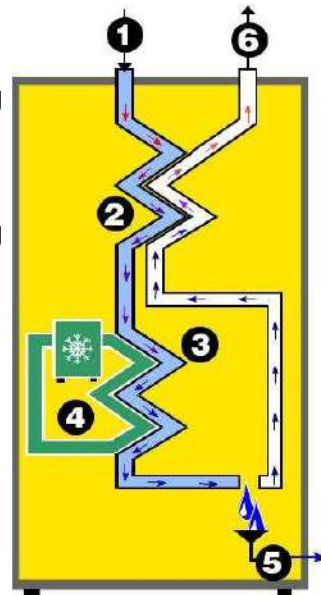
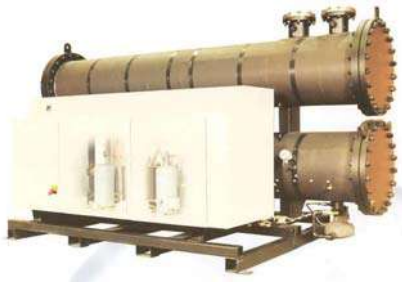
## Chi phí xử lý bổ sung

Điểm sương°C	Loại máy sấy	Lọc	Chi phí bổ sung
+3	Chất làm lạnh	Mục đích chung	3%
-20	Thu hồi nhiệt thải	Không	<1%
-40	Không khí tái sinh	Trước và sau	10-15%
-40	Nhiệt tái sinh	Trước và sau	5-12%
-70	Không khí tái sinh	Trước và sau	15-21%

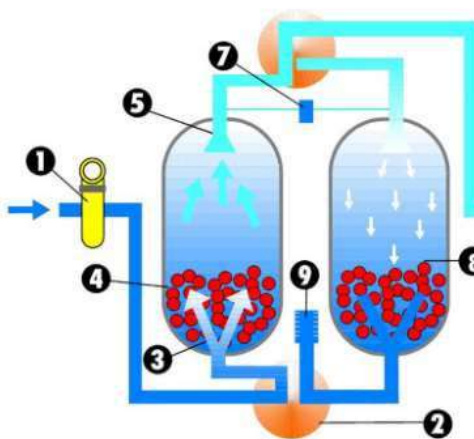
Kích thước không chính xác có thể làm tăng đáng kể chi phí

## Sấy lạnh

1. Cửa vào không khí
2. Bộ trao đổi nhiệt không khí-không khí
3. Bộ trao đổi nhiệt chất làm lạnh sang không khí
4. Máy nén chất làm lạnh
5. Tách nước ngưng tụ, xả nước ngưng tụ động
6. Cửa ra khí nén



## Máy sấy khô (bằng chất hút ẩm)



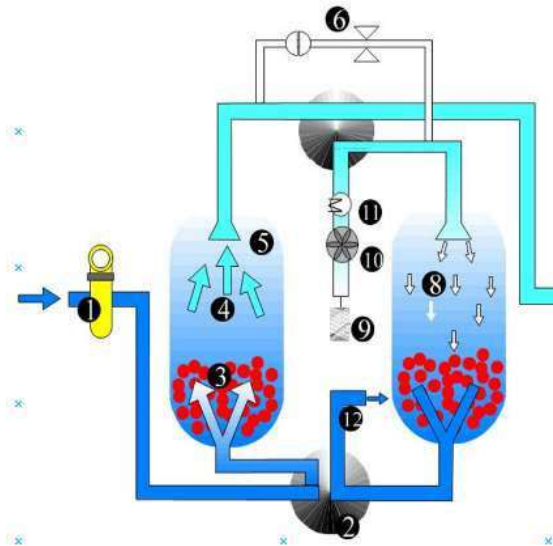
### Sấy hút ẩm -không dùng nhiệt

Ứng dụng:

Hệ thống bị đóng băng  
 Nhiệt độ môi trường xung quanh cao  
 Yêu cầu khắt khe về chất lượng không khí

1. Bộ vi lọc (0,01um, 0,01ppm)
2. Van chuyển đổi
3. Bộ khuếch tán dòng chảy
4. Lớp hút ẩm: Hấp phụ độ ẩm
5. Bộ thu
6. Bộ lọc hạt lum
7. Van khí lọc tái sinh
8. Lớp hút ẩm tái sinh
9. Xả đáy giảm thanh

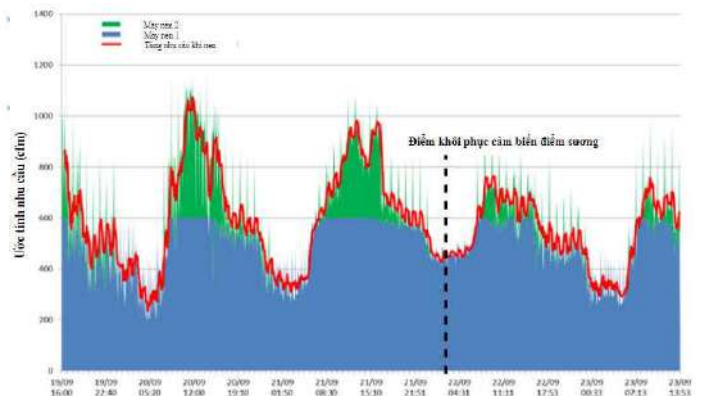
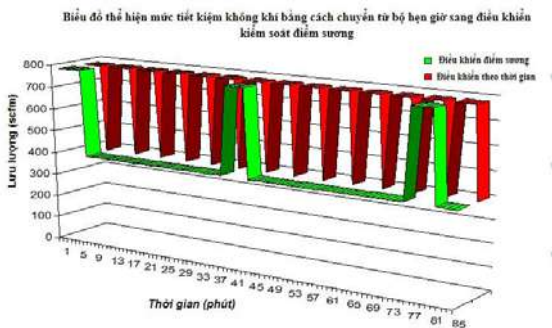
# Hệ thống khí nén



## Sấy hút ẩm- gia nhiệt bên ngoài

1. Bộ vi lọc (0,01um,0.01ppm)
2. Van chuyển đổi
3. Bộ khuếch tán đồng chảy
4. Lớp hút ẩm: Hấp phụ độ ẩm
5. Bộ thu
6. Van tái sinh (hồi)
7. Bộ lọc hạt
8. Lớp hút ẩm tái sinh
9. Cửa hút gió lọc
10. Máy thổi khí lọc
11. Hệ thống sưởi khí lọc
12. Cửa thoát khí lọc

# Máy sấy khí có điều khiển điểm sương



- Tiết kiệm lên đến 70%
- Hệ thống thường có thể được nâng cấp cho các máy sấy hiện có

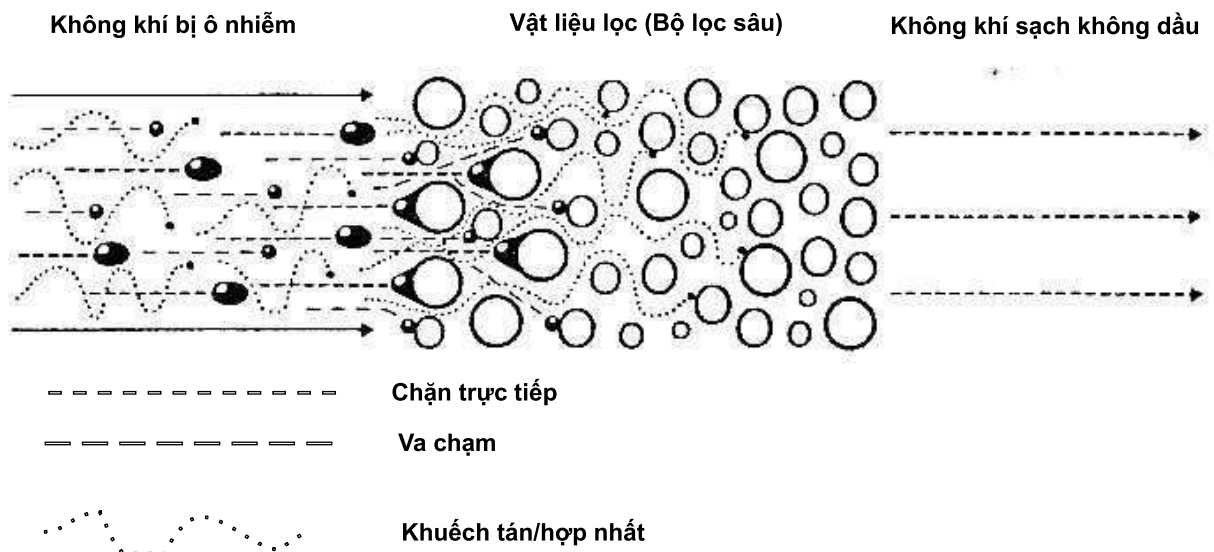
# Bộ lọc khí nén



## Áp dụng bộ lọc :

- Kích thước phù hợp với chất lượng không khí và luồng không khí theo yêu cầu
- Nếu kích cỡ quá nhỏ:
  1. Tổn thất áp suất lớn
  2. Giảm chất lượng khí
  3. Có thể làm hỏng bộ lọc
- Nếu kích cỡ quá lớn: Có thể làm giảm chất lượng không khí

## Bộ lọc vi mô hoạt động như thế nào?



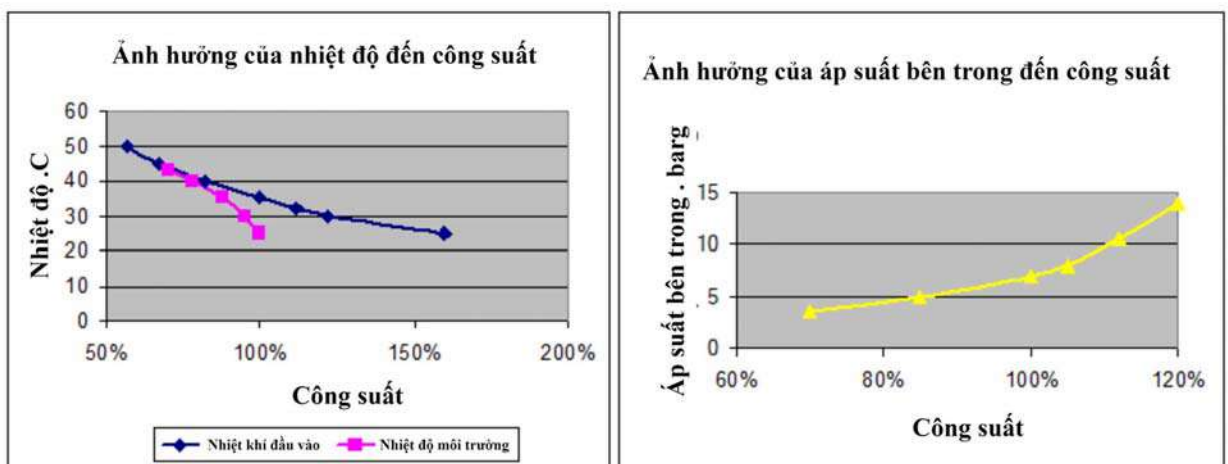


## Tác động của điều kiện hoạt động

- Công suất máy sấy thường dựa trên nhiệt độ đầu vào 35°C và áp suất 7 barg
- Áp suất thấp hoặc nhiệt độ cao làm giảm công suất và có thể ảnh hưởng đến hiệu suất
- Bộ lọc được thử nghiệm ở các điều kiện đầu vào được chỉ định (đầu vào 7 barg 20°C, môi trường xung quanh 20°C)
- Các yêu cầu của nhà sản xuất đối với phân loại ISO dựa trên các điều kiện đặc thù
- Sự thay đổi về điều kiện/hiệu suất có thể ảnh hưởng đến hiệu suất và phân loại theo ISO

Poverty Reduction through Productive Activities • Trade Capacity Building • Energy and Environment

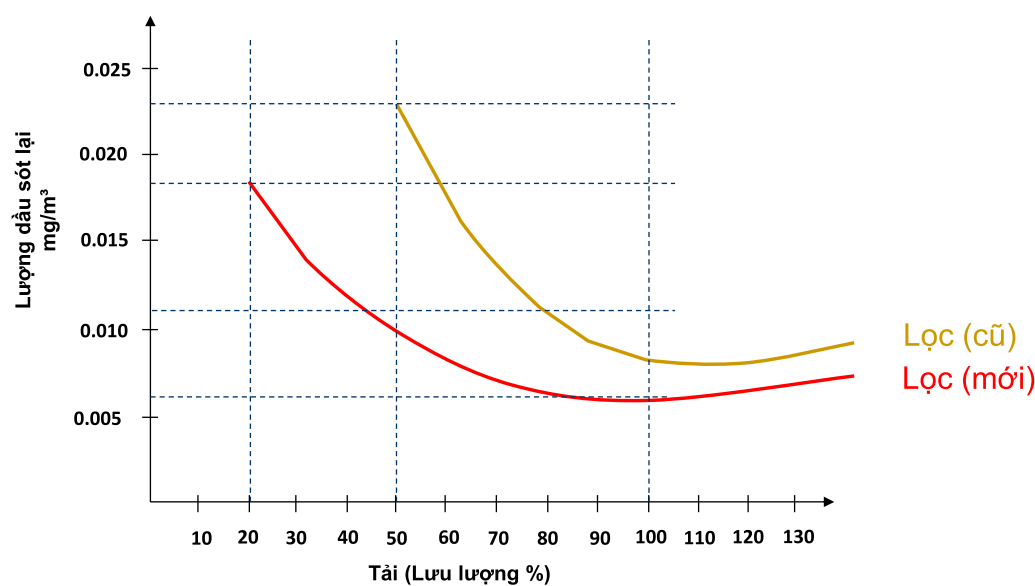
## Tác động của điều kiện đến công suất



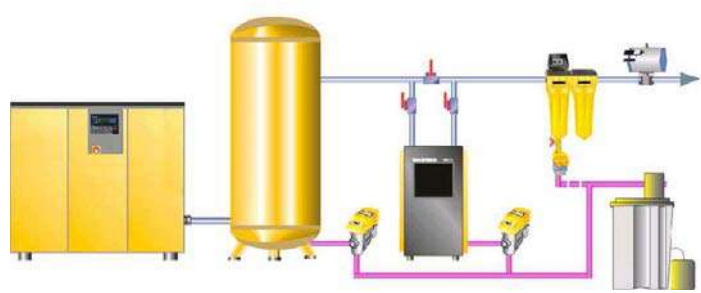
- Nhân các hệ số khi có nhiều điều kiện thay đổi
- Ví dụ máy sấy  
100 cfm ở 7 barg, 35 °C, 25 °C môi trường xung quanh  
= 70 cfm ở 6 barg, 40 °C, 30 °C môi trường xung quanh

Poverty Reduction through Productive Activities • Trade Capacity Building • Energy and Environment

# Hoạt động của bộ lọc khí trong phạm vi mang tải



# Thoát nước ngưng tụ

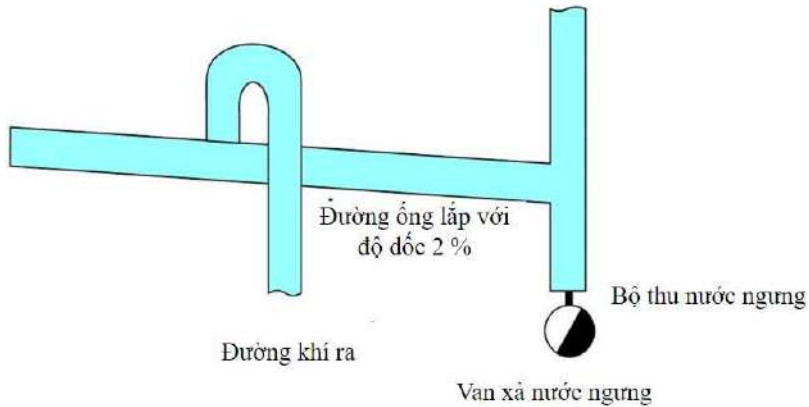


**Phải đảm bảo thoát nước đáng tin cậy tại tất cả các điểm thu gom nước ngưng tụ của đường ống khí chính**

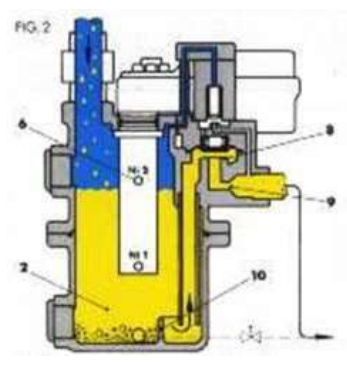
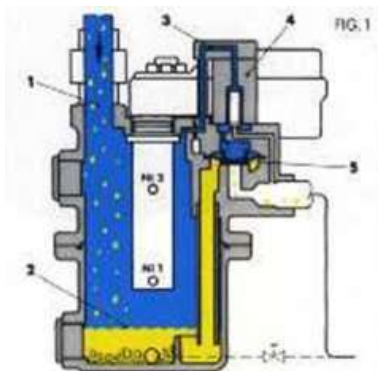


## Tách nước ngưng

- Khí nén phía sau bộ làm mát của máy nén thường bão hòa 100% hơi nước. Nếu nhiệt độ của khí nén giảm, hơi nước sẽ ngưng tụ.
- Có thể tách ngưng tụ sơ bộ nếu lắp đặt đường ống và cửa thoát khí nén như trong hình minh họa.

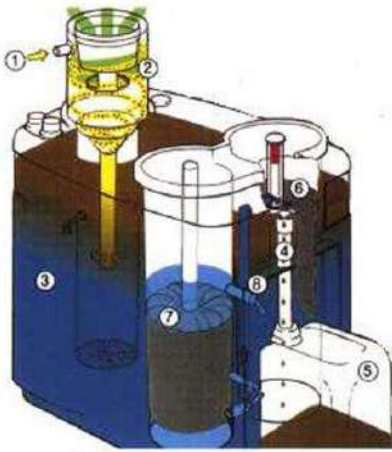


## Van xả nước ngưng tự: Loại cảm biến mức điện tử



- Cảm biến mức điện dung
- Tự động kết hợp với áp suất
- Tự giám sát
- Tiếp điểm bảo động không điện áp

## Nước ngưng: Bộ tách dầu-nước



- 1 đầu vào của nước ngưng
- 2 buồng giãn nở
- 3 bể tách: tách trọng lực
- 4 ống xả tràn dầu
- 5 bể thu dầu
- 6 bộ lọc sơ bộ: giữ lại chất rắn
- 7 bộ lọc hấp phụ: giữ lại các hạt dầu
- 8 ống xả nước (nước sạch)

Được sử dụng để tách các thành phần trong nước ngưng

## Lắp đặt khí nén

# Bình chứa

## ➤ Mục đích:

- Giảm chu kỳ máy nén vận hành
- Lưu trữ không khí trong thời gian nhu cầu cao
- Tạo điều kiện tách không khí/chất lỏng
- Ngăn chặn dầu và nước di chuyển xuống cấp dưới
- Giảm xung động từ máy nén piston

## ➤ Vị trí:

- Sau máy nén và trước máy sấy (“bồn ướt”)
- Sau tất cả quá trình xử lý không khí (“bồn khô”)
- Tại các điểm sử dụng có nhu cầu lớn nhưng gián đoạn
- Không nằm trên đường thoát khí của hệ thống làm mát



## Lưu trữ khí nén Có kiểm soát và không kiểm soát

### ✓ Lưu trữ được kiểm soát

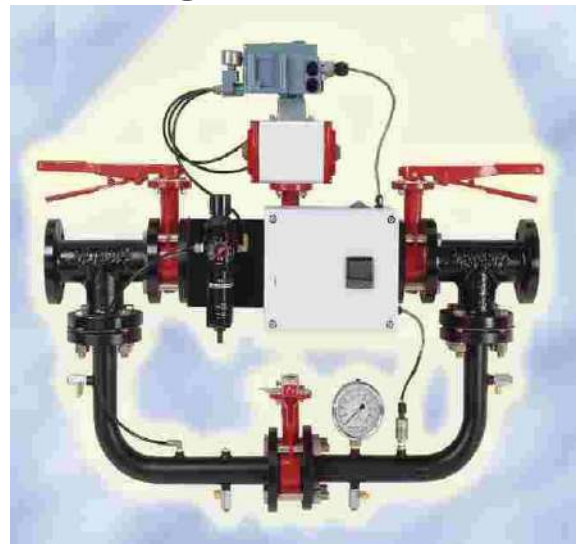
- Kiểm soát áp suất/lưu lượng riêng biệt phía cầu của hệ thống khỏi phía cung cấp.
- Áp suất trong hệ thống phân phối được duy trì ở áp suất thấp để giảm thiểu nhu cầu giả
- Cung cấp áp suất ổn định bất kể mức sử dụng không khí hay đáp ứng của hệ điều khiển máy nén.

## Lưu trữ khí nén Có kiểm soát và không kiểm soát

- Lưu trữ không kiểm soát
  - Áp suất trong toàn bộ nhà máy tăng và giảm toàn phạm vi hoạt động của máy nén.
  - Áp suất khí nén của nhà máy có thể giảm đáng kể xuống dưới áp suất mong muốn thấp nhất vì bộ điều khiển máy nén không thể kịp phản ứng với những thay đổi nhanh về nhu cầu.
  - Nhu cầu giả sẽ xuất hiện ở bất cứ khi nào áp suất phía nhu cầu cao hơn áp suất tối ưu thấp nhất cho hệ thống.

## Điều khiển lưu lượng

- Được sử dụng để tách cung khỏi cầu
- Cho phép duy trì rất ổn định áp suất hệ thống – được đặt ở mức tối thiểu
- Giảm/loại bỏ nhu cầu giả



## Lưu trữ khí nén & Cân bằng năng lượng hệ thống Những điểm chính

1. Hoạt động nhất quán, ổn định và hiệu quả – Cân bằng cung và cầu.
2. Động lực hệ thống xác định bản chất của nhu cầu khí nén.
3. Nhu cầu khí trung bình (máy nén) – Đỉnh và đáy nhu cầu (hệ thống).
4. Nguồn cung – công suất hoạt động – công suất dự trữ – năng lượng tích trữ & máy nén dự phòng.
5. Công suất hoạt động thường trực phải lớn hơn nhu cầu khí trung bình.
6. Nhu cầu cao điểm từ kho lưu trữ – Lưu ý việc nạp lại kho lưu trữ cũng là nhu cầu.

## Lưu trữ không khí & Cân bằng năng lượng hệ thống Những điểm chính

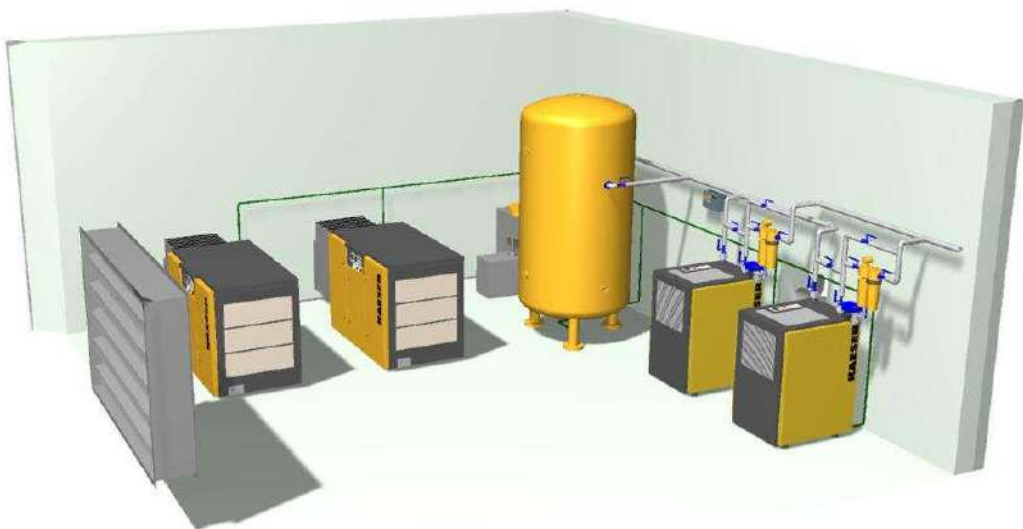
7. Chiến lược điều khiển– tắt máy nén không cần thiết – chạy máy nén ở mức tải đầy đủ
8. Chọn một máy để cắt giảm công suất (hiệu quả ở điểm vận hành một phần tải).
9. Thiết kế lưu trữ cho các ứng dụng hệ thống tránh áp dụng theo kinh nghiệm.
10. Năng lượng có sẵn từ lưu trữ phụ thuộc vào thể tích và chênh lệch áp suất khả dụng.
11. Việc tắt máy nén khí đang hoạt động mà không cân nhắc trước thường là hay xảy ra nhất trong một hệ thống.

## Lắp đặt máy nén

- Vị trí máy nén ảnh hưởng đến hiệu suất
- Chất lượng không khí và độ tin cậy của máy nén bị ảnh hưởng trực tiếp bởi môi trường
- Tránh những khu vực có nhiều bụi bẩn
- Tránh những khu vực có khói có thể phản ứng hoặc làm hỏng dầu máy hoặc bộ lọc của máy nén
- Bố trí không gian xung quanh máy nén để dễ dàng thao tác
- Duy trì đủ ánh sáng để bảo dưỡng



## Ví dụ về thông gió khí nén





# Phân phối khí nén

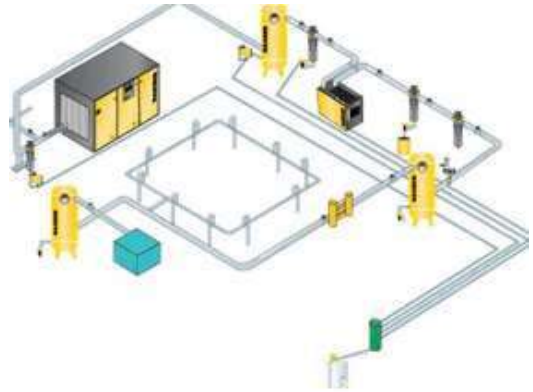
## Kinh nghiệm thiết kế

Quy tắc :

Một hệ thống đường ống được thiết kế tốt sẽ có mức hao hụt áp suất dưới 0.15 bar trong toàn bộ hệ thống. Không tính thiết bị làm sạch không khí.

Vận tốc khí nén phải được giữ ở mức :

- 5m/s trong phòng máy nén
- 6m/s trong hệ thống cấp chính
- 15m/s trong hệ thống phân phối



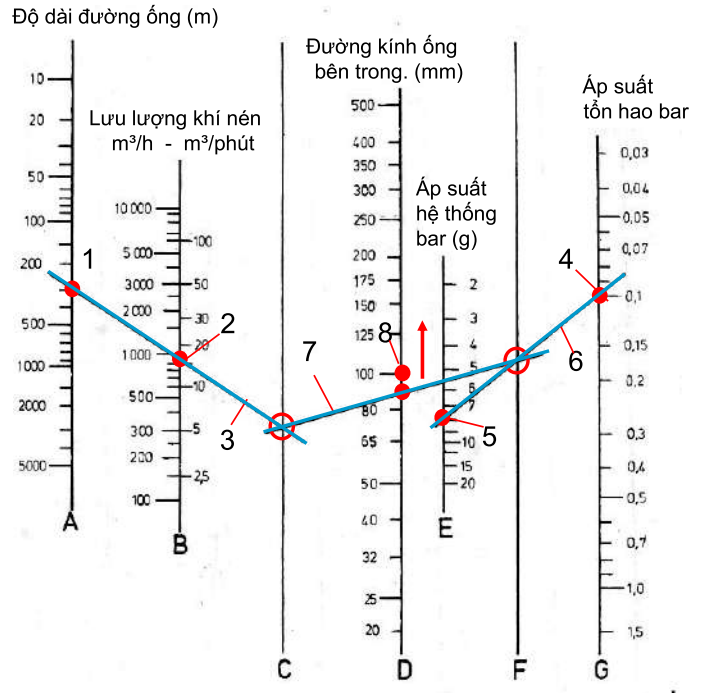
# Phân phối khí nén

## Thông số kích thước tối thiểu của đường ống

FAD m <sup>3</sup> /min	Làm việc ở áp suất 7.5 bar (g)			
	Lên tới 50 m	Độ dài đường ống Lên tới 100 m	Lên tới 200 m	Trên 200 m
Lên tới 12.5	2 1/2"	2 1/2"	3"	Xem đồ thị trang bên
Lên tới 15.0	2 1/2"	2 1/2"	3"	
Lên tới 17.5	2 1/2"	3"	DN100	
Lên tới 20.0	3"	3"	DN100	
Lên tới 25.0	3"	DN100	DN100	
Lên tới 30.0	3"	DN100	DN100	
Lên tới 40.0	DN100	DN100	DN 125	

## Biểu đồ đường thẳng:

để xác định đường kính trong của đường ống (bước 1 đến 8)



## Phân phối khí nén

### Áp dụng cho đường ống

### Những điểm chính :



#### Lựa chọn vật liệu

- Điều kiện môi trường
- Yêu cầu về chất lượng khí nén
- Điện tích tĩnh điện
- Quy định áp dụng
- Chi phí
- Tuổi thọ hoạt động dự kiến





## Cơ hội tối ưu hoá

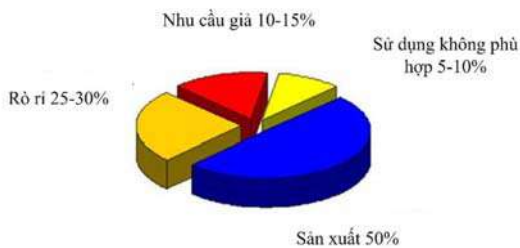
### *Tối ưu hóa hệ thống khí nén bao gồm:*



- Đánh giá nhu cầu năng lượng trong nhà máy.
- Lựa chọn hệ thống nguồn cung phù hợp với các yêu cầu trên
- Loại bỏ hoặc cấu trúc lại các cách sử dụng và thực hành không hiệu quả (phun, hòng thổi mở, v.v.)
- Thay đổi hoặc bổ sung thiết bị hiện có để phù hợp hơn với yêu cầu công việc và tăng hiệu quả hoạt động

# Tối ưu hóa và giảm thiểu hao phí

- Thông thường, 10% điện công nghiệp được sử dụng để sản xuất khí nén
- Tiết kiệm trung bình = 30%
- 75% chi phí vòng đời của máy nén là năng lượng
- Rò rỉ, nhu cầu giả và sử dụng không phù hợp có thể sử dụng tới 50% nguồn khí được cung cấp.
- Thiết bị chạy bằng khí nén có chi phí vận hành cao hơn khoảng 10 lần so với thiết bị chạy bằng điện.



**75% chi phí năng lượng**

**10% Bảo trì**

**15% Vốn đầu tư**



Poverty Reduction through Productive Activities • Trade Capacity Building • Energy and Environment

# Nguyên nhân chính gây ra rò rỉ

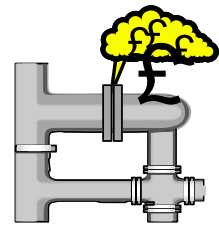
- ✓ Sản xuất và xử lý không hiệu quả
  - Điều khiển máy nén kém
  - Hiệu suất kém
  - Kích thước không đúng
- ✓ Sụt áp suất trong hệ thống xử lý và phân phối
- ✓ Rò rỉ
- ✓ Sử dụng khí nén không đúng cách - làm mát, đẩy sản phẩm & thông gió
- ✓ Không thu hồi Nhiệt thải



Poverty Reduction through Productive Activities • Trade Capacity Building • Energy and Environment

# Rò rỉ khí nén

- Tiến hành thử nghiệm rò rỉ không tải
- Không được vượt quá 10% nhu cầu sản xuất trung bình trong một nhà máy thông thường
- Có thể lên tới 20% đối với các địa điểm lớn, hơn 80% được đo ngẫu nhiên
- Rò rỉ hay xuất hiện lại nhưng hiếm khi ở cùng một vị trí
- Cần tiến hành thường xuyên các chiến dịch xử lý rò rỉ



Poverty Reduction through Productive Activities • Trade Capacity Building • Energy and Environment

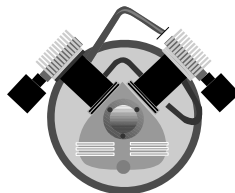
## Đo tổn thất rò rỉ

bằng cách xả hết khí trong bình chứa

$$V_L = \frac{V_R \times (p_i - p_F)}{T}$$

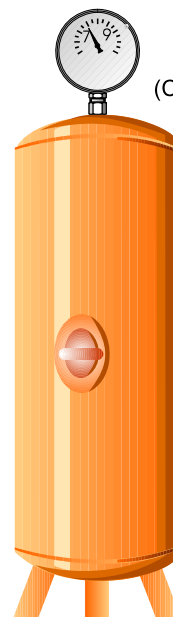
$V_L$  = Thể tích rò rỉ  
 $V_R$  = Thể tích bình chứa  
 $p_i$  = Áp suất ban đầu bình chứa  
 $p_F$  = Áp suất sau cùng bình chứa  
 $T$  = Chu kì đo

Đóng đường ống cấp



Example:

$V_R$  = 500 l  
 $p_i$  = 9 bar (g)  
 $p_F$  = 7 bar (g)  
 $T$  = 3 min



Thể tích rò rỉ  
 (Các công cụ không được sử dụng)

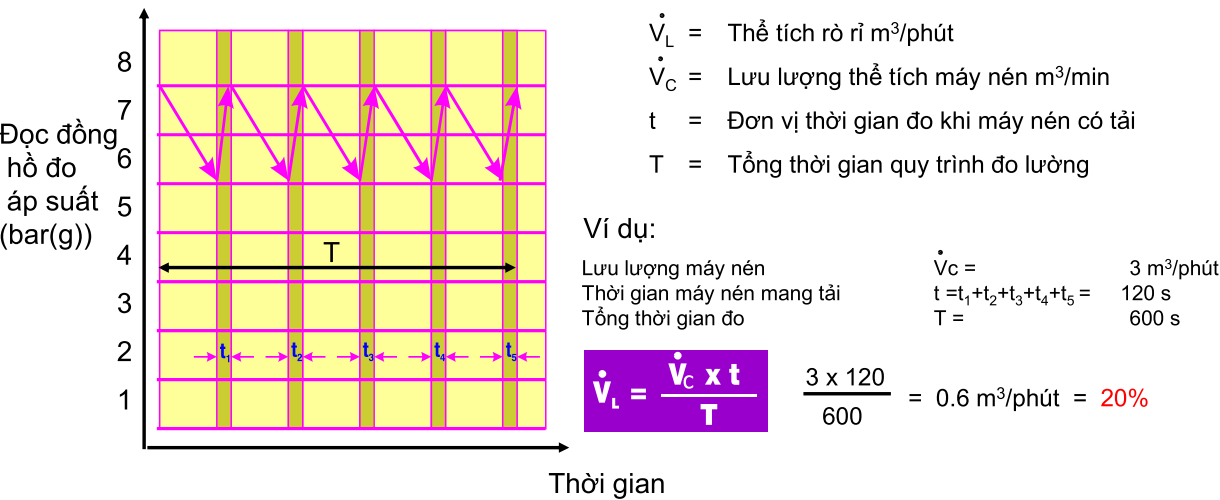
Tổn thất rò rỉ trong  
 hệ thống khí nén:  
 333 l/phút

$$V_L = \frac{500 \text{ l} \times (9 - 7)}{3 \text{ min}} = 333 \text{ l/phút}$$

Poverty Reduction through Productive Activities • Trade Capacity Building • Energy and Environment

# Đo tổn thất rò rỉ

bằng cách đo thời gian tải của máy nén khí thiết bị dùng cuối tắt



## Tổn thất rò rỉ

Đường kính lỗ	Tiêu thụ không khí ở 6 bar (g) m <sup>3</sup> /phút	Tổn hao kW
1 mm	0.065	0.3
2 mm	0.240	1.7
4 mm	0.980	6.5
6 mm	2.120	12.0

Với mức giá 3.000 đồng/kWh, rò rỉ 4mm sẽ tốn hơn 170.820.000 đồng/năm tiền điện cộng với dịch vụ bổ sung cho thiết bị khí nén.

## Phát hiện rò rỉ

Nhiều rò rỉ có thể được nghe, cảm nhận hoặc nhìn thấy.

Các kỹ thuật khác:

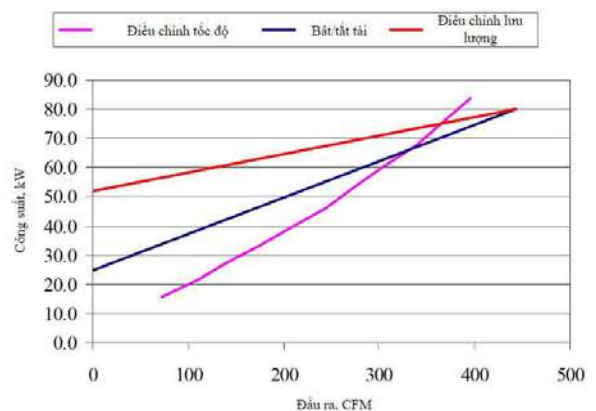
- Sử dụng nước xà phòng:
  - Đã kiểm nghiệm và tin cậy, nhược điểm là tốn thời gian nhưng đôi khi là cách duy nhất
  - Chỉ phù hợp với rò rỉ nhỏ
- Siêu âm
  - Rất hiệu quả ngay cả ở những khu vực có tiếng ồn nền cao



Poverty Reduction through Productive Activities • Trade Capacity Building • Energy and Environment

## Điều khiển máy nén

- Chỉ nên sử dụng tối thiểu lượng máy nén cần thiết
- ✓ Máy nén của bạn được điều khiển như thế nào? bật/tắt, theo cụm, xả khí
- Hiểu cách chúng sẽ tương tác với nhau
- Cân nhắc hệ thống điều khiển nhóm
  - Giảm thiểu dải áp suất
- Dùng chức năng Tự động tắt để giảm thiểu thời gian chạy không tải kéo dài
- Có thể sử dụng bộ điều khiển tốc độ không?



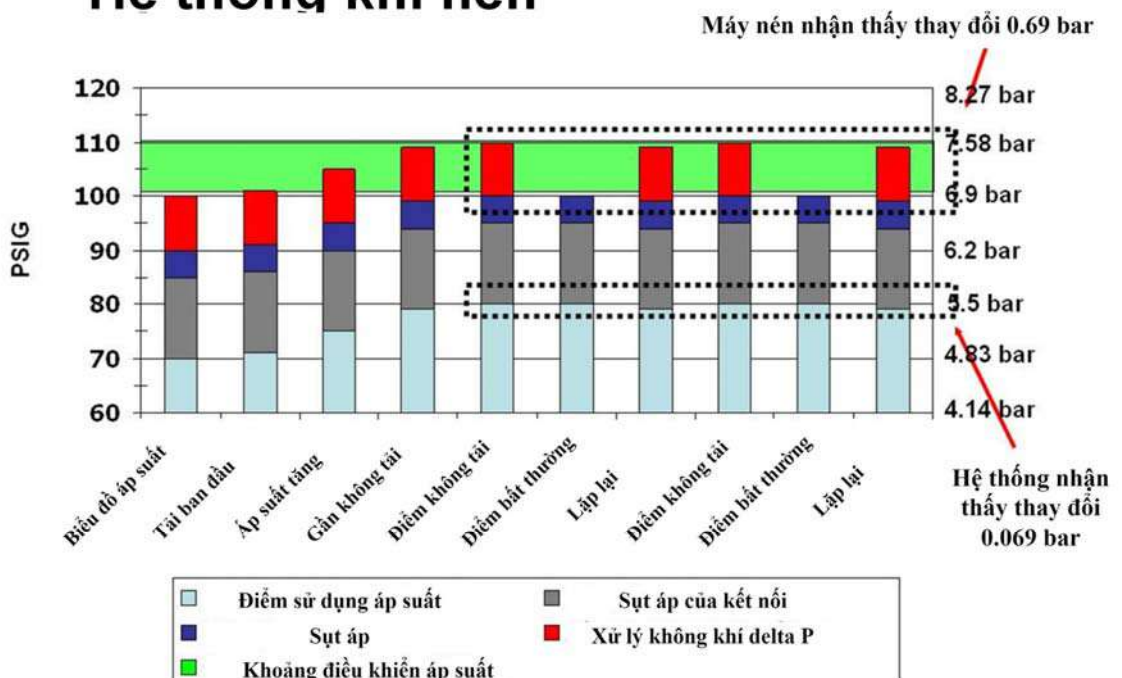
Poverty Reduction through Productive Activities • Trade Capacity Building • Energy and Environment

## Biểu đồ áp suất

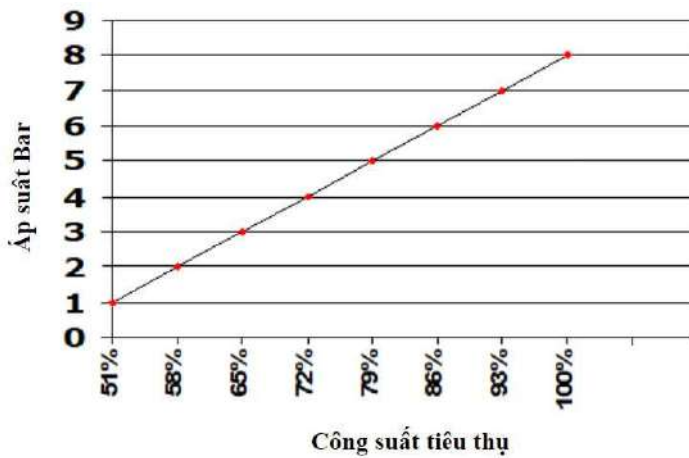
### Những điểm chính – tín hiệu điều khiển

1. Bộ điều khiển công suất máy nén khí phản ứng với áp suất được thu nhận bởi hệ thống điều khiển của nó.
2. Khi áp suất giảm, máy nén sẽ tăng lượng khí nén cho đến khi đạt được công suất tối đa (máy nén VSD).
3. Khi áp suất tăng, lượng khí nén cung cấp sẽ giảm (máy nén VSD).
4. Các hạn chế trong hệ thống như máy sấy khí và bộ lọc có thể ảnh hưởng đến bộ điều khiển máy nén.
5. Cảm biến từ xa hoặc bộ điều khiển máy nén theo trình tự bên ngoài có thể cải thiện phản ứng điều khiển.
6. Bảo vệ quá áp sẽ cảm biến áp suất bên trong cụm máy nén.

## Hệ thống khí nén



## Giảm áp suất – giảm chi phí



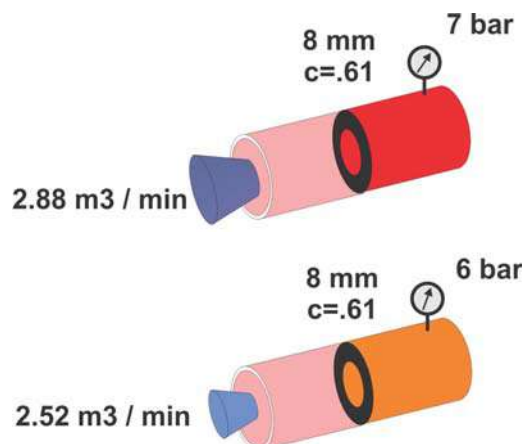
1 bar = giảm 6-7% công suất đủ tải

1 bar = giảm khoảng 15% nhu cầu giả và sử dụng không được kiểm soát khác

Poverty Reduction through Productive Activities • Trade Capacity Building • Energy and Environment

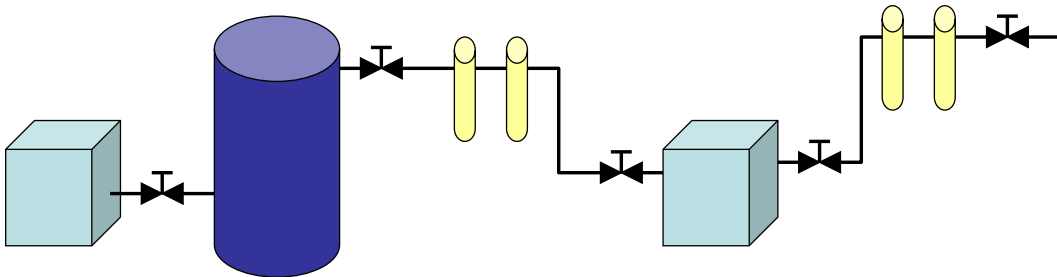
## Nhu cầu giả

- ✓ Tăng áp suất tác dụng lên lỗ trong hệ thống khí, làm tăng tốc độ luồng khí trên hệ thống khí.
- ✓ Rò rỉ và nhu cầu khí không được kiểm soát đều có thành phần tiềm ẩn của nhu cầu giả.
- ✓ Sửa chữa rò rỉ mà không kiểm soát áp suất không hoàn toàn hiệu quả.





## Giảm áp suất trong nhà máy nén



Đường ống có kích thước nhỏ  
 Van tiết lưu  
 Máy sấy khô

Tách nước  
 Bộ lọc trước  
 Bộ lọc sau

Poverty Reduction through Productive Activities • Trade Capacity Building • Energy and Environment

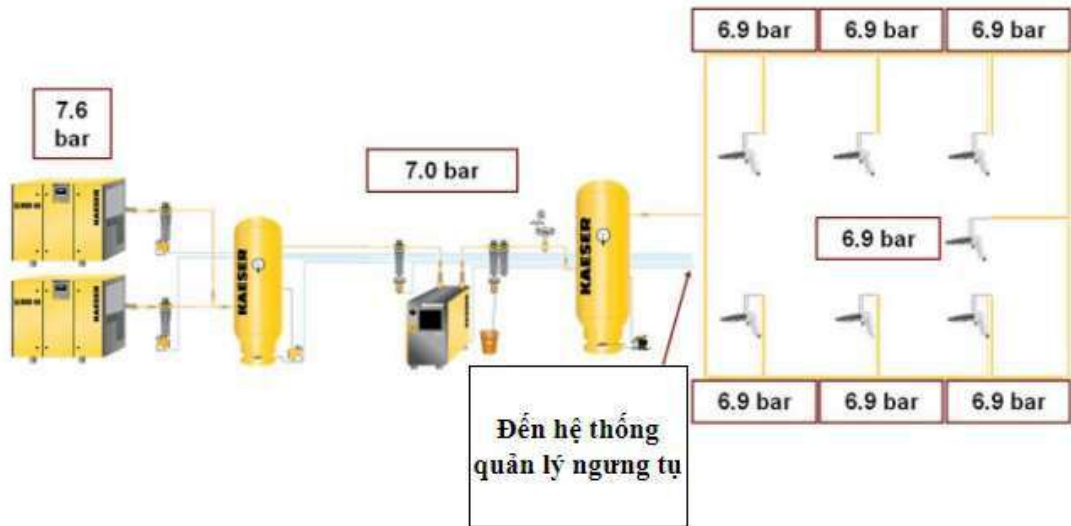
## Giảm áp suất trong hệ thống theo trực chính



Poverty Reduction through Productive Activities • Trade Capacity Building • Energy and Environment

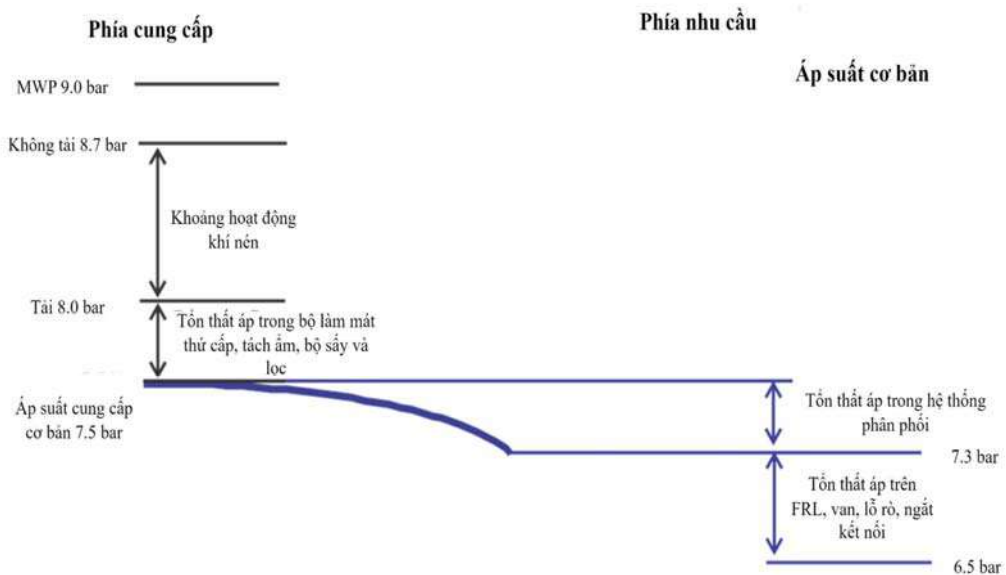


## Giảm áp suất trong hệ thống vòng kín

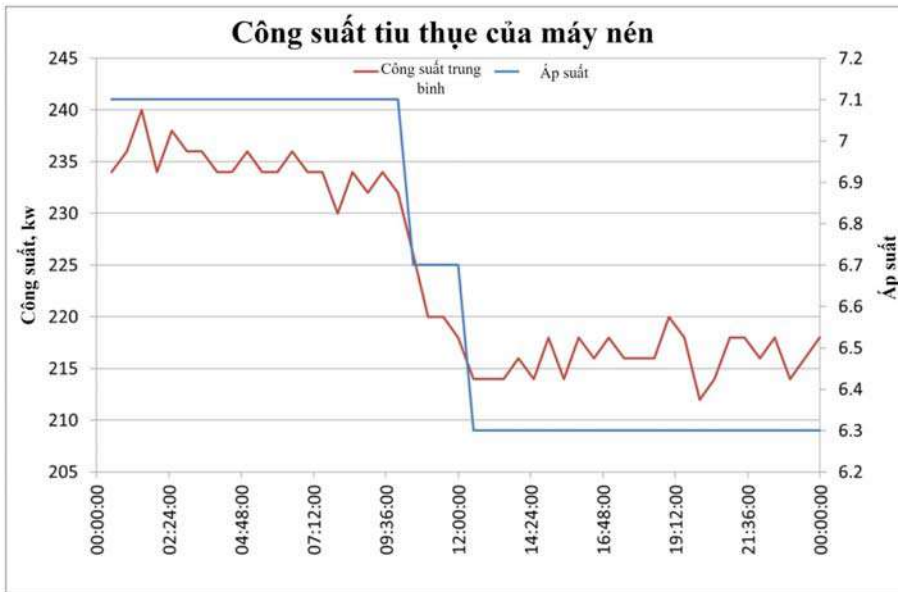


## Sơ đồ hệ thống áp suất

### Biểu đồ phân bố áp suất hệ thống nén khí



## Giảm áp suất



Poverty Reduction through Productive Activities • Trade Capacity Building • Energy and Environment

## Sử dụng sai mục đích khí nén

- ✓ Làm sạch
- ✓ Đẩy thành phần/ sản phẩm
- ✓ Thông gió - làm mát người và sản phẩm
- ✓ Khuấy sơn hoặc bồn vệ sinh
- ✓ Di chuyển sản phẩm quanh các khúc cua hoặc trên băng tải
- ✓ Giữ sản phẩm thẳng hàng
- ✓ Sử dụng không khí ở áp suất cao hơn mức cần thiết
- ✓ Tạo chân không trên quy mô lớn

Poverty Reduction through Productive Activities • Trade Capacity Building • Energy and Environment

# Thổi

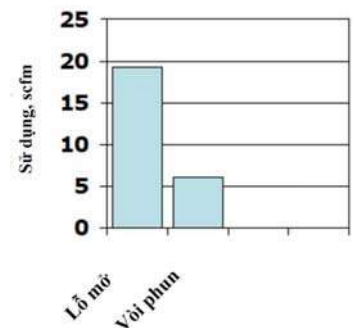
- Sử dụng máy thổi tăng cường không khí có thể tiết kiệm khoảng 40% không khí ở áp suất thấp hơn
  - Yên tĩnh hơn có thể khắc phục các vấn đề về tiếng ồn trong khu vực
- Sử dụng quạt cắt gió ở áp suất thấp
- Sử dụng quạt
- Sử dụng súng thổi áp suất thấp
  - An toàn hơn và yên tĩnh hơn



Poverty Reduction through Productive Activities • Trade Capacity Building • Energy and Environment

## Vòi phun khí hiệu quả

Ống đồng	19.2 scfm
Vòi phun hiệu quả không khí	<u>6.1 scfm</u>
Giảm	13.1 scfm



Suất năng lượng = 0,122 kW/cfm  
 Tiết kiệm năng lượng = 1,6 kW/vòi phun  
 Tiết kiệm/vòi phun = 9.600.000 đồng/năm(dựa trên 2000 giờ/năm)

Chi phí 350.000-700.000 VND/vòi phun  
 Thời gian hoàn vốn < 2 tháng



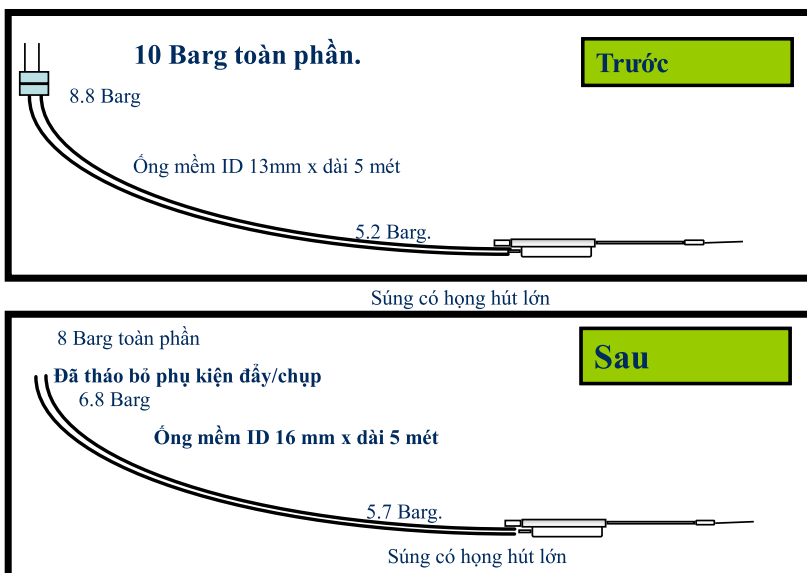
Poverty Reduction through Productive Activities • Trade Capacity Building • Energy and Environment

## Tạo chân không

- ✓ Sử dụng không khí để tạo chân không cho các quy trình:
  - Nguyên tắc chung là không được vượt quá 10% nhu cầu không khí trung bình
  - Tạo hệ thống chân không cục bộ, bơm chân không thường sử dụng 8% công suất đầu vào của động cơ máy nén
- ✓ Sử dụng bộ đẩy chân không hiệu quả và tắt khi không cần thiết
  - Nhiều giai đoạn
  - Van kiểm tra

Poverty Reduction through Productive Activities • Trade Capacity Building • Energy and Environment

## Giảm áp suất ở các thiết bị cuối



Poverty Reduction through Productive Activities • Trade Capacity Building • Energy and Environment

## Cách ly hệ thống

Máy hoạt động 8h/ngày với khí nén mở 24 giờ cho người dùng ở nơi khác của nhà máy

Lượng không khí tiêu thụ khi sử dụng: 20 scfm

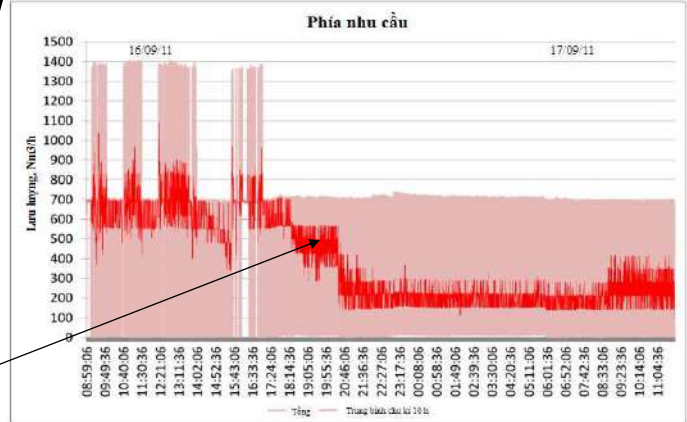
Lượng không khí tiêu thụ khi dừng: 8 scfm

Công suất tiêu thụ khi dừng: 0,976 kW



**Chi phí hàng năm =**  
 $0.976 \times 16 \times 3000 \times 365 = 17,099,520$   
**đồng mỗi năm**

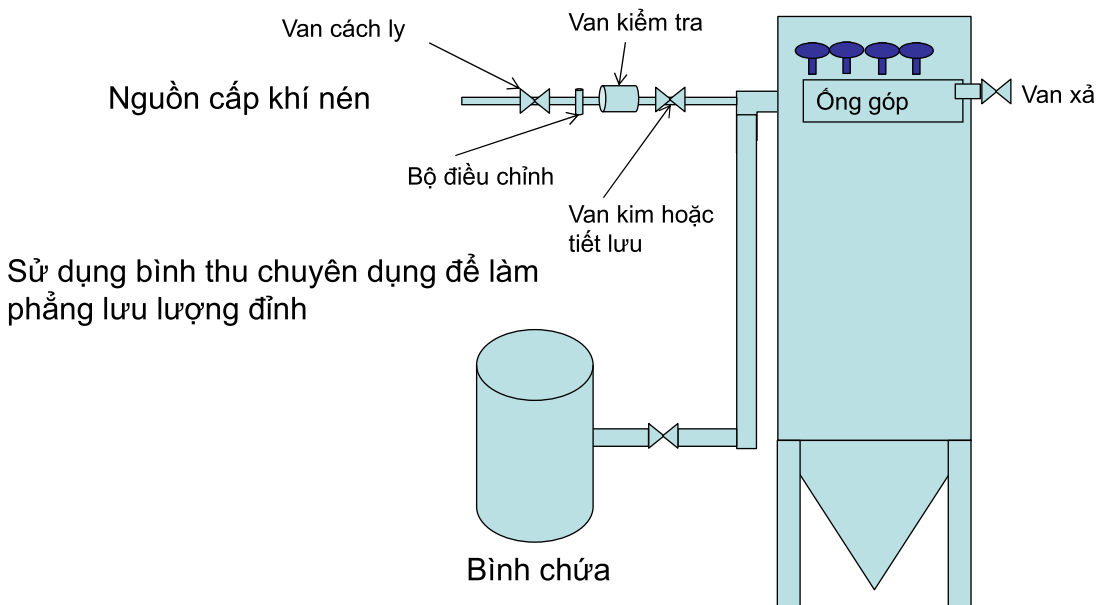
Chi phí điển hình của van điện  
 từ 1/2" 1.700.000 đồng



Vùng 1 dừng hoạt động và được cách ly khỏi hệ thống

Poverty Reduction through Productive Activities • Trade Capacity Building • Energy and Environment

## Thiết bị tách bụi



## Tổng quan về khí nén cơ bản

- ✓ Hiểu về khí nén
- ✓ Máy nén
- ✓ Xử lý & nước ngưng
- ✓ Lắp đặt hệ thống khí nén
  - Nhà máy nén
  - Bình chứa
  - Phân phối
- ✓ Cơ hội tối ưu hóa
- Phiên thảo luận tiếp theo - thực hiện khảo sát

# Hệ thống khí nén



## Phần 2

- Phương pháp tiếp cận hệ thống
- Tính toán chi phí vận hành
- Thực hiện khảo sát
- Xác định đồ thị áp suất
- Xác định đồ thị nhu cầu
- Đánh giá kết quả
- Báo cáo và xem xét giá thầu của nhà cung cấp

## 8. Đánh giá hệ thống khí nén

### ➤ Phương pháp tiếp cận hệ thống

Đánh giá toàn diện hệ thống kiểm tra toàn bộ hệ thống khí nén, bao gồm:

- Sản xuất
- Xử lý
- Lưu trữ
- Phân phối
- Sử dụng và lãng phí khí nén

## 8. Đánh giá hệ thống khí nén

- Phương pháp tiếp cận hệ thống đánh giá hiệu suất tổng thể của hệ thống thay vì hiệu quả của từng thành phần riêng lẻ.
- Ranh giới hệ thống bao gồm năng lượng đầu vào cho nguồn cung cấp và xử lý khí nén thông qua thiết bị sản xuất và công việc được thực hiện do năng lượng đầu vào.



## 8. Đánh giá hệ thống khí nén

- Thông tin thu thập được sẽ cho phép nhóm đánh giá:
  - Hiểu các ứng dụng sử dụng tại điểm
  - Sửa các ứng dụng hoạt động kém và các ứng dụng làm đảo lộn hoạt động của hệ thống
  - Loại bỏ các hoạt động gây lãng phí
  - Tạo và duy trì sự cân bằng năng lượng
  - Tối ưu hóa các biện pháp kiểm soát lưu trữ và máy nén

## 8. Đánh giá hệ thống khí nén

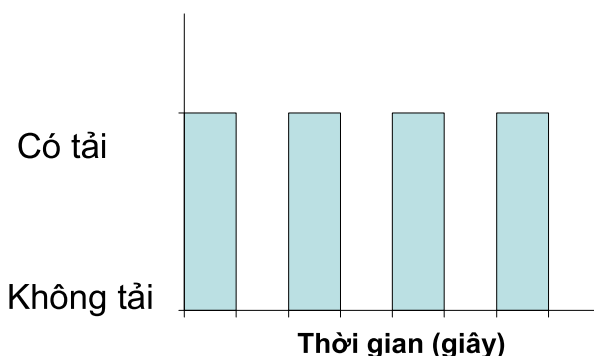
- Mục tiêu chung trong tất cả các đánh giá hệ thống khí nén:
  - Đường cơ sở của khí nén và mức sử dụng năng lượng
  - Nắm bắt xu hướng áp suất hệ thống trong giai đoạn cơ sở
  - Thiết lập hồ sơ áp suất thông qua hệ thống đến các ứng dụng chính
  - Đặc điểm hiệu suất hệ thống và hoạt động của các ứng dụng sử dụng cuối kém hiệu quả gây ra các vấn đề về sản xuất
  - Xác định việc sử dụng sử dụng lãng phí và không phù hợp và đánh giá các giải pháp thay thế
  - Hiểu động lực hệ thống và các biện pháp tạo sự cân bằng giữa cung và cầu
  - Triển khai chiến lược điều khiển để duy trì sự cân bằng.

# Không có đồng hồ đo – Làm thế nào để phân tích một hệ thống?

## ➤ Sử dụng những gì bạn có

- Đồng hồ đo số giờ chạy
- Đồng hồ bấm giờ
- Đồng hồ đo áp suất đã lắp đặt
- Dữ liệu của nhà sản xuất

## Không có đồng hồ đo? – Tính nhu cầu



$$\text{Tải trung bình} = \frac{\text{Thời gian mang tải}}{\text{Tổng thời gian 1 chu kì}}$$

- Lặp lại trong thời gian không sản xuất để ước tính rò rỉ
- Cô lập các khu vực để chia nhỏ nhu cầu cơ bản

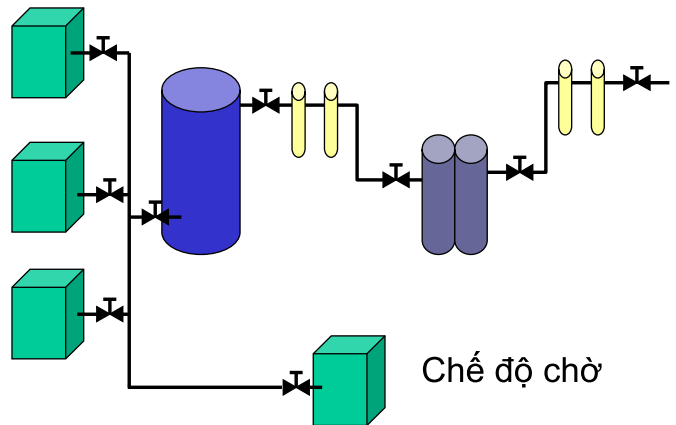
**Có thể không cho phép bạn xác định công suất máy nén mới nhưng sẽ giúp bạn hiểu hệ thống**

## Tính toán nhu cầu

450 cfm, 75 kW tải nền

450 cfm, 75 kW tải nền

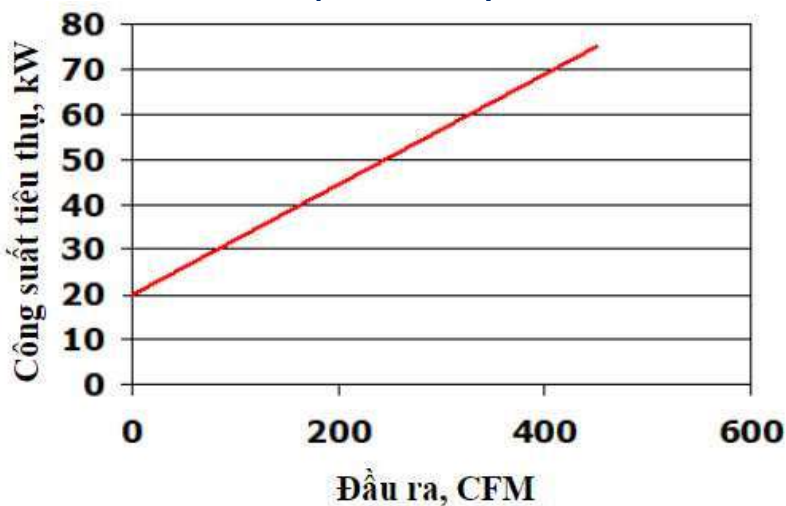
450 cfm, 75 kW tải bật/ tắt



Poverty Reduction through Productive Activities • Trade Capacity Building • Energy and Environment

## Tính toán chi phí vận hành

Đặc điểm điều khiển máy nén trục vít điện hình



Đầy tải = 75 kW, 450 cfm

Không tải = 20 kW = 26.66% đầy tải tại với lưu lượng 0 cfm

Poverty Reduction through Productive Activities • Trade Capacity Building • Energy and Environment

## Tính toán thời gian

Thời gian trung bình mang tải = 30 s

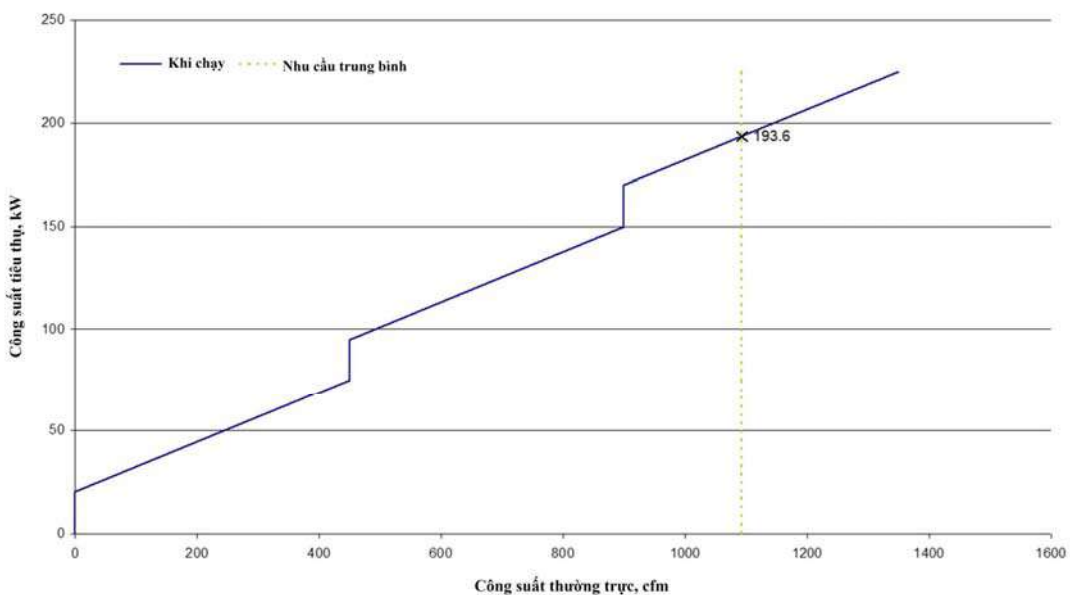
Thời gian trung bình không tải = 40 s

**Tải trung bình =  $30/70 = 43\%$**

**Nhu cầu =  $450 + 450 + (450 \cdot 43\%) = 1094$  cfm**

Poverty Reduction through Productive Activities • Trade Capacity Building • Energy and Environment

## Tính toán chi phí sản xuất



Poverty Reduction through Productive Activities • Trade Capacity Building • Energy and Environment

## Nhu cầu với công suất tiêu thụ

3 máy nén 75kW

2 tải cơ bản = 900 cfm, 150 kW

1 tải bật/tắt = 193 cfm, 43.6 kW

Đầu ra	450 cfm
Công suất đầy tải	75 kW
Công suất không tải	20 kW

$$\begin{aligned}
 \text{Công suất} &= \text{Tổng công suất tải} + \text{Công suất không tải} \\
 &= 75 \times 0.43 + 20 \times 0.57 \\
 &= 32.1 + 11.4 \\
 &= \mathbf{43.6 \text{ kW}}
 \end{aligned}$$

Tổng công suất tiêu thụ 193.6 kW

Poverty Reduction through Productive Activities • Trade Capacity Building • Energy and Environment

## Tổng chi phí vận hành hàng năm

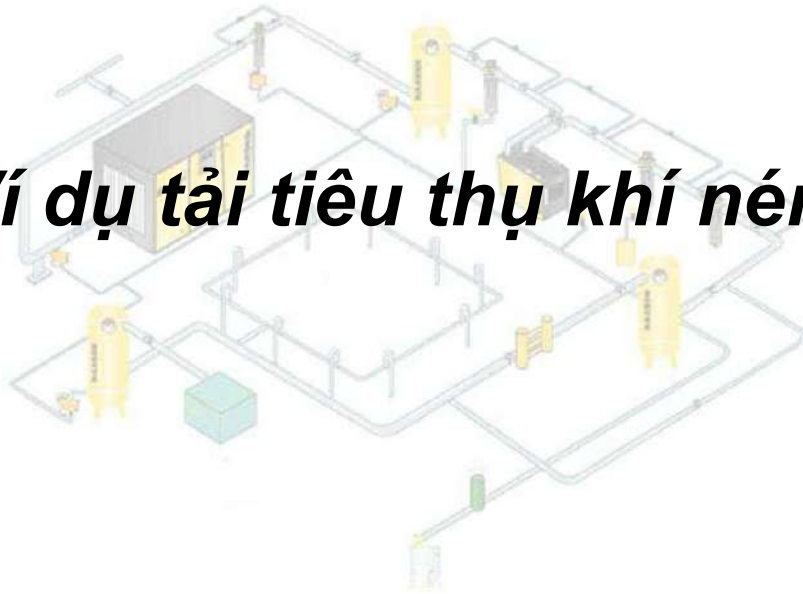
Giờ sản xuất = 80 giờ/tuần, 52 tuần/năm

Với : 3000 VNĐ/kWh

Chi phí sản xuất =  $193,6 \times 80 \times 52 \times 3000 = 2.416.128.000 \text{ VNĐ}$

# Hệ thống khí nén

## Ví dụ tải tiêu thụ khí nén

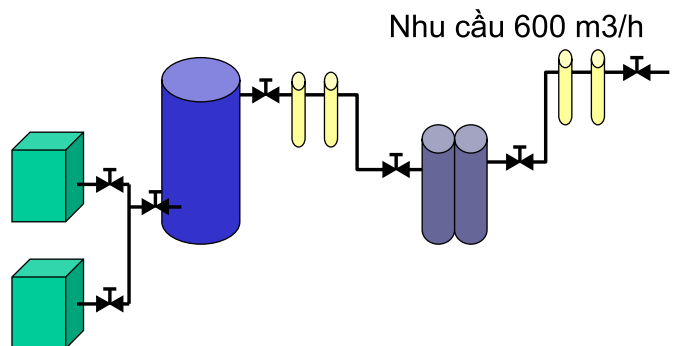


## Tính toán nhu cầu

Máy nén:  
 400 m<sup>3</sup>/h  
 50 kW tải  
 20% công suất không tải

Tải nền

Điều khiển



16 giờ một ngày  
 5 ngày một tuần  
 50 tuần một năm

Chi phí tiền điện – 3000đ/kWh

Chi phí hoạt động hàng năm?

# Tổng chi phí vận hành

Số giờ = 16 x 5 x 50 = 4000 h/năm

Tải nền = 400m<sup>3</sup>/h với, 50 kW x 4000h = 200,000kWh  
 = 200,000 kWh x 3000 VND = **600,000,000 VNĐ**

Điều khiển = (600-400)/400 = 50% tải, 50% không tải  
 Đầy tải = 50kW x 4000h x 50% = 100,000 kWh  
 Không tải = 10kW x 4000h x 50% = 20,000 kWh

Tổng chi phí điều khiển = (100,000 x 3000) + (20,000 x 3000)  
 300,000,000 + 600,000 = **360,000,000 VNĐ**

Tổng chi phí = 600,000,000 + 360,000,000 = **960,000,000 VNĐ**

Poverty Reduction through Productive Activities • Trade Capacity Building • Energy and Environment

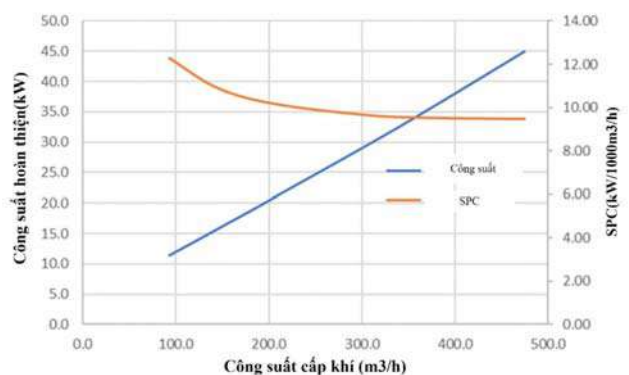
## Máy VSD là gì ?

Khi cần thông tin về hiệu quả - Xem thông tin kỹ thuật CAGI

MODEL DATA - FOR COMPRESSED AIR			
1	Manufacturer:	Atlas Copco	
2	Model Number:	GA37LVSD+	Date: 11/30/2020
	<input checked="" type="checkbox"/> Air-cooled <input type="checkbox"/> Water-cooled	Type:	Screw
	# of Stages: 1		
3	Full Load Operating Pressure <sup>b</sup>	102	psig <sup>b</sup>
4	Drive Motor Nominal Rating	50	hp
5	Drive Motor Nominal Efficiency	96	percent
6	Fan Motor Nominal Rating (if applicable)	1.1	hp
7	Fan Motor Nominal Efficiency	73	percent
8*	Input Power (kW)	Capacity (acfm) <sup>a,d</sup>	Specific Power (kW/100 acfm) <sup>d</sup>
	45.0	Max 279.5	16.1
	34.9	215.4	16.2
	29.3	178.4	16.4
	20.9	120.9	17.3
	15.7	84.7	18.5
	11.4	Min 54.7	20.8
9*	Total Package Input Power at Zero Flow <sup>c,d</sup>		
10	Isentropic Efficiency	1.1	kW
		81.27	%

11

Note: Graph is only a visual representation of the data in Section 8  
 \*Note: Y-Axis Scale: 0 to 20.8 kW/100 acfm (maximum efficiency above 10)  
 X-Axis Scale: 0 to 279.5 acfm (maximum capacity)

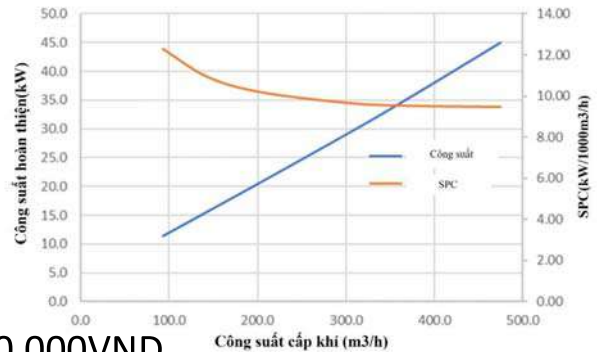


Có thể chọn công suất thủ công từ dữ liệu hoặc sử dụng chức năng nội suy tuyến tính trong excel (có thể cung cấp mẫu để sửa đổi)

Poverty Reduction through Productive Activities • Trade Capacity Building • Energy and Environment

## Máy VSD là gì ?

- Nhu cầu là 600m<sup>3</sup>/giờ sử dụng 2 máy có kích thước bằng nhau
- Mỗi máy cung cấp 600/2 = 300m<sup>3</sup>/giờ
- Công suất cần thiết ở 300m<sup>3</sup>/giờ = ~29kW
- Tổng công suất = 2 x 29kW = 58kW
- 58kW x 4.000 giờ = 232.000kWh



- 232.000kWh x 3.000VND = 696.000.000VND

Poverty Reduction through Productive Activities • Trade Capacity Building • Energy and Environment

## Hệ thống khí nén

### Bạn bắt đầu từ đâu?

- Đặt câu hỏi
- Ghi chú
- Khảo sát sơ bộ xung quanh
  - Ghi chú
  - Chụp ảnh



# Kiểm toán khí nén – Câu hỏi ban đầu

- Bao nhiêu giờ mỗi tuần hệ thống cần khí nén?
- Áp suất tối thiểu được phép trong nhà máy là bao nhiêu?
- Chất lượng khí nén cần thiết là như thế nào?
- Nhu cầu cơ bản khí nén là gì?

## Những điều cần chú ý trong phòng máy nén

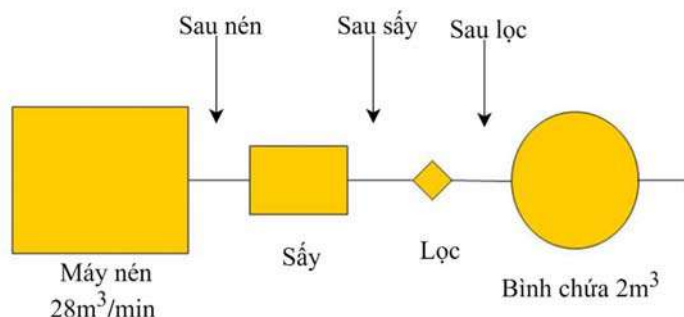
- Loại, nhãn hiệu, công suất, giờ chạy và kiểm soát từng máy nén
- Loại nhãn hiệu và cấu hình của hệ thống xử lý
- Thông gió phòng, cửa lấy gió trong hay ngoài nhà
- Nhiệt thải có được thu hồi không?
- Áp suất ở nguồn và độ giảm áp suất trên hệ thống xử lý
- Có điều khiển theo cụm không?
- Đang vận hành thế nào và nhu cầu khí nén ước tính là bao nhiêu?
- Đường ống cấp đã phù hợp chưa, có bất kỳ nút thắt cổ chai?
- Có bể nước ngưng điện tử không thông thất không?

## Những điều cần chú ý trong nhà máy

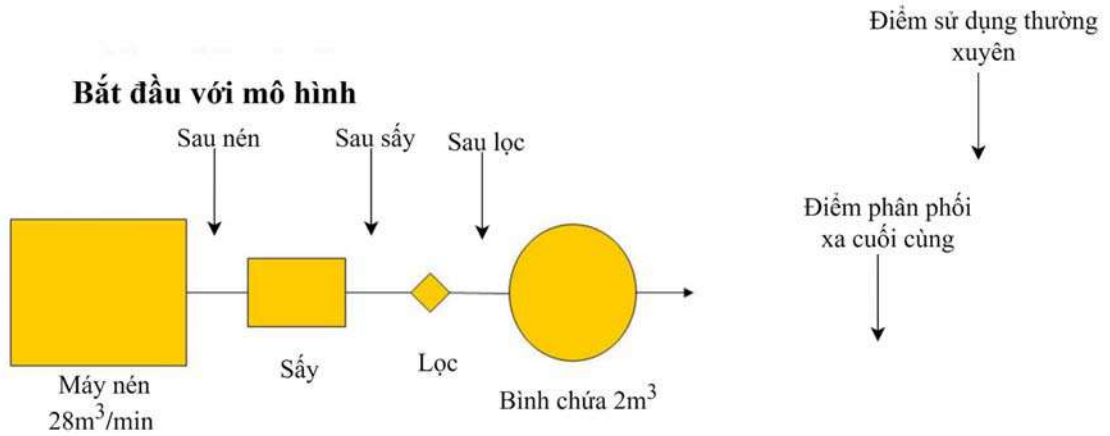
- Rò rỉ khí
- Các tải sử dụng chính khí như công cụ, đầu phun sơn, thiết bị hoặc quá trình công nghệ
- Sử dụng sai như miệng thổi hở, súng thổi áp suất cao, đẩy sản phẩm và hiệu ứng venturi chân không
- Áp suất cuối đường ống
- Hệ đường ống vòng hay ống nhánh?

Poverty Reduction through Productive Activities • Trade Capacity Building • Energy and Environment

### Bắt đầu với mô hình



## Xác định các điểm có thể đo



## Hệ thống khí nén



Giám sát áp suất từ xa

Dây thừng thay thế cho việc sơn ống



Nếu bạn thấy điều gì bất thường, hãy đặt câu hỏi về nó

## Hệ thống khí nén



Lưu ý những  
kết nối kém  
trong hệ thống

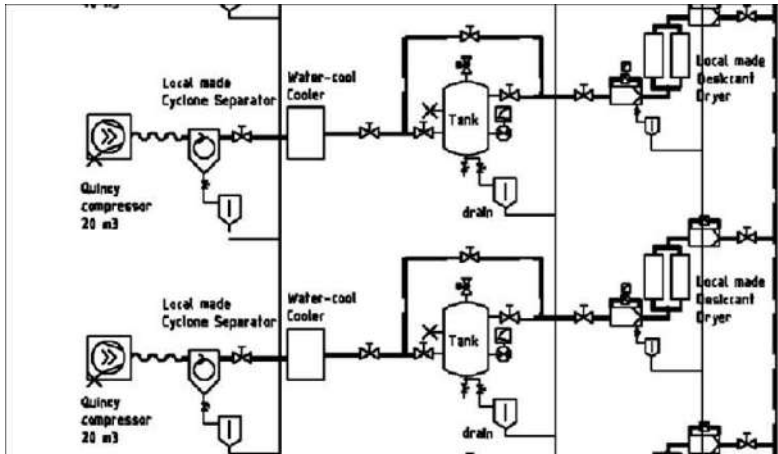


## Hệ thống khí nén

Nếu số đo của đồng hồ đo không đúng, hãy tìm hiểu lý do. Thay vì điều chỉnh van đầu vào, bạn có thể xem xét hòng điều chỉnh đầu vào.



## Sử dụng bản vẽ để kiểm tra lắp đặt



- 1) Máy nén
- 2) Bộ tách chất lỏng
- 3) Bộ làm mát bổ sung
- 4) Bình chứa có van xả
- 5) Bộ lọc trước có van xả
- 6) Máy sấy hút ẩm
- 7) Bộ lọc sau

- Đã hoàn tất quá trình kiểm tra sơ bộ.
- Đã tiến hành phỏng vấn trao đổi.
- Đã ghi chép.
- Đã chụp ảnh.
- Đã chỉnh sửa bản vẽ.
- Tiếp theo là gì?

- **Hãy ngồi xuống và suy nghĩ!**
- **Tiến hành từ hệ sử dụng khí dần về phía máy nén.**
- **Xác định nhu cầu thực sự.**
- **Xây dựng các mục tiêu thông tin cần thiết để phân tích hệ thống.**
- **Xây dựng một kế hoạch đo lường cần thiết để có được thông tin đó.**

## **9. Thu thập dữ liệu và phân tích**

- Thu thập dữ liệu nhu cầu để thiết lập động lực của hệ thống.
- Xác định các sự kiện và tác động của chúng lên hệ thống.
- Xác định chu kỳ và thời gian xuất hiện của các sự kiện này.
- Xác định các giai đoạn suy giảm của hệ thống.



## 9. Thu thập dữ liệu và phân tích

- Điều gì tệ hơn việc không có thông tin về hiệu suất hệ thống?
- **Có thông tin không tốt về hiệu suất hệ thống.**
- Nhiều yếu tố ảnh hưởng đến độ chính xác của dữ liệu hiệu suất được đo:
  - Tốc độ mẫu
  - Khoảng thời gian lấy mẫu
  - Độ chính xác
  - Tính thống nhất
  - Tín hiệu điện
  - Nhiễu và lỗi
  - Thiết lập thiết bị
  - Mở rộng quy mô đơn vị kỹ thuật

## 9. Thu thập dữ liệu và phân tích

Dữ liệu xu hướng hàng giờ – Dữ liệu xu hướng hàng giờ có thể được sử dụng để xây dựng hồ sơ công suất máy nén hoặc dữ liệu lưu lượng để tính toán chi phí vận hành. Tuy nhiên, dữ liệu xu hướng sẽ không xác định hiệu suất động.

	Phương pháp #1	Phương pháp #2
Tỷ lệ mẫu	T = 5 phút	T = 1 s
Số mẫu trung bình	n = 12 mẫu	n = 3600 mẫu
Khoảng thời gian lấy mẫu	60 phút ( 1 h )	3600 s ( 1 h )



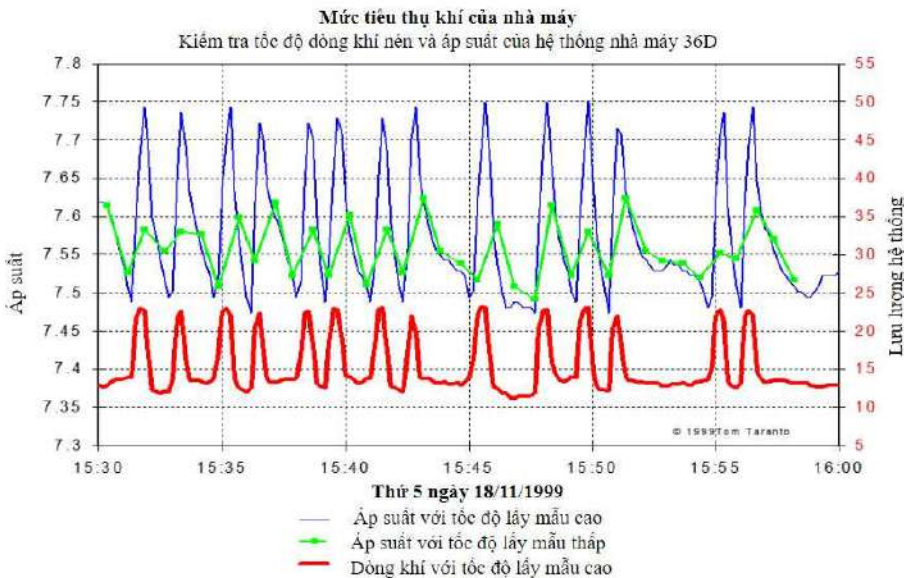
## 9. Thu thập dữ liệu và phân tích

Phản hồi động – Khi các sự kiện hệ thống có thời gian diễn ra ngắn, khoảng thời gian dữ liệu phải giảm xuống để mô tả hiệu suất một cách chính xác.

	Định mức cao	Định mức thấp
<b>Định mức mẫu</b>	1 mẫu/s	1 mẫu/3s
<b>Trung bình dữ liệu</b>	10 mẫu	15 mẫu
<b>Khoảng thời gian dữ liệu</b>	10 s	45 s

## 9. Thu thập dữ liệu và phân tích

Dữ liệu hiển thị cho tốc độ lấy mẫu cao là đọc áp suất một lần mỗi giây và trung bình 10 mẫu. Tốc độ lấy mẫu thấp là đọc áp suất mỗi 3 giây và trung bình 15 mẫu.



## 9. Thu thập dữ liệu và phân tích

### ➤ Điểm chính

- Độ chính xác của hệ thống đo phụ thuộc vào các yếu tố con người; kết nối với hệ thống, bộ chuyển đổi; hệ thống dây điện, cáp, kết nối điện; phần cứng và phần mềm thu thập dữ liệu; cùng với các kỹ thuật đo lường.
- Tốc độ lấy mẫu, tính trung bình dữ liệu và khoảng thời lấy dữ liệu phụ thuộc vào các đặc điểm của hệ thống.
- Sử dụng cảm biến, bộ chuyển đổi và độ chính xác của hệ thống đo lường phù hợp.
- Bộ chuyển đổi đưa ra các tín hiệu khác nhau theo tỷ lệ với thông số vật lý đang được đo.
- Các tín hiệu phải được chia tỷ lệ phù hợp để ghi lại phép đo chính xác.

## 9. Thu thập dữ liệu và phân tích

### ➤ Phân tích dữ liệu –

- Có hợp lý và chính xác không?
- Phù hợp với các mục tiêu đánh giá đã thiết lập?
- Tạo nhiều hồ sơ khác nhau
- Ước tính tiết kiệm năng lượng
- Đề xuất nhiều biện pháp để cải thiện độ tin cậy và tạo ra khoản tiết kiệm bền vững

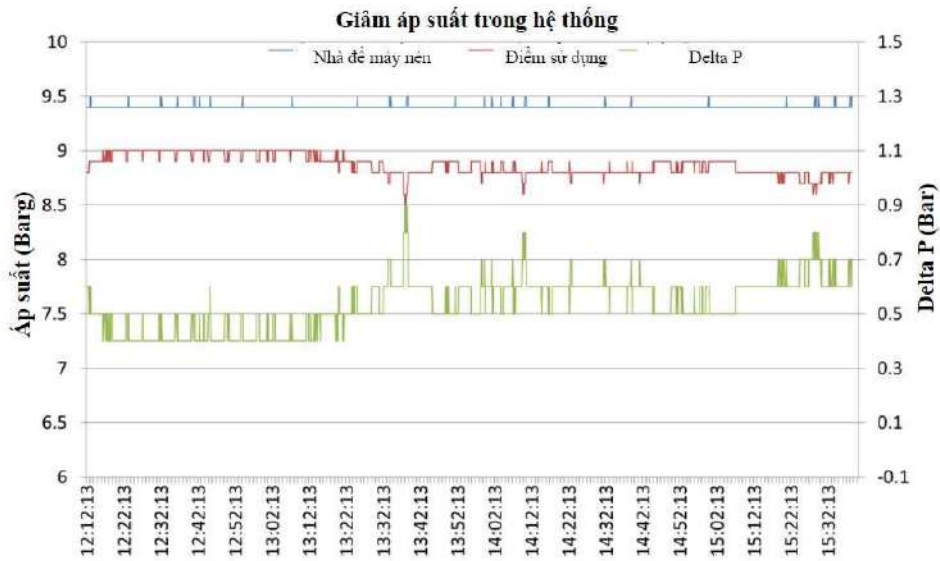
## Hệ thống khí nén

- Hồ sơ áp suất
- Hồ sơ nhu cầu
- Hiện tượng nhu cầu khí lớn gián đoạn
- Nhu cầu áp suất cao được ghi nhận
- Tiêu thụ điện năng
- Mức sản xuất

## Vị trí đo áp suất điển hình

- Áp suất làm việc tối đa của máy nén (MWP)
- Phạm vi điều khiển máy nén
- Giảm áp suất trên thiết bị xử lý
- Chênh lệch áp suất trên các bình chứa chính
- Áp suất đầu ra cung cấp cho hệ thống
- Áp suất đầu ra phân phối tại một hoặc nhiều vị trí phía phụ tải khí nén
- Áp suất kết nối điểm sử dụng
- Áp suất sử dụng ở thiết bị cuối

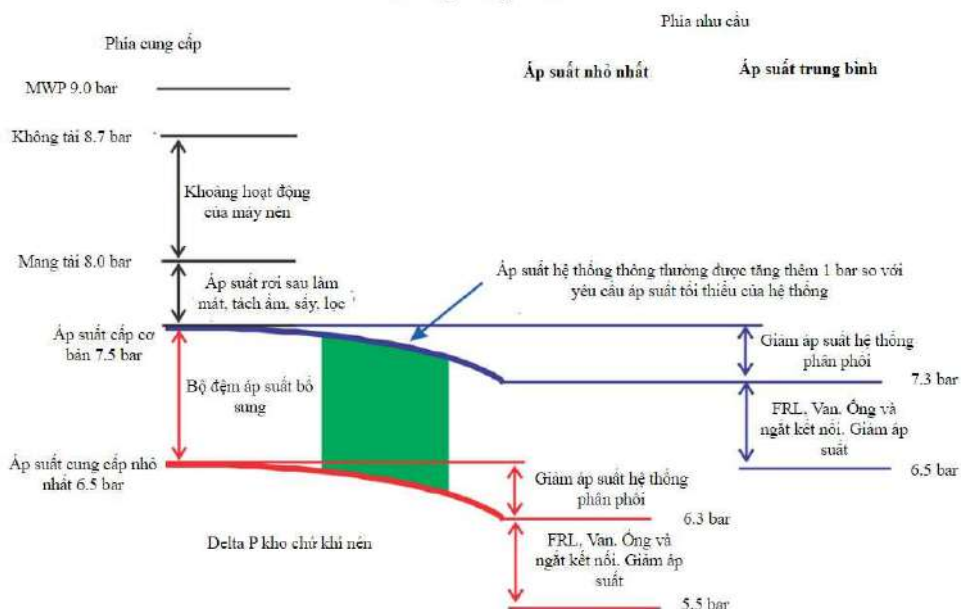
# Giảm áp suất hệ thống



- Áp suất chênh lệch cao
- Đường ống chính có kích thước nhỏ

# Hồ sơ hệ thống áp suất

## Hồ sơ hệ thống khí nén



## Hệ thống khí nén

- Hồ sơ áp suất
- Hồ sơ nhu cầu
- Hiện tượng nhu cầu khí lớn gián đoạn
- Nhu cầu áp suất cao được ghi nhận
- Tiêu thụ điện năng
- Mức sản xuất

## Hệ thống khí nén

- **Bạn đo lường những gì để xác định hồ sơ nhu cầu?**
  - Lưu lượng trong đường ống
  - Chân không trên các máy có tiết lưu đầu vào
  - Chu kỳ có tải/ không tải trên máy nén
  - Tốc độ khí trong máy nén có tốc độ thay đổi
  - Lưu lượng khí đầu vào
  - Công suất

## 9. Thu thập dữ liệu và phân tích

- Xây dựng Hồ sơ Hệ thống Khí nén
- Thiết bị lưu trữ số liệu, Lưu lượng, Công suất và Áp suất



## Hệ thống khí nén

- Bạn đo lường những gì để xác định hồ sơ nhu cầu?
- Lưu lượng trong đường ống



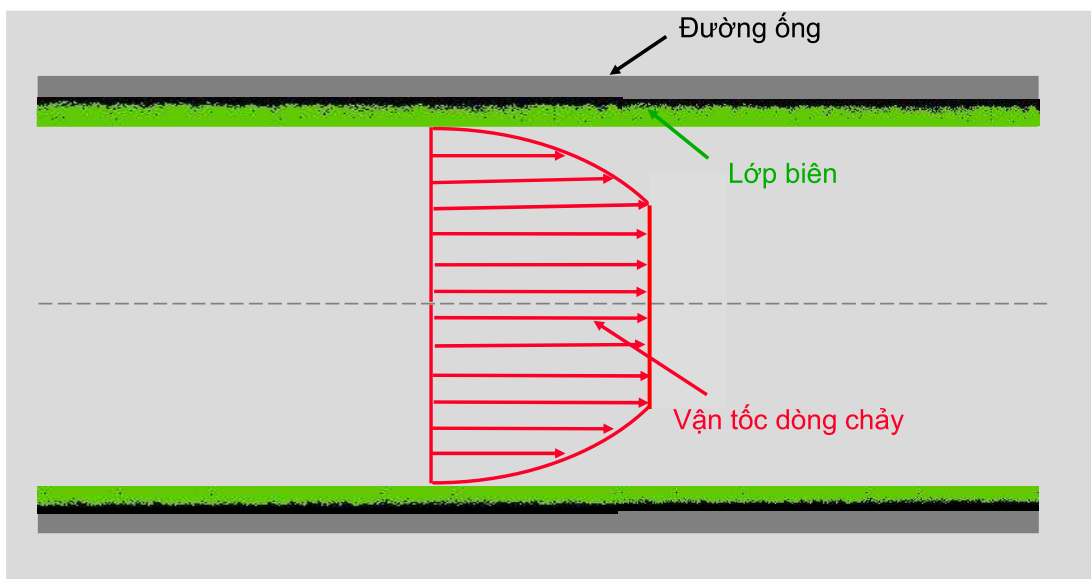


# Đo lưu lượng

- Đo áp suất là quan trọng
- Nhu cầu hay lưu lượng?
- Lưu lượng kể không phải lúc nào cũng cung cấp công suất máy nén chính xác

Poverty Reduction through Productive Activities • Trade Capacity Building • Energy and Environment

## Đồ thị lưu lượng

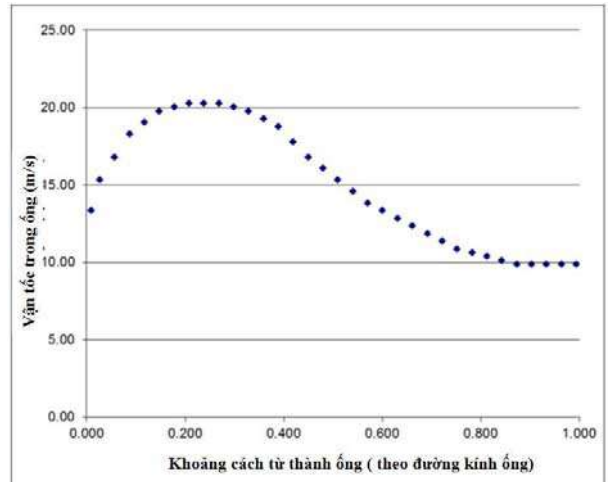


Poverty Reduction through Productive Activities • Trade Capacity Building • Energy and Environment



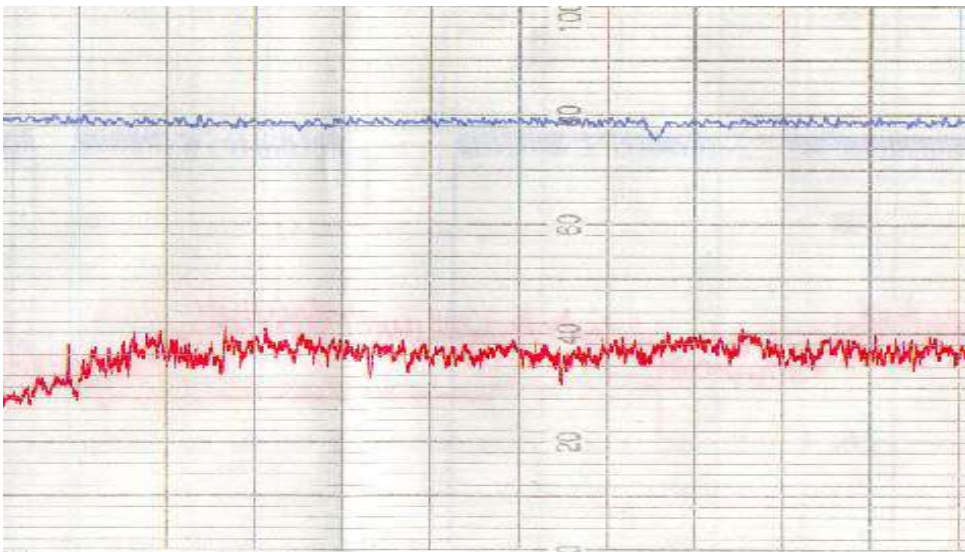
## Đo lưu lượng

- ✓ Phụ thuộc vào cài đặt
- ✓ Các đặc thù của lưu lượng ảnh hưởng đến độ chính xác
- ✓ Vị trí kém = độ chính xác kém



Poverty Reduction through Productive Activities • Trade Capacity Building • Energy and Environment

## Đo lưu lượng – nhu cầu hay lưu lượng?



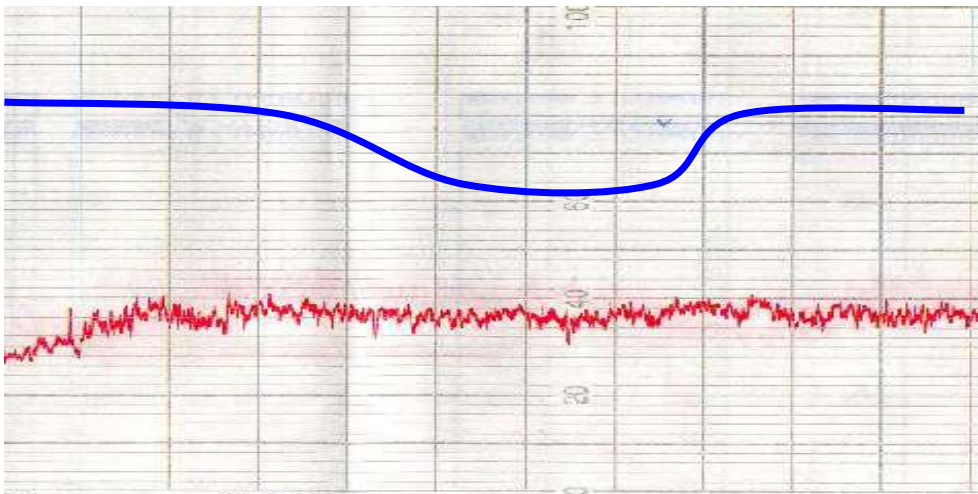
Áp suất

Lưu lượng

Áp suất duy trì tốt do đó lưu lượng được đo = nhu cầu

Poverty Reduction through Productive Activities • Trade Capacity Building • Energy and Environment

## Đo lưu lượng – nhu cầu hay lưu lượng?



Áp suất

Lưu lượng

Giảm áp suất

Lưu lượng vẫn ổn định – máy nén chạy hết công suất

Lưu lượng đo được thấp hơn nhu cầu tại chỗ

Poverty Reduction through Productive Activities • Trade Capacity Building • Energy and Environment

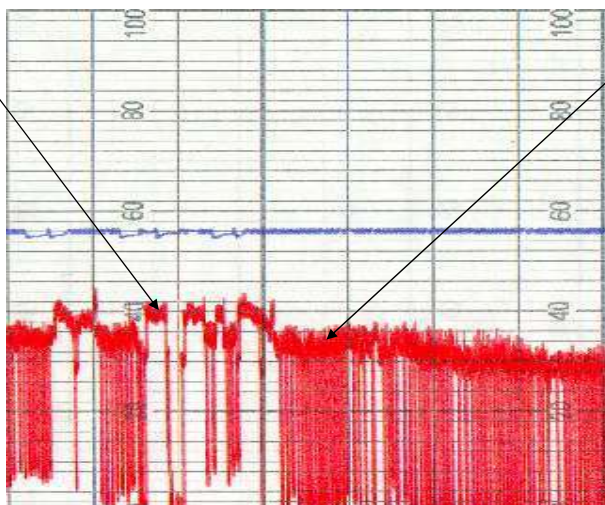
## Đo lưu lượng – nhu cầu hay lưu lượng?

Máy nén chạy đủ tải trong thời gian dài hơn, lưu lượng kế đọc trên 40

Máy nén có chu kỳ bật và tắt  
lưu lượng kế đọc lên đến 36

Áp suất

Lưu lượng



Bình chứa làm giảm các dao động lưu lượng

Poverty Reduction through Productive Activities • Trade Capacity Building • Energy and Environment

## Đo lường – điều kiện đầu vào & đọc lưu lượng

- Các giá trị đo lường của lưu lượng kế thường ở các điều kiện cho trước ví dụ scfm, Nm<sup>3</sup>/giờ:
  - Tiêu chuẩn – 1013 mbarA, 15C, 0%RH
  - Bình thường – 1013 mbarA, 0C, 0%RH
- Máy nén thường có thông số không khí ở 1000 mbarA, 20C, 0%RH đối với máy nén trục vít, khác với máy nén ly tâm
- Cần hiệu chỉnh giữa hai bộ dữ liệu (có thể chênh lệch hơn 15%)

Poverty Reduction through Productive Activities • Trade Capacity Building • Energy and Environment

## Tác động của điều kiện đầu vào

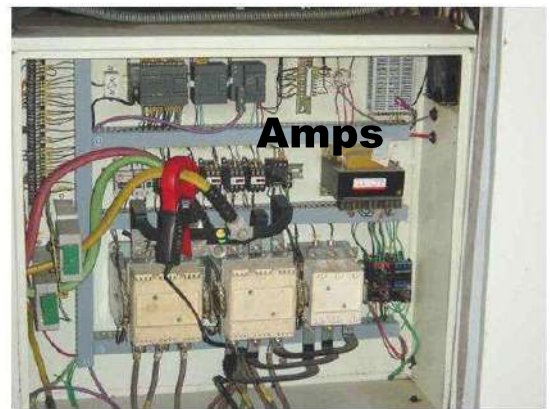
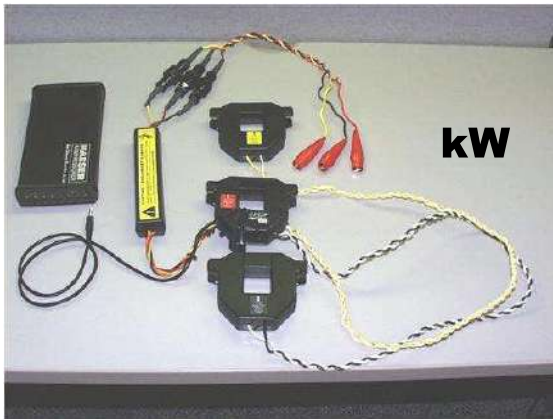
Điều kiện đầu vào	FAD	Nm <sup>3</sup> /h	Scfm	Ghi chú
1000 mbarA, 20C, 60%RH	1000 m <sup>3</sup> /hr 589 cfm	915 Nm <sup>3</sup> /hr 91.5%	568 scfm 96.4%	Vùng lạnh ở Việt Nam
980 mbarA, 35C, 70%RH	<b>1000</b> m <sup>3</sup> /hr 589 cfm	<b>845</b> Nm <sup>3</sup> /hr <b>84.5%</b>	525 scfm 89.1%	Vùng nóng ở Việt Nam
780 mbarA, 35C, 80%RH	1000 m <sup>3</sup> /hr 589 cfm	670 Nm <sup>3</sup> /hr 67%	416 scfm 70.6%	Thành phố Mexico

- Máy nén 1000 m<sup>3</sup>/giờ chỉ cung cấp 845 Nm<sup>3</sup>/giờ ở một số điều kiện cụ thể nhất định
- Bạn cần biết điều kiện đầu vào để biết máy nén có hoạt động chính xác không

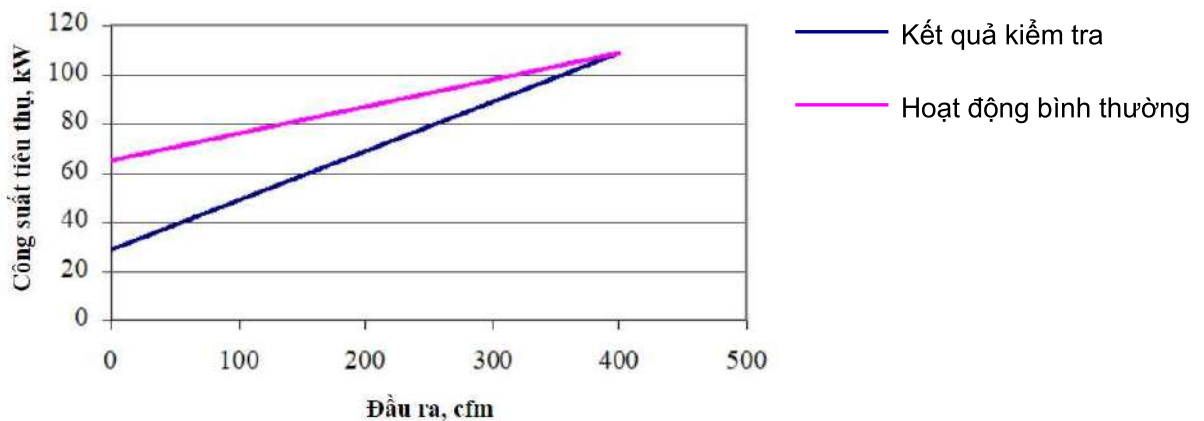
Poverty Reduction through Productive Activities • Trade Capacity Building • Energy and Environment

# Đo lường công suất điện

- kW là phép đo được ưa chuộng cho công suất
- Ampe có thể cung cấp thông tin có giá trị nhưng hệ số công suất có thể rất thấp khi không tải (0,3-0,5)



## Chu kỳ ngắn – Ảnh hưởng đến đo công suất



- 80 kW = 255 cfm - nhu cầu cơ sở cao?
- 80 kW = 140 cfm – nhu cầu cơ sở thấp

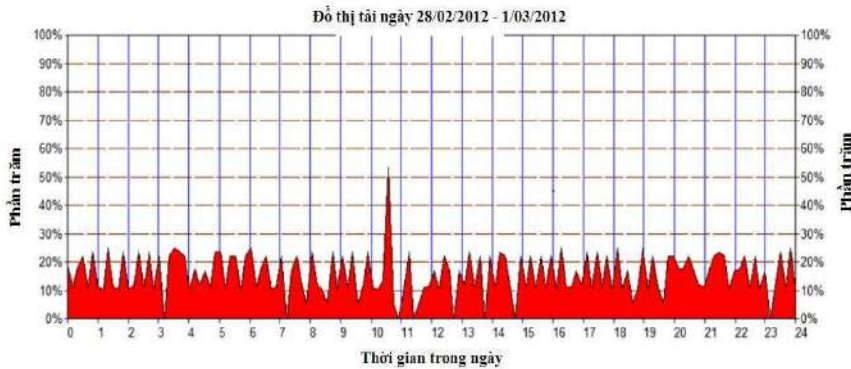
Kết quả giám sát công suất có thể không chính xác đối với đo lường lưu lượng



# Hệ thống khí nén

Bạn đo lường những gì để xác định hồ sơ nhu cầu?

Chu kỳ có tải/không tải trên máy



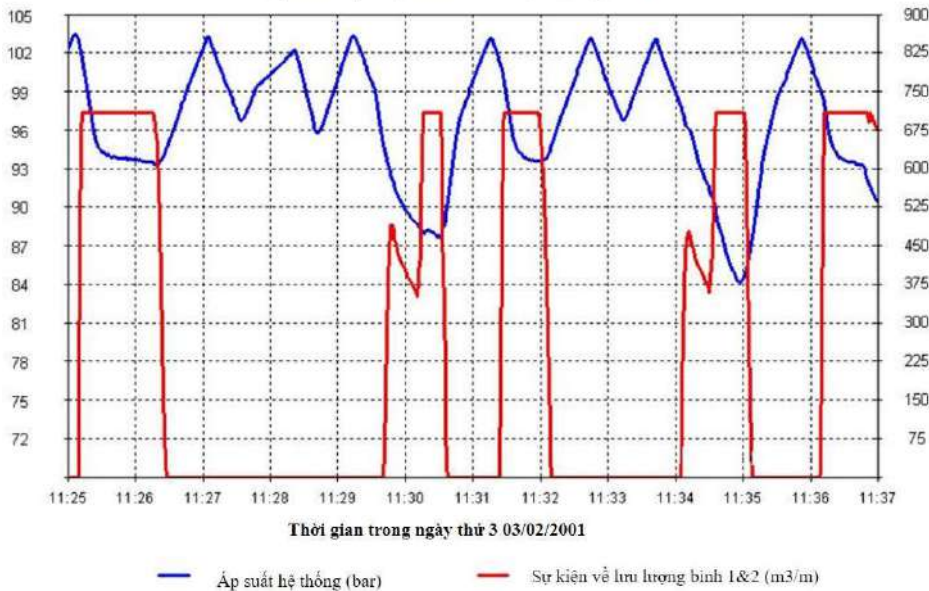
# Hệ thống khí nén

- Các hiện tượng nhu cầu lưu lượng lớn nhưng gián đoạn:
  - Xác định lưu lượng khí cực đại trong ngắn hạn, áp suất trung bình và tốc độ giảm áp suất hệ thống. Thu thập thông tin cần thiết để tính toán các giải pháp lưu trữ khí nén.
  - Đo thời lượng các hiện tượng nhu cầu này và tổng lượng khí tiêu thụ.
  - Đo thời gian trễ giữa các lần xuất hiện nhu cầu và khả năng tích lại khí nén trong hệ thống lưu trữ trong thời gian trễ có sẵn.
  - Đánh giá phản ứng của điều khiển máy nén và xác định xem máy nén có đang chạy không cần thiết hay không.
  - Cân nhắc rằng hệ thống quá áp có thể là giải pháp vận hành cho tình trạng lưu trữ khí không đủ.

# Hệ thống khí nén

Hiện tượng nhu cầu khí lớn gián đoạn

Sự kiện nhu cầu không liên tục khối lượng lớn - Cấu hình động của hệ thống  
Chuyển theo pha ( bình chứa 1&2) - thử nghiệm 2



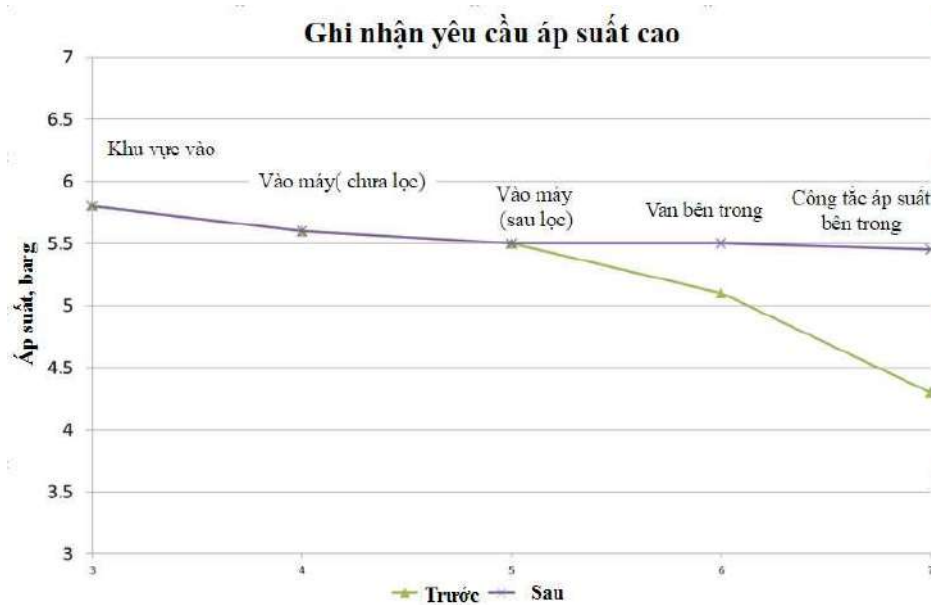
# Hệ thống khí nén

Liệu việc kết nối kém tại chỗ sử dụng khí nén có khiến hệ thống chạy ở áp suất cao hơn mức yêu cầu không?

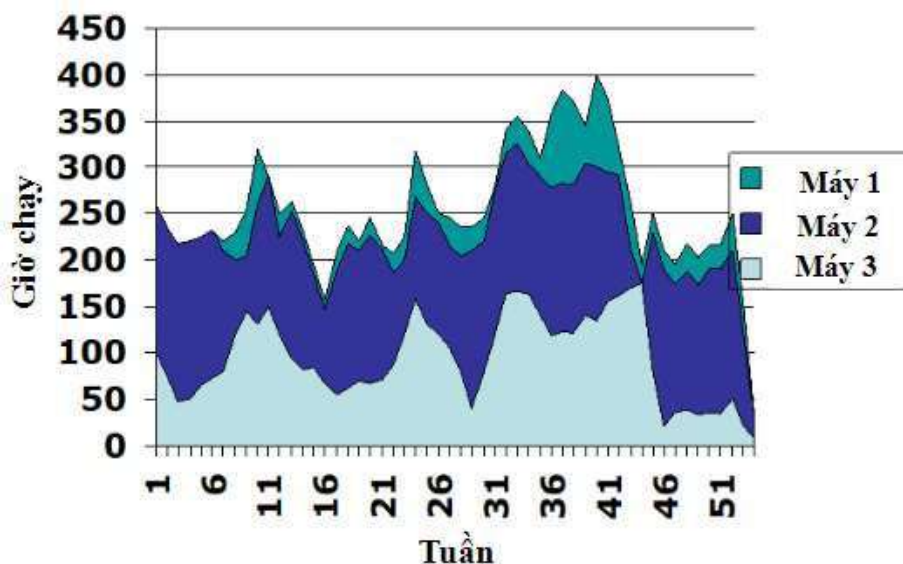


## Nhu cầu áp suất cao được ghi nhận

Việc nâng cấp các đường ống nội bộ đã ngăn chặn tăng áp suất trên toàn bộ hệ thống



## Phân tích giờ chạy máy



Ngay cả dữ liệu cơ bản nhất cũng có thể đưa ra kết quả hữu ích

# Giám sát năng suất

- Tính toán lượng khí sử dụng cho mỗi đơn vị sản phẩm
  - Cfm trên một tấn
  - Cfm trên một xe
  - Cfm trên một tỷ lệ sản xuất hàng ngày
- Đặt giới hạn và hiệu chỉnh
- Trạm máy nén
  - Sử dụng tổng công suất đầu vào so với nhu cầu không khí - lý tưởng cho một hệ thống quản lý năng lượng
  - Đặt giới hạn chấp nhận được cho mức sử dụng cơ bản và mức bình thường
  - Hiệu chỉnh khi các giới hạn bị vượt

Poverty Reduction through Productive Activities • Trade Capacity Building • Energy and Environment

# Đánh giá định mức

So sánh mức tiêu thụ khí trên một đơn vị sản xuất với:

- Các nhà máy khác trong nhóm
  - Ví dụ: một nhà máy sản xuất sản phẩm nhôm ở Anh sử dụng gấp đôi lượng không khí trên một tấn so với một nhà máy ở Pháp
- Các nhà máy tương tự khác
  - Ví dụ: các nhà máy sản xuất ô tô ở Châu Âu sử dụng gấp ba lần lượng không khí trên một đơn vị so với các nhà máy ở Nhật Bản

Poverty Reduction through Productive Activities • Trade Capacity Building • Energy and Environment



## Phân tích các dự án tiết kiệm khí

- Xác định lượng giảm trong nhu cầu hoặc áp suất
- Tính toán lại chi phí vận hành dựa trên dữ liệu mới
- Xem xét tác động của các dự án đồng thời
  - Hai dự án có thể tiết kiệm được 150.000.000 VND mỗi năm nhưng nếu kết hợp cả hai thì sẽ không tiết kiệm được 300.000.000 VND
- Còn lợi ích nào khác không, ví dụ như tăng sản lượng, giảm bảo trì?
- Tự lượng giảm nhu cầu nhỏ có thể tiết kiệm được nhiều nếu điều đó từ việc tắt máy nén.

Poverty Reduction through Productive Activities • Trade Capacity Building • Energy and Environment

## 8. Đánh giá hệ thống khí nén

### ➤ Báo cáo và tài liệu

- Tóm tắt
- Báo cáo chi tiết
- Phụ lục
- Các dữ liệu đi kèm
- Tập dữ liệu

## 8. Đánh giá hệ thống khí nén

### ➤ Những lỗi phổ biến khi đánh giá

- Nghiên cứu công suất máy nén khí không phải là đánh giá hệ thống khí
- Hệ thống khí được thiết kế để chứng minh một quan điểm
- Kiểm soát rò rỉ không phải là kiểm soát hệ thống
- Vẽ đường ống phân phối không xác định hiệu suất.

## Phân tích đề xuất của nhà cung cấp cho máy nén và hệ thống mới

### ➤ Kiểm tra từng đề xuất cổ tuân thủ thông số kỹ thuật

- Các đề xuất có cung cấp đủ sản lượng để đáp ứng nhu cầu cao điểm?
- Các yêu cầu về chất lượng khí và áp suất có được đáp ứng? Tất cả các hạng mục có được bao gồm không?
- Tất cả các thông tin được yêu cầu có được bao gồm không?
- Việc lắp đặt có được báo giá theo thông số kỹ thuật không?
- V.v.

### ➤ Nếu không, hãy yêu cầu thêm thông tin từ nhà cung cấp

## So sánh - Ấn tượng ban đầu

Ví dụ thực tế: 3 Nhà cung cấp - 3 máy nén cộng với máy sấy, bộ lọc, v.v.:

Chi phí vốn:

- 1 4.158.509.991 VNĐ
- 2 4.828.180.599 VNĐ
- 3 4.305.850.966 VNĐ

Bảo trì:

- 1 285.609.64 VNĐ
- 2 337.019.378 VNĐ
- 3 346.091.684 VNĐ

Ấn tượng ban đầu:

Số 1 ít hơn Số 2 670.000.000 VND, Số 1 cùng hạng với Số 3

Số 1 bảo trì ít hơn 50.400.000 VND mỗi năm so với các đối thủ khác

Số 1 chắc chắn là ứng cử viên hàng đầu

Poverty Reduction through Productive Activities • Trade Capacity Building • Energy and Environment

## So sánh – chi phí vòng đời

Chi phí vận hành hàng năm:

1
2
3

1,763,723,543 VNĐ
1,525,155,489 VNĐ
1,682,812,012 VNĐ

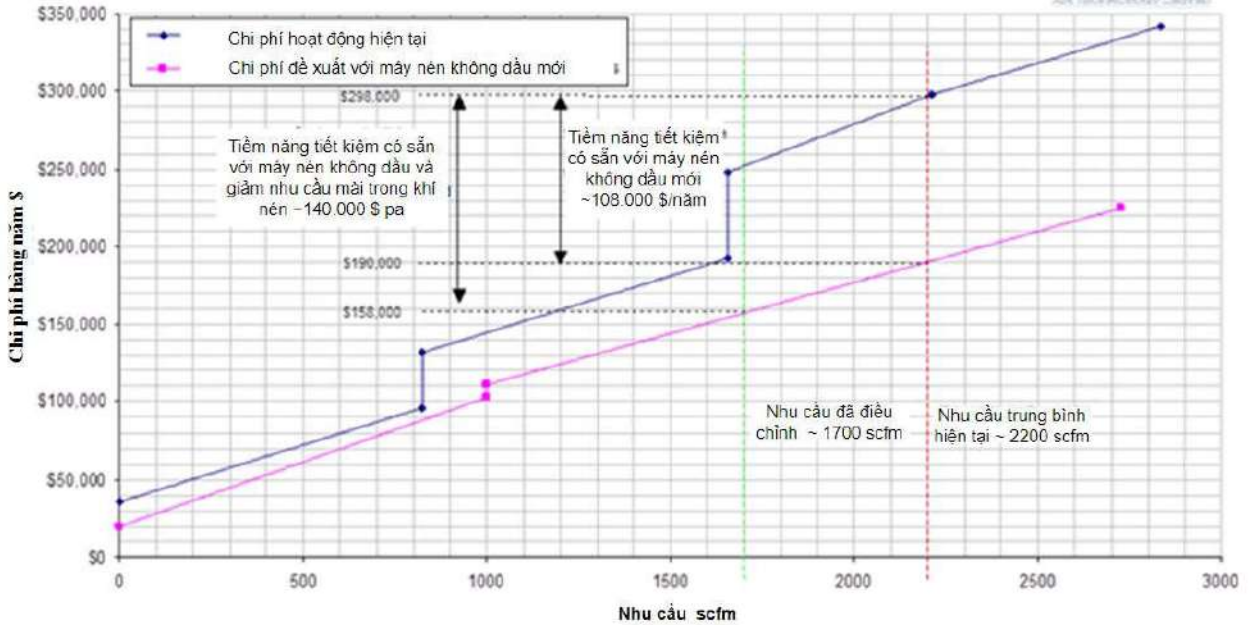
Chi phí vòng đời	1	2	3
<b>Chi phí 3 năm</b>	6,147,999,555	5,586,524,601	6,086,711,088
<b>Chi phí 5 năm</b>	10,246,665,925	9,310,874,335	10,144,518,480
<b>Chi phí 10 năm</b>	20,493,331,850	18,621,748,670	20,289,036,960

Trong suốt vòng đời:

- Số 2 rẻ hơn Số 1 561.474.954 VND trong 3 năm
- Số 2 rẻ hơn Số 1 1.871.583.180 VND trong 10 năm
- Số 2 rẻ hơn Số 3 1.667.288.290 VND trong 10 năm
- Trong 5-10 năm Số 2 chắc chắn là người chiến thắng

# Phân tích máy nén mới

Tính kinh tế trong khí nén hàng năm



Poverty Reduction through Productive Activities • Trade Capacity Building • Energy and Environment

## Phần 2- Tổng kết

- Phương pháp tiếp cận hệ thống
- Tính toán chi phí vận hành
- Thực hiện khảo sát
- Xác định đồ thị áp suất
- Xác định đồ thị nhu cầu
- Đánh giá kết quả
- Báo cáo và xem xét giá thầu của nhà cung cấp

## Thảo luận tiếp theo

- Ví dụ nghiên cứu khảo sát
- Sử dụng bảng tính
- Tính toán hữu ích
- Thực hiện khảo sát tại chỗ
- Xem xét dữ liệu và viết báo cáo



## Bảng tính và công cụ

- ✓ Các công cụ tính toán hữu ích
- ✓ Hiểu rõ công cụ trước khi sử dụng
- ✓ Kiểm tra kết quả có hợp lý
- ✓ Tự chịu rủi ro khi sử dụng

## Chi phí phát sinh

- ✓ Tính toán chi phí vận hành ở các mức nhu cầu và áp suất khác nhau
- ✓ Kiểm tra chi phí với các máy nén khác nhau
- ✓ Sử dụng để xây dựng hồ sơ hàng năm với các nhu cầu khác nhau
- ✓ Sử dụng để tính toán tiết kiệm



## Phát hiện rò rỉ

- ✓ Công cụ báo cáo cho các cuộc khảo sát rò rỉ
- ✓ Sử dụng để đánh giá tỷ lệ rò rỉ
- ✓ Xác định rò rỉ theo khu vực
- ✓ Phân loại rò rỉ theo kích thước
- ✓ Kết hợp cùng ảnh chụp để có báo cáo rò rỉ đầy đủ



## Mật độ không khí và điều kiện đầu vào

- ✓ Ước lượng mật độ không khí ở điều kiện đầu vào
- ✓ Ước tính lượng nước ngưng tụ được tạo ra
- ✓ Chuyển đổi giữa các điều kiện đầu vào khác nhau





## Chuyển đổi CO<sub>2</sub>

- ✓ Sử dụng để chuyển đổi từ chi phí sang kWh và CO<sub>2</sub>
- ✓ Hữu ích trong việc xây dựng các bảng tổng hợp

Lượng Co2 cắt giảm



## Giảm áp suất của bình chứa và đường ống

- ✓ Sử dụng để tính toán và kiểm tra độ sụt áp suất trong đường ống
  - Dựa trên đường ống thép
- ✓ Sử dụng để tính toán kích thước bình chứa

Tổn thất áp đường ống và bình chứa



## Nội suy tuyến tính trong Excel

- ✓ Rất hữu ích để tìm ra các giá trị trung gian giữa các đường đặc tính
- ✓ Có thể sử dụng trong mô hình hoá rất hiệu quả



## Giảm áp suất đường ống

$$\Delta P = 450 \times \frac{Q_c^{1.85} \times l}{d^5 \times p}$$

$\Delta p$	=	Áp suất giảm (bar)
$Q_c$	=	Dòng không khí (lít/giây)
$d$	=	Đường kính ống bên trong (mm)
$l$	=	Độ dài đường ống (m)
$p$	=	Áp suất đầu vào máy nén (bara)

## Kích thước bình chứa để ngăn chặn chu kỳ làm việc nhanh

$$V = \frac{0.25 \times Q_c \times P_1 \times T_0}{F_{\max} \times (P_u - P_L) \times T_1}$$

V	=	Tổng thể tích của hệ thống lưu trữ (lít)
Q <sub>c</sub>	=	Lưu lượng khí nén (lít/giây)
P <sub>1</sub>	=	Áp suất khí đầu vào máy nén (bara)
T <sub>0</sub>	=	Nhiệt độ không khí tại bình chứa (K)
T <sub>1</sub>	=	Nhiệt độ đầu vào máy nén (K)
P <sub>u</sub>	=	Áp suất máy nén khi không tải (barg)
P <sub>L</sub>	=	Áp suất máy nén khi mang tải (barg)
F <sub>max</sub>	=	Tần suất hoạt động tải tối đa (1/thời gian chu kỳ tối thiểu (giây))

Poverty Reduction through Productive Activities • Trade Capacity Building • Energy and Environment

## Kích thước bình chứa sử dụng phù hợp với sự kiện tải cao điểm

$$V_s = \frac{T \times C \times P_{amb}}{P_{\max} - P_{\min}}$$

Với:

T	=	Thời gian diễn ra sự kiện (phút)
C	=	Nhu cầu không khí (lít/phút)
V <sub>s</sub>	=	Tổng thể tích hệ thống lưu trữ (lít)
P <sub>max</sub>	=	Áp suất lưu trữ hoặc áp suất bình chứa tối đa (mức áp suất ngắt trên)(bara)
P <sub>min</sub>	=	Áp suất lưu trữ hoặc áp suất bình chứa tối thiểu (mức áp suất bật)(barg)
P <sub>amb</sub>	=	Áp suất tuyệt đối của không khí xung quanh (barg)

# Chuyển đổi giữa dòng điện và lưu lượng khí nén (CFM)

- ✓ Sử dụng để chuyển đổi dữ liệu dòng điện sang lưu lượng và công suất
  - Bảng tính bật/tắt tải
  - Bảng tính VSD
- ✓ Giả sử hoặc đo điện áp và hệ số công suất

## Đo lường điện áp – Dòng điện (Ampe) cho chi phí năng lượng hàng năm.

Trong đó:

*Vôn* = điện áp 3 pha trung bình từ pha đến pha

*ampe* = cường độ dòng điện tải đầy đủ của động cơ

*1,732* = căn bậc hai của 3 cho điện áp pha đến trung tính từ điện áp lưới đến lưới

*pf* = hệ số công suất của động cơ (điển hình là 0,80 đến 0,85)

*giờ* = giờ chạy hàng năm

*chi phí năng lượng* = VNĐ/kWh

*mtr eff* = hiệu suất động cơ tải đầy đủ

## Các nguồn công cụ và thông tin hữu ích khác

- ✓ Sổ tay đào tạo chuyên gia
- ✓ Các thách thức của khí nén
- ✓ Bảng tính ATL
- ✓ WebPlotDigitizer
- ✓ Công cụ kỹ thuật
- ✓ Trang web của nhà sản xuất thiết bị
  - Bảng dữ liệu CAGI
- ✓ Công cụ tính toán Almig

[ian.moore@airtechnology.co.uk](mailto:ian.moore@airtechnology.co.uk) for advice – I can help sometimes!

## **TUYÊN BỐ MIỄN TRỪ**

Tài liệu này được biên soạn trong khuôn khổ Dự án “Đẩy mạnh hoạt động tiết kiệm năng lượng trong các doanh nghiệp công nghiệp lớn thông qua hệ thống quản lý năng lượng và tối ưu hóa hệ thống và thực hành tiết kiệm năng lượng trong các doanh nghiệp vừa và nhỏ tại Việt Nam” (Dự án IEEP) do Liên minh châu Âu (EU) tài trợ, Bộ Công Thương (Bộ CT) quản lý và Tổ chức Phát triển công nghiệp Liên hợp quốc (UNIDO) thực hiện. Nội dung tài liệu hoàn toàn thuộc trách nhiệm của Dự án và không nhất thiết phản ánh quan điểm của bất kỳ cá nhân hay tổ chức nào.