



BỘ CÔNG THƯƠNG



Hợp tác  
Đức

DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT

Thực thi bởi

**giz** Deutsche Gesellschaft  
für Internationale  
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH



## TÀI LIỆU HƯỚNG DẪN KIỂM TOÁN NĂNG LƯỢNG

**Đơn vị xuất bản:**

Tổ chức Hợp tác Phát triển Đức (GIZ)

**Trụ sở:**

Bonn and Eschborn, Đức

Chương trình Hỗ trợ Năng lượng

Phòng 042A, Tầng 4, Tòa nhà Coco,

14 Thụy Khuê, Quận Tây Hồ,

Hà Nội, Việt Nam

T + 84 24 39 41 26 05

F + 84 24 39 41 26 06

office.energy@giz.de

www.giz.de/viet-nam

**Thời gian:**

8/2017

**Biên soạn:**

Trung tâm Nghiên cứu và Phát triển về Tiết kiệm Năng lượng (ENERTEAM)

GIZ chịu trách nhiệm nội dung xuất bản.

**Thay mặt:**

Bộ Hợp tác và Phát triển Kinh tế Liên bang Đức (BMZ)

# MỤC LỤC

<b>TỔNG QUAN</b> .....	<b>13</b>
Mục tiêu.....	13
Đối tượng.....	13
Hiện trạng kiểm toán năng lượng tại Việt Nam.....	13
Các cấp độ kiểm toán năng lượng.....	14
<b>PHẦN I. NỘI DUNG YÊU CẦU ĐỐI VỚI KIỂM TOÁN NĂNG LƯỢNG</b> .....	<b>16</b>
<b>1. KẾ HOẠCH VÀ NGUỒN NHÂN LỰC</b> .....	<b>16</b>
1.1. Lập kế hoạch.....	16
1.2. Nguồn lực.....	16
1.2.1. Nhân lực.....	16
1.2.2. Kỹ thuật.....	17
<b>2. PHƯƠNG PHÁP TIẾP CẬN VÀ THỰC HIỆN</b> .....	<b>18</b>
2.1. Phương pháp tiếp cận.....	18
2.1.1. Định mức tiêu thụ năng lượng.....	18
2.1.2. Cân bằng năng lượng.....	18
2.1.3. Các giải pháp tiết kiệm năng lượng.....	19
2.2. Phương pháp thực hiện.....	19
2.2.1. Các bước chuẩn bị kiểm toán.....	19
2.2.2. Thu thập dữ liệu.....	22
2.2.3. Phân tích dữ liệu.....	24
<b>3. NỘI DUNG BÁO CÁO KIỂM TOÁN NĂNG LƯỢNG</b> .....	<b>33</b>
3.1. Tóm tắt.....	33
3.2. Giới thiệu.....	33
3.3. Thông tin tổng quát về đơn vị được kiểm toán.....	34
3.4. Mô tả quá trình sản xuất.....	34
3.5. Nhu cầu năng lượng, nguồn năng lượng và tiêu thụ.....	35
3.6. Rào cản kỹ thuật và tài chính.....	36
3.7. Các giải pháp tiết kiệm năng lượng.....	36
3.8. Kết luận và kế hoạch hành động.....	37
3.9. Phụ lục đính kèm trong báo cáo.....	37

<b>PHẦN II. KIẾN NGHỊ CÁC NỘI DUNG KIỂM TOÁN NĂNG LƯỢNG</b> .....	<b>39</b>
<b>1. THIẾT BỊ ĐO CHÍNH</b> .....	<b>39</b>
1.1. Thiết bị đo điện .....	39
1.2. Thiết bị đo nhiệt .....	41
1.3. Thiết bị đo cơ: áp suất, tốc độ, lưu lượng .....	42
<b>2. ĐÁNH GIÁ TỔNG THỂ NĂNG LƯỢNG TIÊU THỤ VÀ QUẢN LÝ NĂNG LƯỢNG</b> .....	<b>44</b>
2.1. Thông tin chung về đơn vị được kiểm toán .....	44
2.2. Nguyên liệu tiêu thụ và sản lượng sản phẩm .....	44
2.3. Tiêu thụ nước và năng lượng .....	44
2.4. Suất tiêu thụ năng lượng và định mức tiêu hao năng lượng tham khảo .....	46
2.5. Đánh giá hiện trạng quản lý năng lượng .....	49
2.5.1. Mục tiêu .....	49
2.5.2. Phương pháp đánh giá .....	49
<b>3. PHÂN TÍCH CÁC HỆ THỐNG TIÊU THỤ NĂNG LƯỢNG CHÍNH</b> .....	<b>54</b>
<b>3.1. Hệ thống điện</b> .....	<b>54</b>
3.1.1. Giới thiệu .....	54
3.1.2. Đồ thị phụ tải và quản lý phụ tải điện .....	57
3.1.3. Ảnh hưởng của sóng hài .....	58
3.1.4. Các số liệu cần thu thập .....	59
<b>3.2. Hệ thống chiếu sáng</b> .....	<b>60</b>
3.2.1. Giới thiệu .....	60
3.2.2. Mô tả dòng năng lượng .....	61
3.2.3. Các giải pháp tiết kiệm năng lượng .....	62
3.2.4. Các số liệu cần thu thập .....	65
<b>3.3. Động cơ</b> .....	<b>66</b>
3.3.1. Giới thiệu .....	66
3.3.2. Mô tả dòng năng lượng .....	67
3.3.3. Các giải pháp tiết kiệm năng lượng .....	67
3.3.4. Các số liệu cần thu thập .....	72
<b>3.4. Quạt</b> .....	<b>74</b>
3.4.1. Giới thiệu chung .....	74
3.4.2. Mô tả dòng năng lượng .....	78
3.4.3. Các giải pháp tiết kiệm năng lượng .....	78
3.4.4. Các số liệu cần thu thập .....	80
<b>3.5. Bơm</b> .....	<b>82</b>
3.5.1. Giới thiệu chung .....	82
3.5.2. Mô tả dòng năng lượng .....	86
3.5.3. Các giải pháp tiết kiệm năng lượng .....	87
3.5.4. Các số liệu cần thu thập .....	88
<b>3.6. Hệ thống khí nén</b> .....	<b>90</b>
3.6.1. Giới thiệu chung .....	90
3.6.2. Mô tả dòng năng lượng .....	94
3.6.3. Các giải pháp tiết kiệm năng lượng .....	95
3.6.4. Các số liệu cần thu thập .....	99
<b>3.7. Hệ thống điều hòa không khí</b> .....	<b>104</b>
3.7.1. Giới thiệu .....	104
3.7.2. Đánh giá hệ thống điều hòa không khí .....	107
3.7.3. Các giải pháp tiết kiệm năng lượng .....	108
3.7.4. Các số liệu cần thu thập .....	109

<b>3.8. Hệ thống lạnh công nghiệp</b> .....	<b>110</b>
3.8.1. Giới thiệu.....	110
3.8.2. Mô tả dòng năng lượng.....	113
3.8.3. Các giải pháp tiết kiệm năng lượng.....	113
3.8.4. Các số liệu cần thu thập.....	118
<b>3.9. Lò hơi</b> .....	<b>120</b>
3.9.1. Giới thiệu.....	120
3.9.2. Mô tả dòng năng lượng.....	127
3.9.3. Các giải pháp tiết kiệm năng lượng.....	127
3.9.4. Số liệu cần thu thập.....	137
<b>3.10. Lò nung</b> .....	<b>138</b>
3.10.1. Giới thiệu.....	138
3.10.2. Mô tả dòng năng lượng.....	142
3.10.3. Các giải pháp tiết kiệm năng lượng.....	143
3.10.4. Các số liệu cần thu thập.....	146
<b>4. CÁC YÊU CẦU VỀ AN TOÀN LAO ĐỘNG</b> .....	<b>148</b>
<b>4.1. An toàn điện</b> .....	<b>148</b>
<b>4.2. An toàn hóa chất</b> .....	<b>148</b>
<b>4.3. An toàn với thiết bị áp lực</b> .....	<b>149</b>
<b>4.4. An toàn làm việc trên cao</b> .....	<b>150</b>
<b>PHỤ LỤC</b> .....	<b>152</b>
<b>TÀI LIỆU THAM KHẢO</b> .....	<b>158</b>

## TỪ VIẾT TẮT

<b>ACB</b>	Air Circuit Breaker - Máy cắt không khí
<b>ATS</b>	Automatic Transfer Switch – Bộ chuyển mạch tự động ATS
<b>BEE</b>	Bureau of Energy Efficiency, Ministry of Power, India – Cơ Quan Hiệu quả Năng lượng, Bộ Năng lượng Ấn Độ
<b>BEP</b>	Best Efficiency Point – Điểm hiệu suất cao nhất
<b>CO<sub>2</sub></b>	Carbon Dioxide – Khí cacbonic
<b>COP</b>	Coefficient of performance - Hệ số hiệu quả năng lượng
<b>DoIT</b>	Department of Industry and Trade – Sở Công Thương
<b>DB</b>	Distribution Board – Tủ điện phân phối
<b>EE&amp;C</b>	Law on Energy Efficiency and Conservation- Luật Sử Dụng Năng Lượng tiết kiệm và hiệu quả
<b>EnMS</b>	Energy Management System – Hệ Thống Quản Lý Năng Lượng
<b>ESP</b>	Energy Service Provider – Nhà Cung Cấp Dịch Vụ Năng Lượng
<b>EVN</b>	Electricity of Vietnam - Tập Đoàn Điện Lực Việt Nam
<b>FRP</b>	Fibre-reinforced plastic – Nhựa gia cố bằng sợi
<b>GDE</b>	General Directorate of Energy – Tổng Cục Năng Lượng
<b>GDP</b>	Gross Domestic Product – Tổng Sản Phẩm Quốc Nội
<b>GHG</b>	Green House Gas - Khí Nhà Kính
<b>GIZ</b>	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH – Tổ Chức Hợp Tác Quốc Tế Đức
<b>HVAC</b>	Sưởi, Thông gió và Điều hòa Không khí
<b>IGA</b>	Investment Grade Audit - Kiểm toán Đầu Tư
<b>MCCB</b>	Moulded Case Circuit Breaker - Máy cắt kiểu khối
<b>MOIT</b>	Ministry of Industry and Trade – Bộ Công Thương
<b>MSB</b>	Main Distribution Board - Tủ Điện Phân Phối Chính
<b>SEC</b>	Specific Energy Consumption – Suất Tiêu Thụ Năng Lượng
<b>TOE</b>	Ton of Oil Equivalent – Tấn Dầu Tương Đương
<b>VFD</b>	Variable Frequency Drive – Biến tần
<b>VNEEP</b>	Vietnam National Energy Efficiency Program - Chương trình mục tiêu quốc gia về sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả
<b>VSD</b>	Variable Speed Drive - Bộ điều khiển tốc độ

# Danh mục bảng biểu

Bảng 1. Các cấp độ của kiểm toán năng lượng .....	14
Bảng 2. Tóm tắt các giải pháp TKNL và ước tính chi phí đầu tư.....	33
Bảng 3. Danh mục các thiết bị đo lường trong kiểm toán năng lượng .....	34
Bảng 4. Nguyên liệu thô và sản phẩm chính .....	34
Bảng 5. Giờ hoạt động trong năm của các khu vực tiêu thụ năng lượng .....	34
Bảng 6. Biểu giá điện .....	35
Bảng 7. Sử dụng và chi phí điện hàng tháng .....	35
Bảng 8. Tiêu thụ nhiên liệu và chi phí hàng tháng .....	35
Bảng 9. Tiêu thụ nước hàng tháng .....	36
Bảng 10. Bảng tính quy đổi năng lượng.....	36
Bảng 11. Hệ số công suất .....	46
Bảng 12. Định mức tiêu hao năng lượng giai đoạn đến hết năm 2020 .....	47
Bảng 13. Định mức tiêu hao năng lượng giai đoạn từ năm 2021 – đến hết năm 2025 .....	47
Bảng 14. Định mức tiêu hao năng lượng đối với ngành công nghiệp thép giai đoạn đến hết năm 2020 .....	47
Bảng 15. Định mức tiêu hao năng lượng đối với ngành công nghiệp thép giai đoạn từ năm 2021-2025.....	48
Bảng 16. Quy định về chỉ số hiệu quả năng lượng ngành hóa chất .....	48
Bảng 17. Bảng đánh giá hiện trạng quản lý năng lượng .....	49
Bảng 18. Kết quả đánh giá và đề xuất hành động cải thiện .....	53
Bảng 19. Phân loại máy biến áp .....	55
Bảng 20. Chiến lược quản lý phụ tải đỉnh .....	58
Bảng 21. Ứng dụng của các nhóm hoàn màu .....	60
Bảng 22. Đặc tính chiếu sáng của các thể sáng thường được sử dụng .....	61
Bảng 23. Tiết kiệm bằng cách sử dụng đèn LED .....	64
Bảng 24. Bảng tính tiết kiệm năng lượng cho hệ thống chiếu sáng .....	64
Bảng 25. Công suất danh nghĩa, số lượng và tình trạng sử dụng .....	65
Bảng 26. Máy biến thế chiếu sáng / mô tả công suất danh nghĩa và số lượng .....	65
Bảng 27. Các loại tải động cơ cơ bản .....	66
Bảng 28. Tính toán chi phí vận hành động cơ lựa chọn .....	69
Bảng 29. So sánh chênh lệch về hiệu suất và giá thành của hai loại động cơ .....	70
Bảng 30. So sánh lợi ích cho việc đầu tư động cơ .....	70
Bảng 31. Tương quan tốc độ quay, dòng chảy và công suất yêu cầu .....	71
Bảng 32. Thu thập số liệu động cơ .....	73
Bảng 33. Hiệu suất của hệ thống quạt .....	75
Bảng 34. Tốc độ quạt vs. Lưu lượng .....	77
Bảng 35. Công suất vs. Tốc độ quạt .....	77
Bảng 36. Phần trăm công suất tiêu thụ ứng với phần trăm lưu lượng .....	77
Bảng 37. Bảng thu thập số liệu hệ thống quạt .....	81
Bảng 38. Bảng thu thập thông tin hệ thống bơm .....	89
Bảng 39. Liên hệ giữa công suất và áp suất máy nén khí .....	92
Bảng 40. Tương quan độ giảm áp với đường kính ống dẫn khí .....	93
Bảng 41. Nhiệt độ khí đầu vào và Điện năng tiết kiệm .....	94
Bảng 42. Các thông số cơ bản cần thu thập của hệ thống khí nén .....	99



Bảng 43. Các máy nén khí hiện có .....	100
Bảng 44. Các bộ phận xử lý khí nén .....	100
Bảng 45. Các bình chứa và van xả an toàn của hệ thống khí nén .....	101
Bảng 46. Các bộ điều khiển và cấp chính khí nén .....	101
Bảng 47. Hệ thống phân phối, đường ống, kết nối và đường ống khí phân phối .....	102
Bảng 48. Đo lường tại trạm khí nén, các điểm mở, vv .....	102
Bảng 49. Điều kiện môi trường (Tại trạm máy nén khí) .....	103
Bảng 50. Yêu cầu không khí (giờ vận hành, nhu cầu áp suất) .....	103
Bảng 51. Bảng đánh giá tác động của sự bảo dưỡng đối với công suất điện tiêu thụ máy nén .....	109
Bảng 52. Ảnh hưởng của nhiệt độ bay hơi đến mức tiêu thụ năng lượng của máy nén khí .....	116
Bảng 53. Bảng số liệu sau minh họa tác động của sự biến đổi trong nhiệt độ bình ngưng đối với mức tiêu thụ năng lượng .....	117
Bảng 54. Số liệu tính chất của hơi nước .....	120
Bảng 55. Ưu điểm và nhược điểm của lò hơi ống lửa .....	122
Bảng 56. Ưu điểm và nhược điểm của lò hơi ống nước .....	122
Bảng 57. Ưu điểm và nhược điểm của lò hơi có bao hơi .....	123
Bảng 58. Bảng tính hiệu quả hoạt động của lò hơi .....	126
Bảng 59. Bảng tổn thất nhiệt do không cách nhiệt .....	127
Bảng 60. Tổn thất nhiệt do không cách nhiệt lò hơi .....	128
Bảng 61. Ưu điểm và khuyết điểm của bẫy cơ kiểu phao tự do .....	132
Bảng 62. Ưu điểm và khuyết điểm của bẫy cơ kiểu gàu đảo .....	133
Bảng 63. Ưu điểm và khuyết điểm của bẫy nhiệt động .....	134
Bảng 64. Ưu điểm và khuyết điểm của bẫy nhiệt tĩnh – cân bằng áp lực .....	135
Bảng 65. Lựa chọn loại bẫy hơi phù hợp với phạm vi ứng dụng .....	136
Bảng 66. Phân loại lò nung .....	139
Bảng 67. Cân bằng năng lượng lò nung .....	143
Bảng 68. Thông số và dụng cụ đo lò nung .....	147
Bảng 69. Thu thập thông tin lò nung .....	147
Bảng 70. Bảng tính toán tiết kiệm năng lượng .....	152
Bảng 71. Bảng giá điện lưới .....	153
Bảng 72. Bảng chuyển đổi đơn vị sang TOE .....	155
Bảng 73. Hệ số phát thải CO <sub>2</sub> của các loại nhiên liệu .....	156
Bảng 74. Các biện pháp kiểm soát về đo lường và chu kỳ kiểm định phương tiện đo .....	157



# Danh mục hình ảnh

Hình 1. Phương pháp tiếp cận kiểm toán năng lượng .....	18
Hình 2. Cân bằng năng lượng giúp nhận dạng tổn thất năng lượng .....	18
Hình 3. Ví dụ phân tích hồi quy giữa tiêu thụ năng lượng và sản xuất .....	25
Hình 4. Suất tiêu thụ năng lượng của quá trình nấu chảy thủy tinh .....	26
Hình 5. So sánh giữa nhà máy và chuẩn tiêu thụ năng lượng cùng mức tiết kiệm năng lượng ước tính .....	26
Hình 6. Sơ đồ công nghệ quy trình nhuộm với dòng năng lượng và nguyên liệu .....	27
Hình 7. Sơ đồ Sankey thể hiện tổn thất nhiệt trong hệ thống hơi .....	28
Hình 8. Ví dụ về tỉ lệ phân phối của các thiết bị sử dụng năng lượng .....	29
Hình 9. Đồ thị đánh giá hiện trạng quản lý năng lượng .....	52
Hình 10. Máy biến áp trong hệ thống cung cấp điện .....	55
Hình 11. Tủ điện phân phối tổng .....	55
Hình 12. Tủ điện phân phối .....	55
Hình 13. Ví dụ sơ đồ đơn tuyến của một hệ thống điện .....	56
Hình 14. Ví dụ về đồ thị phụ tải máy biến áp trong 24 giờ .....	57
Hình 15. Các dạng sóng hài .....	59
Hình 16. Biểu đồ Sankey cho hệ thống chiếu sáng .....	62
Hình 17. Chiếu sáng tự nhiên bằng mái che cacbonat tổng hợp .....	63
Hình 18. Cửa có mái vòm FRP .....	63
Hình 19. Bộ đèn LED pha và chiếu sáng xung quanh .....	64
Hình 20. Động cơ lồng sóc .....	66
Hình 21. Động cơ dây quấn .....	66
Hình 22. Chi phí vận hành và đầu tư động cơ .....	67
Hình 23. Hiệu suất và phần trăm đầy tải .....	68
Hình 24. Hiệu suất theo tốc độ quay của động cơ rô-to lồng sóc tiêu chuẩn .....	68
Hình 25. Đồ thị so sánh giữa động cơ hiệu suất cao và động cơ thường .....	69
Hình 26. Đặc tính bơm khi dùng van tiết lưu .....	71
Hình 27. Đồ thị phụ tải của máy lạnh .....	72
Hình 28. Tính công suất quạt theo biểu đồ .....	76
Hình 29. Tính công suất quạt li tâm .....	77
Hình 30. Chi phí vận hành và đầu tư quạt gió .....	78
Hình 31. Biểu đồ Sankey của quạt .....	78
Hình 32. Giảm tốc độ động cơ bằng phương pháp giảm đường kính bánh động .....	79
Hình 33. Xác định công suất máy bơm .....	83
Hình 34. Các thông số của hệ thống bơm .....	83
Hình 35. Đường đặc tính và điểm làm việc cơ bản của bơm .....	84
Hình 36. Sơ đồ ghép bơm song song và điểm làm việc của hệ thống .....	84
Hình 37. Các phương pháp điều khiển lưu lượng bơm .....	84
Hình 38. Điều khiển bơm ON/OFF theo nhu cầu .....	85
Hình 39. Điểm làm việc của bơm khi sử dụng biến tần .....	85
Hình 40. Tiêu hao công suất giữa các phương pháp điều khiển bơm .....	85
Hình 41. Chi phí vận hành và đầu tư bơm .....	86

Hình 42. Giải đồ Sankey điển hình của bơm.....	86
Hình 43. Sơ đồ và thành phần chính trong hệ thống khí nén.....	90
Hình 44. Phân loại máy nén khí.....	90
Hình 45. Ảnh hưởng nhiệt độ vào của không khí và công suất tiêu thụ.....	94
Hình 46. Chi phí năng lượng của máy nén khí.....	94
Hình 47. Sơ đồ năng lượng trong hệ thống máy nén khí.....	95
Hình 48. Các tiềm năng tiết kiệm năng lượng của hệ thống khí nén.....	95
Hình 49. Ảnh hưởng của độ ẩm tương đối và công suất tiêu thụ.....	96
Hình 50. Ảnh hưởng áp suất đầu hút và công suất tiêu thụ.....	96
Hình 51. Thu hồi nhiệt.....	98
Hình 52. Các loại máy điều hòa không khí.....	104
Hình 53. Hình ảnh Chiller giải nhiệt gió.....	105
Hình 54. Hình ảnh Chiller giải nhiệt nước.....	105
Hình 55. Sơ đồ nguyên lý hoạt động của máy điều hòa không khí.....	106
Hình 56. Phương pháp tính COP của hệ thống.....	107
Hình 57. Hình ảnh thu thập dữ liệu hoạt động của hệ thống ĐHKK.....	107
Hình 58. Đặc tính của kính.....	108
Hình 59. Phương pháp phát hiện nguồn nhiệt bằng thiết bị đo infrared.....	108
Hình 60. Quy trình vận hành của hệ thống làm lạnh.....	110
Hình 61. Các dạng máy nén lạnh.....	110
Hình 62. Dòng năng lượng điển hình trong hệ thống lạnh.....	113
Hình 63. Sơ đồ thu hồi nhiệt từ gas nóng.....	114
Hình 64. So sánh tiêu thụ công suất của các phương pháp điều khiển khác nhau (máy nén loại trực vít).....	114
Hình 65. Nhiệt độ bay hơi và hiệu suất của hệ thống lạnh.....	115
Hình 66. Nguyên lý của hai hệ thống làm lạnh và các số liệu kỹ thuật.....	116
Hình 67. Sơ đồ chuyển hóa các thể của nước.....	121
Hình 68. Cấu tạo đơn giản của Lò hơi ống nước.....	121
Hình 69. Lò hơi ống lửa.....	122
Hình 70. Hình Lò hơi ống nước.....	122
Hình 71. Hình Lò hơi ống nước có bao hơi.....	123
Hình 72. Những tổn thất điển hình của lò hơi đốt than.....	125
Hình 73. Sơ đồ Sankey hiệu suất lò hơi.....	127
Hình 74. Sơ đồ lắp đặt bộ tận dụng nhiệt khói thải.....	129
Hình 75. Bộ hâm nước (a) và bộ sấy không khí (b).....	130
Hình 76. Các loại sấy hơi.....	131
Hình 77. Công dụng của sấy hơi.....	131
Hình 78. Phân loại sấy hơi.....	131
Hình 79. Cấu tạo của sấy cơ - phao tự do (Nguồn từ TLV).....	132
Hình 80. Nguyên lý hoạt động của sấy cơ - phao tự do.....	132
Hình 81. Cấu tạo của sấy cơ gàu đảo (Nguồn từ TLV).....	133
Hình 82. Nguyên lý hoạt động của sấy cơ gàu đảo.....	133
Hình 83. Cấu tạo của sấy nhiệt động (Nguồn từ TLV).....	134
Hình 84. Nguyên lý hoạt động của sấy nhiệt động.....	134
Hình 85. Cấu tạo của sấy nhiệt tĩnh - cân bằng áp lực (Nguồn từ TLV).....	135

Hình 86. Nguyên lý hoạt động của bẫy nhiệt tĩnh - cân bằng áp lực .....	135
Hình 87. Quan sát hoạt động của bẫy hơi .....	136
Hình 88. Máy đo siêu âm .....	137
Hình 89. Máy đo độ dẫn điện .....	137
Hình 91. Cấu tạo lò nung .....	138
Hình 92. Hệ số bức xạ mở cửa lò .....	140
Hình 93. Bức xạ nhiệt thân lò theo nhiệt độ .....	140
Hình 94. Nhiệt lượng tổn hao qua trần, thân, và đáy lò nung .....	141
Hình 95. Tổn hao nhiệt trong lò nung .....	142
Hình 96. Cảnh báo nguy cơ hóa chất .....	149
Hình 97. Thiết bị áp lực .....	150
Hình 98. An toàn khi làm việc trên cao .....	151

# Tổng quan

# TỔNG QUAN

---

## Mục tiêu

Tài liệu hướng dẫn này nhằm hỗ trợ các kiểm toán viên năng lượng và các kỹ sư thực hiện công tác kiểm toán và đánh giá năng lượng một cách có hệ thống và hiệu quả trong các cơ sở công nghiệp. Các nội dung sẽ được trình bày bao gồm:

- Nhiệm vụ và phạm vi của kiểm toán, yêu cầu chất lượng kiểm toán, dự kiến thời gian, chi phí, cuộc họp khởi động, đội kiểm toán năng lượng, vv
- Các yêu cầu luật định, bao gồm những tiêu chuẩn của Việt Nam về hiệu quả năng lượng trong vận hành hệ thống công nghiệp
- Phương pháp thu thập dữ liệu và kiểm tra dữ liệu
- Phương pháp khảo sát và đo đạc tại chỗ
- Phân tích dữ liệu, giải thích và xây dựng giải pháp tiết kiệm năng lượng
- Báo cáo kiểm toán năng lượng với các giải pháp tiết kiệm năng lượng tiềm năng.

## Đối tượng

Các đối tượng hướng đến của tài liệu hướng dẫn này bao gồm:

- Kiểm toán viên năng lượng
- Cán bộ vận hành và quản lý năng lượng
- Phòng Quản lý Năng lượng thuộc Sở Công Thương ở các tỉnh thành.
- Bộ Công Thương
- Giảng viên.

Kiểm toán viên năng lượng là người đã được trang bị đầy đủ kiến thức về năng lượng và hệ thống năng lượng. Do đó, tài liệu hướng dẫn này tập trung cung cấp cách tiếp cận có hệ thống việc kiểm toán năng lượng trong các cơ sở công nghiệp/ thương mại, bao gồm phương pháp, cách tiếp cận và các công cụ hỗ trợ, danh sách kiểm tra, bảng câu hỏi và cách phân tích dữ liệu, vv

## Hiện trạng kiểm toán năng lượng tại Việt Nam

Kiểm toán năng lượng có thể được xem như là công tác chẩn đoán tình hình tiêu thụ và hiệu suất năng lượng hiện tại của một cơ sở. Kiểm toán năng lượng giúp xác định các giải pháp khả thi nhằm nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng hoặc chọn thay thế nguồn năng lượng có chi phí thấp hơn. Mục tiêu chung là hỗ trợ các cơ sở được kiểm toán có kế hoạch hành động nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng hoặc giảm chi phí năng lượng, hoặc bao gồm cả hai.

Kiểm toán năng lượng rất cần thiết ở Việt Nam để bù đắp cho việc tăng giá năng lượng (đặc biệt là giá điện), giảm chi phí sản xuất, giảm ô nhiễm và bảo tồn các nguồn năng lượng.

Luật sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả (EE&C) số 50/2010/QH12 được Quốc hội phê duyệt vào ngày 17 tháng 6 năm 2010 là một cột mốc quan trọng trong quá trình phát triển của luật EE&C

trong nước. Theo đó, kiểm toán năng lượng là bắt buộc đối với cơ quan nhà nước và các doanh nghiệp có mức tiêu thụ nhiều năng lượng hàng năm từ 1.000 TOE đối với lĩnh vực công nghiệp, và từ 500 TOE đối với lĩnh vực tòa nhà thương mại. Các tổ chức, doanh nghiệp cần có kế hoạch thực hiện kiểm toán năng lượng theo luật định và để xác định các cơ hội tiết kiệm năng lượng tại cơ sở.

Ở Việt Nam tính đến nay đã có hơn hàng nghìn kiểm toán năng lượng diễn ra trong nhiều lĩnh vực. Tuy nhiên việc kiểm soát và giám sát chất lượng các hoạt động này chưa được thực hiện đầy đủ. Ngoài ra, vẫn chưa có tài liệu hướng dẫn kỹ thuật chi tiết cho kiểm toán năng lượng để tiêu chuẩn hóa và đảm bảo các hoạt động phù hợp với những thủ tục quy định.

## Các cấp độ kiểm toán năng lượng

Thông thường một kiểm toán năng lượng được phân loại theo mức độ chi tiết của nghiên cứu khảo sát. Có thể phân ra thành 2 cấp độ dưới đây.

*Bảng 1. Các cấp độ của kiểm toán năng lượng*

	Cấp độ 1 Kiểm toán sơ bộ	Cấp độ 2 Kiểm toán chi tiết
<b>Mục tiêu:</b>	Đánh giá nhanh mức tiêu thụ năng lượng và hiệu quả năng lượng sử dụng  Cung cấp kế hoạch hành động và tập trung các điểm cho Cấp độ 2 – Kiểm toán năng lượng chi tiết  Có thể được sử dụng trong hướng dẫn kiểm toán năng lượng chi tiết.	Đánh giá chi tiết các hệ thống năng lượng khác nhau (bơm, quạt, máy nén khí, hơi nước, hệ thống nhiệt, v.v...)  Cung cấp các giải pháp tiết kiệm năng lượng có phân tích chi phí và mức độ ưu tiên đầu tư.
<b>Ưu điểm</b>	Chi phí thấp  Đánh giá tổng thể  Thời gian ngắn.	Độ chính xác cao  Đưa ra một bức tranh chính xác hơn về hiệu suất sử dụng năng lượng và khuyến nghị cụ thể hơn để cải thiện.
<b>Nhược điểm</b>	Độ chính xác thấp.	Chi phí cao.

Mức độ 2 - kiểm toán năng lượng chi tiết phù hợp với quy định của Luật sử dụng năng lượng tiết kiệm, hiệu quả, Nghị định 21/2011/NĐ-CP và Thông tư 09/2012/TT-BCT tùy theo mức độ yêu cầu khi kiểm toán. Tài liệu hướng dẫn sẽ tập trung vào mức độ 2 kiểm toán chi tiết này.

# Phần

# 01

**NỘI DUNG YÊU CẦU  
ĐỐI VỚI KIỂM TOÁN NĂNG LƯỢNG**



# PHẦN I.

## NỘI DUNG YÊU CẦU ĐỐI VỚI KIỂM TOÁN NĂNG LƯỢNG

### 1. KẾ HOẠCH VÀ NGUỒN NHÂN LỰC

Lập kế hoạch và xác định các nguồn lực cho kiểm toán năng lượng là bước quan trọng trước khi kiểm toán. Chương này giúp am hiểu hơn về tầm quan trọng, các điểm cần lưu ý khi lập kế hoạch và xác định nguồn lực cần chuẩn bị để tiến hành kiểm toán.

#### 1.1. Lập kế hoạch

Kế hoạch kiểm toán sẽ xác định mục tiêu và quá trình thực hiện. Nội dung của kiểm toán cần được xác định cụ thể trước khi lên kế hoạch kiểm toán.

Kế hoạch kiểm toán năng lượng bao gồm những nội dung sau:

- Các bước chuẩn bị cho kiểm toán năng lượng
- Quá trình thực hiện cần xác định thời điểm và thời gian cho từng bước thực hiện. Thời gian kiểm toán phụ thuộc vào điều kiện và hiện trạng của cơ sở thực hiện kiểm toán. Thời gian kiểm toán có thể được rút ngắn nếu kế hoạch kiểm toán được chuẩn bị tốt
- Xác định nhiệm vụ và trách nhiệm của từng thành viên trong nhóm kiểm toán.

Những nguồn lực cần thiết cần chuẩn bị gồm nhân lực, tài chính, thời gian và các thiết bị đo liên quan. Quy trình thực hiện và thiết bị an toàn cũng cần được chuẩn bị tốt. Một kế hoạch kiểm toán rất cần thiết để đảm bảo việc kiểm toán thống nhất, đầy đủ và sử dụng các nguồn lực hiệu quả.

Những bước quan trọng cần được lên kế hoạch trong quy trình thực hiện kiểm toán bao gồm:

- Chuẩn bị bảng câu hỏi sơ bộ trước kiểm toán
- Thực hiện kiểm toán năng lượng sơ bộ
- Bảng danh sách các nội dung chuẩn bị cho kiểm toán: Chi tiết kế hoạch công việc với thời gian biểu rõ ràng cho kiểm toán trực tiếp tại nhà máy/tòa nhà bao gồm mô tả công việc, địa điểm, những nguồn lực hỗ trợ và thiết bị đo đạc (như kỹ thuật viên, quản lý kỹ thuật, ...)
- Phân tích dữ liệu và viết báo cáo.

Kế hoạch kiểm toán cũng cần dự trù khả năng điều chỉnh trong trường hợp có những thông tin mới hoặc thay đổi điều kiện kiểm toán. Phương pháp để thực hiện từng bước trong kiểm toán năng lượng sẽ được miêu tả chi tiết ở mục 2.

#### 1.2. Nguồn lực

Những nguồn lực trực tiếp để thực hiện kiểm toán năng lượng bao gồm nhân lực và kỹ thuật. Hai nguồn lực này nên được chuẩn bị tốt để đảm bảo chất lượng kiểm toán

##### 1.2.1. Nhân lực

Kiểm toán năng lượng do các kỹ sư năng lượng thực hiện có thể là cán bộ quản lý năng lượng của cơ sở hoặc chuyên gia thuê ngoài.

### 1.2.1.1. Kiểm toán viên năng lượng

#### Năng lực chuyên môn

Kiểm toán viên cần có năng lực chuyên môn trong lĩnh vực năng lượng, cũng như quen với quá trình và kỹ thuật về kiểm toán năng lượng. Kiểm toán viên phải được đánh giá và công nhận năng lực chuyên môn trong lĩnh vực điện và nhiệt phục vụ cho ngành kiểm toán năng lượng. Kiểm toán viên cần có ít nhất 3 năm kinh nghiệm trong các chuyên ngành như điện, nhiệt hoặc những ngành liên quan đến năng lượng.

Một kiểm toán viên năng lượng cần hội đủ các yếu tố sau:

- Là kỹ sư hoặc có thâm niên hoạt động trực tiếp trong các ngành kỹ thuật
- Đã tham gia ít nhất 2 kiểm toán năng lượng
- Tham gia lớp đào tạo và nhận được bằng chứng nhận kiểm toán viên năng lượng được tổ chức bởi Tổng Cục Năng Lượng, Bộ Công Thương Việt Nam.

Hiện tại mục 1 và mục 2 chưa được đề cập trong các văn bản luật, tuy nhiên nó là tiền đề để xét tham gia các lớp học về kiểm toán viên năng lượng ở mục 3. Trong đó, giấy chứng nhận kiểm toán viên năng lượng là căn cứ để xác định kiểm toán viên đã tham gia và vượt qua kỳ thi sát hạch cuối khóa.

#### Giấy chứng nhận

Kiểm toán viên năng lượng cần được chứng nhận bởi Bộ Công Thương, hoặc các tổ chức nước ngoài được công nhận theo Thông tư 39/2011/TT-BCT. Theo thông tư này chỉ có Bộ Công Thương mới có thẩm quyền sát hạch và cấp chứng chỉ kiểm toán viên năng lượng và cán bộ quản lý năng lượng. Chứng nhận này có hiệu lực khi được ký bởi Bộ Trưởng Bộ Công Thương.

Kiểm toán viên cũng cần được tập huấn về an toàn lao động và an toàn điện thông qua các khóa đào tạo kiểm toán năng lượng hoặc các khóa tập huấn an toàn có cấp chứng chỉ.

#### Kinh Nghiệm

Kiểm toán viên năng lượng cần có kiến thức đầy đủ về quá trình sản xuất và có kinh nghiệm trong lĩnh vực cần khảo sát.

### 1.2.1.2. Trưởng nhóm kiểm toán năng lượng

Trưởng nhóm kiểm toán năng lượng, ngoài đáp ứng các yêu cầu chung của Kiểm toán viên, sẽ phân chia công việc cho các thành viên trong nhóm kiểm toán, vì vậy đòi hỏi cần có những kỹ năng sau:

- Kỹ năng giao tiếp và sắp xếp công việc tốt
- Khả năng tư duy phản biện
- Khả năng tương tác hiệu quả và tích cực với khách hàng tiềm năng
- Tư duy tích cực và khả năng làm việc nhóm
- Kỹ năng quản lý thời gian
- Kỹ năng giải quyết vấn đề.

## 1.2.2. Kỹ thuật

Nguồn lực kỹ thuật bao gồm phương pháp và những thiết bị cần thiết để thu thập số liệu. Kỹ thuật đo đạc cần chính xác và phương pháp thu thập số liệu cần được xác định đúng.

Cần trang bị đầy đủ thiết bị đo đạc hoặc thuê ở các tổ chức chuyên nghiệp.

Các thiết bị đo, thông số vận hành và hiệu chỉnh sẽ được giới thiệu trong các chương sau.

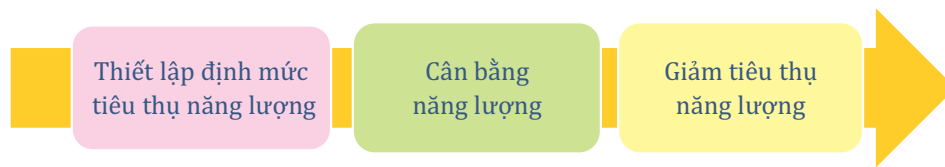
## 2. PHƯƠNG PHÁP TIẾP CẬN VÀ THỰC HIỆN

### 2.1. Phương pháp tiếp cận

Trước khi thực hiện kiểm toán năng lượng, cần hiểu rõ các thông tin cần thiết và kết quả mong đợi sau khi kiểm toán. Phần này sẽ mô tả ngắn gọn phương pháp luận và cách tiếp cận kiểm toán năng lượng.

Cách tiếp cận chính là xem xét, hỗ trợ các hệ tiêu thụ và thiết bị sử dụng năng lượng một cách hệ thống nhằm đề xuất các giải pháp quản lý năng lượng phù hợp.

Phương pháp tiếp cận điển hình sẽ được minh hoạ ở Hình 1, bao gồm 3 bước thực hiện (1) Thiết lập định mức tiêu thụ năng lượng của các ngành, (2) Thiết lập và nghiên cứu cân bằng năng lượng và (3) Nhận dạng các giải pháp thực hiện nhằm giảm tiêu thụ năng lượng theo chiến lược quản lý năng lượng.



Hình 1. Phương pháp tiếp cận kiểm toán năng lượng

#### 2.1.1. Định mức tiêu thụ năng lượng

Thiết lập định mức tiêu thụ năng lượng được xem là phương pháp đánh giá hiệu quả năng lượng của đơn vị được kiểm toán, bằng cách so sánh định mức này với một yếu tố so sánh tương đương. “Yếu tố so sánh tương đương” có thể thuộc nội bộ đơn vị, ví dụ như hiệu quả năng lượng cùng thời điểm của năm trước. Hoặc có thể chọn yếu tố bên ngoài để so sánh như hiệu suất thiết bị tương tự ở đơn vị khác.

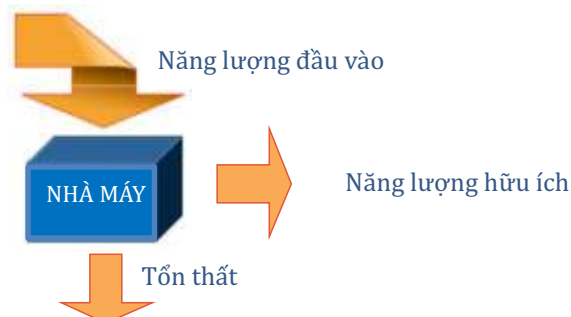
Định mức tiêu thụ năng lượng được áp dụng khi so sánh suất tiêu thụ năng lượng của đơn vị với đường cơ sở hiệu quả năng lượng trong cùng quy trình sản xuất hoặc cùng loại sản phẩm trong ngành.

Thông qua định mức tiêu thụ năng lượng, xác định các số liệu chính để đánh giá hiệu quả năng lượng, thiết lập đường cơ sở và mục tiêu năng lượng. Quy trình này giúp nhận dạng các thiết bị sử dụng năng lượng chủ yếu, đồng thời cung cấp công cụ chẩn đoán quan trọng nhằm cải thiện hiệu quả năng lượng.

Đây chính là bước quan trọng khi nhận dạng các cơ hội nhằm tăng lợi ích bằng cách giảm chi phí năng lượng và chi phí vận hành.

#### 2.1.2. Cân bằng năng lượng

Cân bằng năng lượng là phương pháp phân tích nhằm cung cấp thông tin về hiệu quả năng lượng và nguyên nhân gây tổn thất năng lượng. Một trong các ứng dụng nguyên lý cân bằng năng lượng đó là định lượng tất cả năng lượng đầu vào và cân bằng các loại năng lượng này với năng lượng đầu ra. Tổn thất năng lượng sẽ nhận dạng bằng phân tích cân bằng năng lượng.



Hình 2. Cân bằng năng lượng giúp nhận dạng tổn thất năng lượng

Công việc chính của kiểm toán năng lượng là kiểm tra, khảo sát và phân tích dòng năng lượng, cân bằng năng lượng đầu vào và đầu ra khi vận hành, xác định tổn thất dòng năng lượng, và đề xuất các giải pháp giảm tiêu thụ năng lượng đầu vào cho hệ thống.

Dựa vào kết quả phân tích cân bằng năng lượng, các cơ hội giảm năng lượng tiêu thụ sẽ được nhận diện. Phương pháp nghiên cứu cân bằng năng lượng sẽ được giải thích ở phần 2.2.3.5.

### 2.1.3. Các giải pháp tiết kiệm năng lượng

Sử dụng hiệu quả năng lượng là mục tiêu giảm năng lượng sử dụng cho quá trình sản xuất và dịch vụ. Nói cách khác, hiệu quả năng lượng được đánh giá là nguồn năng lượng cung cấp cho cùng khối lượng công việc nhưng mức sử dụng năng lượng ít hơn, mà không ảnh hưởng đến vận hành sản xuất và chất lượng sản phẩm.

Việc kiểm soát phụ tải tiêu thụ điện và nhiệt là bước khởi đầu hiệu quả khi nghiên cứu các cơ hội tiết kiệm năng lượng.

Bằng cách phân tích định mức tiêu thụ năng lượng và nghiên cứu cân bằng năng lượng, tổn thất năng lượng sẽ được nhận dạng, và các giải pháp giảm tiêu thụ năng lượng sẽ được xác định bằng cách giảm tối đa tổn thất năng lượng, tối ưu hóa nguồn cung cấp năng lượng, ...

## 2.2. Phương pháp thực hiện

### 2.2.1. Các bước chuẩn bị kiểm toán

Công tác chuẩn bị tốt là chìa khóa dẫn đến sự thành công của việc kiểm toán. Nếu chuẩn bị không thích hợp có thể gây ra sự chậm trễ cho việc báo cáo, tăng chi phí kiểm toán, các mức phạt, không tuân thủ các quy định hoặc vớی kéo dài các khoản nợ, và gây ra sự lúng túng.

#### 2.2.1.1. Xác định mục tiêu kiểm toán và kết quả mong đợi

Mục tiêu kiểm toán có thể khác nhau giữa các tổ chức. Kiểm toán năng lượng thường được thực hiện nhằm:

- Hiểu được năng lượng sử dụng như thế nào trong đơn vị
- Tìm ra các cơ hội cải tiến và tiết kiệm năng lượng
- Nâng cao nhận thức của người lao động về sử dụng năng lượng
- Cung cấp đường chuẩn (giá trị tham khảo) cho việc quản lý năng lượng trong đơn vị
- Đánh giá tính hiệu lực của một chương trình hay dự án về nâng cao hiệu suất năng lượng.

Kiểm toán năng lượng có thể được thực hiện xuất phát từ nhu cầu cắt giảm chi phí năng lượng đơn vị, để tham gia vào một chương trình năng lượng, hoặc để tuân thủ yêu cầu pháp luật.

Căn cứ Thông tư số 09/2012/TT-BCT, các doanh nghiệp sử dụng năng lượng trọng điểm có trách nhiệm thiết lập, đăng ký và báo cáo hàng năm về lượng năng lượng tiêu thụ tại đơn vị. Các doanh nghiệp sử dụng năng lượng trọng điểm phải tiến hành kiểm toán năng lượng mỗi ba năm một lần. (*Điều 33, Luật sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả*).

Các doanh nghiệp không thuộc nhóm doanh nghiệp sử dụng năng lượng trọng điểm được khuyến khích thực hiện kiểm toán năng lượng và báo cáo tiêu thụ năng lượng định kỳ. (*Điều 25, Nghị định 21/2011/NĐ-CP*).

#### 2.2.1.2. Xác định phạm vi kiểm toán

Để đạt được các mục tiêu đã xác định, đội kiểm toán năng lượng nên:

- Nhận biết ranh giới của hệ thống
- Chỉ định ranh giới vật lý của công tác kiểm toán thông qua việc thiết lập các thuật ngữ về ranh giới bao quanh các hệ thống tiêu thụ năng lượng tiến hành kiểm toán
- Nhận biết các đầu vào năng lượng đi qua ranh giới thực hiện kiểm toán.

Phạm vi kiểm toán phụ thuộc vào mục tiêu kiểm toán, chương trình kiểm toán, các nguồn lực hiện có và nhu cầu của đơn vị.

Dựa vào (1) Tính năng và loại hình công nghiệp, (2) Mức độ cần thiết về sự chi tiết công tác kiểm toán và (3) Tiềm năng và tầm quan trọng của mong muốn cắt giảm chi phí, một phạm vi kiểm toán có thể là:

- Toàn bộ nhà máy/tòa nhà
- Một phòng ban, dây chuyền sản xuất, hoặc các công đoạn sản xuất như là: lò nung, nhà máy đóng gói
- Các thiết bị hoặc các nguồn năng lượng cụ thể như là: hơi, khí nén, các động cơ, các máy quạt.

Lựa chọn các khu vực ưu tiên dựa theo:

- Quy mô của nhà máy/tòa nhà
- Công tác quản lý ở các khu vực được quan tâm
- Có chi phí cao hoặc tiêu thụ năng lượng, tài nguyên lớn
- Khu vực có tiềm năng tiết kiệm năng lượng cao
- Khu vực chưa được thực hiện kiểm toán năng lượng hoặc triển khai các dự án về hiệu suất năng lượng

Có kế hoạch về việc xây dựng và nâng cấp.

### 2.2.1.3. *Lập đội kiểm toán*

Cần xác định số lượng kiểm toán viên năng lượng với nhiệm vụ cụ thể của mỗi người. Nên mời đội ngũ kỹ sư và kỹ thuật viên của đơn vị tham gia cùng đội kiểm toán năng lượng vì họ am hiểu và có kinh nghiệm về thiết bị, công tác vận hành và bảo trì...

Kiểm toán viên có thể là nhân viên nội bộ hoặc chuyên gia bên ngoài.

Cần chỉ định trưởng nhóm kiểm toán có đầy đủ kỹ năng cần thiết. Trưởng nhóm sẽ tổ chức và chỉ định phân công nhiệm vụ cho các thành viên của đội trong khi thiết lập kế hoạch kiểm toán.

Tổ chức họp đội kiểm toán trước khi tiến hành kiểm toán để đạt được sự tương tác và hiệu quả hơn.

### 2.2.1.4. *Dự trù thời gian và kinh phí*

Thời gian và chi phí thực hiện của công tác kiểm toán năng lượng sẽ linh hoạt thay đổi tùy thuộc vào:

- Lĩnh vực ngành
- Quy mô thiết bị/ hệ thống cần kiểm toán
- Yêu cầu về năng lực của kiểm toán viên hoặc của đơn vị kiểm toán
- Loại hình kiểm toán (tòa nhà, sản xuất, giao thông hoặc hình thức kết hợp)
- Mức độ chính xác và hoàn chỉnh của thông tin khách hàng cung cấp và mức độ chi tiết của thông tin từ chuyên gia.

Chi phí kiểm toán năng lượng:

- Chi phí nhân công cho đội kiểm toán viên và chuyên gia bên ngoài (khi cần thiết)

- Chi phí thuê/khấu hao thiết bị đo lường và các thiết bị phụ trợ khác.

#### 2.2.1.5. *Khảo sát sơ bộ*

Việc phân tích sơ bộ giúp cung cấp một bức tranh toàn cảnh về sử dụng năng lượng, hoạt động vận hành và tổn thất năng lượng của nhà máy.

Đợt kiểm toán sơ bộ giúp cho đội kiểm toán năng lượng làm quen với đơn vị được kiểm toán. Đội kiểm toán có thể quan sát các thiết bị đo lường hiện có trên thiết bị và dữ liệu ghi nhận, qua đó có thể xác định những dữ liệu thu thập, đo đạc thêm sau đó.

Thông tin cần xác định thông qua kiểm toán sơ bộ:

- Sơ đồ bố trí của đơn vị để hoạch định thời gian khảo sát chi tiết
- Hiện trạng hoạt động của đơn vị được kiểm toán, đặc tính hoạt động của thiết bị, số liệu nền về hiện trạng sản xuất và tiêu thụ năng lượng
- Kiểm kê tải hoạt động và các khu vực sử dụng năng lượng đáng kể
- Dòng năng lượng (đầu vào/đầu ra) của các tải thông thường
- Các vị trí đo lường, hệ thống thiết bị sẵn có và đồng hồ đo bổ sung cần trang bị thêm
- Xác định cần lắp đặt đồng hồ đo nào trước khi thực hiện kiểm toán, ví dụ: đồng hồ điện, đồng hồ hơi, đồng hồ dầu hoặc đồng hồ gas.

Cần có một cuộc họp ngắn với các trưởng bộ phận và cá nhân liên quan nhằm tăng cường nhận thức và xây dựng quan hệ hợp tác. Kiểm toán viên cần thu nhận ý kiến của cán bộ của đơn vị và có thể thu thập các dữ liệu sẵn có thông qua công tác kiểm toán sơ bộ.

Trong khi khảo sát sơ bộ, có thể xây dựng một sơ đồ quy trình sản xuất cho thấy các dòng năng lượng của hệ thống được kiểm toán. Sơ đồ này cần trình bày tổng quan về các hoạt động của đơn vị, các công đoạn quan trọng của quá trình vận hành, các khu vực sử dụng nguyên liệu và năng lượng, và nguồn phát sinh chất thải.

Các kiểm toán viên cần xác định các yếu tố đầu vào và đầu ra khác nhau ở mỗi công đoạn của quá trình. Sơ đồ quy trình này có thể đơn giản, nhưng những thông tin chi tiết và dữ liệu về các dòng đầu vào và đầu ra có thể được thêm vào sau này sau khi thực hiện kiểm toán năng lượng chi tiết.

#### 2.2.1.6. *Chuẩn bị các bảng thu thập dữ liệu*

Bảng thu thập thông tin kiểm toán và phát triển các câu hỏi khảo sát về thực hành năng lượng tại nhà máy. Danh sách các thông tin cần thu thập nên được chuẩn bị trước khi khảo sát trực tiếp tại các khu vực/ bộ phận. Việc này giúp kiểm toán viên thu thập đầy đủ các thông tin, giảm thiểu tình trạng bỏ sót các thông tin quan trọng cần thu thập, đảm bảo đề xuất được mức tiết kiệm tối đa sau khi kiểm toán

Danh mục kiểm tra nên được chuẩn bị dựa vào trình tự của quá trình kiểm toán. Trình tự của việc thu thập dữ liệu được thiết lập dựa trên sơ đồ bố trí mặt bằng của đơn vị đã được thu thập thông qua công tác kiểm toán sơ bộ.

Quá trình thu thập dữ liệu kiểm toán hiện nay chưa được chuẩn hóa, và các dữ liệu quan trọng có thể bị bỏ qua hoặc không đủ chi tiết cho các phân tích cần thiết về năng lượng và tài chính. Các khung mẫu thu thập dữ liệu đã được phát triển để giải quyết những vấn đề này. Mục đích của các khung mẫu là hỗ trợ kiểm toán năng lượng trong việc thu thập dữ liệu cần thiết cho phân tích năng lượng và phân tích tài chính toàn diện của các đề xuất cải tiến đối với đơn vị.

Các khung mẫu chuẩn của danh mục kiểm tra dùng cho kiểm toán các hệ thống tải thường gặp sẽ được giới thiệu trong phần sau. Tuy nhiên, sau khi kiểm toán năng lượng sơ bộ, kiểm toán viên nên điều

chỉnh các khung mẫu theo thực tế vì có sự khác nhau giữa các đơn vị về các hộ tiêu thụ năng lượng, dữ liệu sẵn có và các điều kiện vận hành.

#### 2.2.1.7. Chuẩn bị các thiết bị đo

Tùy thuộc vào loại hình năng lượng được kiểm toán mà xác định và chuẩn bị danh sách ngắn về các dụng cụ đo. Số lượng các điểm đo được xác định căn cứ vào yêu cầu và khả năng thực tế. Một phân tích chi tiết hơn sẽ đòi hỏi nhiều phép đo, thiết bị đo lường và kiểm định.

Cần hiểu rõ hướng dẫn sử dụng tất cả các dụng cụ, làm quen thao tác trên các dụng cụ này trước khi sử dụng để thực hiện kiểm toán thực tế.

Các dụng cụ cần được hiệu chuẩn định kỳ theo các tiêu chuẩn. Danh sách các dụng cụ thường gặp được mô tả ở phần II.

#### 2.2.1.8. Chuẩn bị về an toàn lao động

Công tác kiểm toán năng lượng đòi hỏi kiểm toán viên phải khảo sát nhiều khu vực trong nhà máy/ tòa nhà, ví dụ như trạm biến áp, kho lạnh, khu vực lò hơi, hệ thống xử lý nước thải... Mỗi khu vực đều có nguy cơ gây hại cho người kiểm toán viên. Do đó, kiểm toán viên cần đối thoại với cán bộ an toàn của đơn vị được kiểm toán để thực hiện các giải pháp cho an toàn khi làm việc.

Kiểm toán viên cần được đào tạo và hiểu rõ về an toàn lao động và trang bị đầy đủ về bảo hộ lao động trước khi tiến hành kiểm toán.

Đào tạo an toàn lao động cho kiểm toán viên nên bao gồm:

- An toàn điện
- An toàn hóa chất
- An toàn nôi hơi và bình áp suất
- An toàn khi làm việc ở độ cao

Các yêu cầu và thực hành về an toàn lao động được mô tả chi tiết trong phần II.

### 2.2.2. Thu thập dữ liệu

Thu thập dữ liệu là bước quan trọng trong quá trình kiểm toán. Dữ liệu thu thập nên đủ và chính xác để phân tích, do đó số lượng và chất lượng của dữ liệu luôn luôn là một thách thức cho kiểm toán viên. Kiểm toán viên cần biết phải thu thập những dữ liệu gì và làm thế nào để có được sự chính xác của dữ liệu.

Một số dữ liệu sẵn có tại cơ sở và có thể được cung cấp thông qua bảng câu hỏi khảo sát và phỏng vấn. Dữ liệu không sẵn có sẽ được thu thập thông qua đo lường và tính toán.

#### 2.2.2.1. Dữ liệu có sẵn

Đầu tiên nên thu thập hóa đơn năng lượng của các dạng năng lượng sử dụng hiện tại và trước đây, kèm dữ liệu và thông tin về quá trình sản xuất liên quan.

Các dữ liệu có thể thu thập vào lúc đầu của công tác kiểm toán bao gồm:

- Thông tin tổng quan về đơn vị (số năm xây dựng, tình trạng sở hữu, đổi mới, loại sản phẩm, lịch hoạt động, số giờ vận hành, lịch dừng hoạt động...)
- Hóa đơn về năng lượng (điện và nhiên liệu) cho 3 năm gần nhất
- Dữ liệu sản xuất hàng tháng của 3 năm gần nhất
- Các hồ sơ ghi nhận dữ liệu từ các đầu ghi hiện có



- Sơ đồ kiến trúc, kỹ thuật và hệ thống thiết bị của nhà máy/tòa nhà
- Hiện trạng công tác quản lý năng lượng và bất kỳ các biện pháp tiết kiệm năng lượng đã thực hiện
- Các thông số kỹ thuật của các thiết bị và dây chuyền sản xuất được kiểm toán (trong trường hợp cần lưu ý diện tích xây dựng của sàn, cơ cấu, định hướng và số lượng của các thiết bị)
- Thông số vận hành các thiết bị (nhiệt độ, áp suất, năng suất, ...)
- Quy trình vận hành và hướng dẫn bảo trì, sửa chữa thiết bị.

Mẫu câu hỏi cần được chuẩn bị và gửi đến đơn vị được kiểm toán để thu thập các thông tin chung. Các thông tin khác sẽ được điều tra trong kiểm toán sơ bộ, cuộc họp ngắn, phỏng vấn nhân viên ở đơn vị và các thông tin chi tiết còn thiếu được thu thập trong quá trình kiểm toán.

Cần chuẩn bị danh mục kiểm tra để đảm bảo các dữ liệu cần thiết được thu thập.

### 2.2.2.2. Đo đạc

Kiểm toán năng lượng phải xác định và định lượng các phép đo với các dụng cụ đo cần thiết. Kiểm toán viên cần chọn các thông số và vị trí để đo lường trong dòng năng lượng. Dụng cụ đo lường có thể là loại cầm tay, bền, dễ dàng để hoạt động và đảm bảo độ chính xác theo yêu cầu.

Đội kiểm toán phải xác định được các thông tin dữ liệu có sẵn và các thông tin được thu thập bằng cách đo sau khi kiểm toán sơ bộ.

Các đo lường cơ bản thực hiện trong kiểm toán năng lượng bao gồm:

- Các thông số điện cơ bản trong hệ thống điện xoay chiều và một chiều-Điện áp (V), Dòng (I), Hệ số công suất (PF), công suất (kW), công suất phản kháng (kVAR)
- Tiêu thụ điện năng (kWh), Tần số (Hz)
- Nhiệt độ
- Dòng nhiệt
- Lưu lượng khí và không khí, vận tốc không khí
- Lưu lượng chất lỏng
- Độ ẩm
- Độ ẩm tương đối
- Phân tích thành phần khí thải: CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, CO, SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>
- ###Hiệu suất quá trình đốt.

### 2.2.2.3. Hiệu chuẩn và kiểm định thiết bị đo lường

Để việc thu thập số liệu được chính xác, các thiết bị đo lường cần phải luôn được hiệu chuẩn và kiểm định. Theo thông tư số 23/2013/TT-BKHCN, ngày 26/9/2013 của Bộ Khoa học và Công nghệ quy định về đo lường đối với phương tiện đo nhóm II, có 3 chế độ kiểm định đối với thiết bị đo, gồm:

- Kiểm định ban đầu đối với thiết bị đo trước khi đưa vào sử dụng
- Kiểm định định kỳ là việc kiểm định theo chu kỳ quy định đối với phương tiện đo trong quá trình sử dụng
- Kiểm định sau sửa chữa là việc kiểm định đối với thiết bị đo thuộc một trong các trường hợp sau đây:
  - Thiết bị đo được sửa chữa do không bảo đảm yêu cầu kỹ thuật đo lường quy định;

- Chứng chỉ kiểm định (dấu kiểm định, tem kiểm định, giấy chứng nhận kiểm định) của thiết bị đo bị mất, bị hỏng hoặc hư hại khác nhưng cấu trúc và các đặc tính kỹ thuật đo lường của thiết bị không bị thay đổi so với mẫu đã được phê duyệt;
- Theo kết luận thanh tra, kiểm tra của cơ quan, người có thẩm quyền;
- Người sử dụng thiết bị đo phát hiện dấu hiệu có khả năng thiết bị không bảo đảm yêu cầu kỹ thuật đo lường quy định và đề nghị kiểm định lại.

Danh mục phương tiện đo, biện pháp kiểm soát về đo lường và chu kỳ kiểm định phương tiện đo liên quan đến kiểm toán năng lượng được thể hiện trong Bảng 74.

### 2.2.3. Phân tích dữ liệu

Nhiệm vụ đầu tiên của công tác kiểm toán năng lượng là đánh giá hiện trạng vận hành của các hệ thống sử dụng năng lượng.

Thông tin cần khảo sát khi kiểm toán gồm:

- Tiêu thụ năng lượng
- Chi phí năng lượng
- Nhu cầu/ nguồn cung cấp năng lượng (dòng năng lượng)
- Phân phối và tổn thất năng lượng.

Sau khi thu thập thông tin và đo đếm, kiểm toán viên sẽ sàng lọc và tổng hợp số liệu thành các chỉ số phân tích và xác định giá trị. Ngoài ra, kiểm toán viên nên phân tích độ dao động của số liệu.

Hiệu suất năng lượng của toàn bộ tổ chức sẽ được phân tích sau khi xác định các chỉ số tiêu thụ năng lượng và phân tích đối chuẩn. Để tìm ra sự thất thoát, lãng phí và các khoản tiết kiệm tiềm năng, nghiên cứu dòng năng lượng nên được thực hiện trên các khu vực tiêu thụ năng lượng chủ chốt.

Sau khi phân tích số liệu, đề xuất các tiềm năng tiết kiệm năng lượng và mức tiết kiệm hoặc phần trăm tiết kiệm được tính toán cho mỗi giải pháp tiết kiệm năng lượng.

Hướng dẫn phân tích số liệu tổng quát và số liệu của các hệ thống tiêu thụ năng lượng phổ biến được đề cập trong phần II.

#### 2.2.3.1. Hóa đơn năng lượng

Điều quan trọng đối với kiểm toán viên năng lượng đó là hiểu được cơ chế giá và loại chi phí vì đây chính là yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến tính toán mức tiết kiệm.

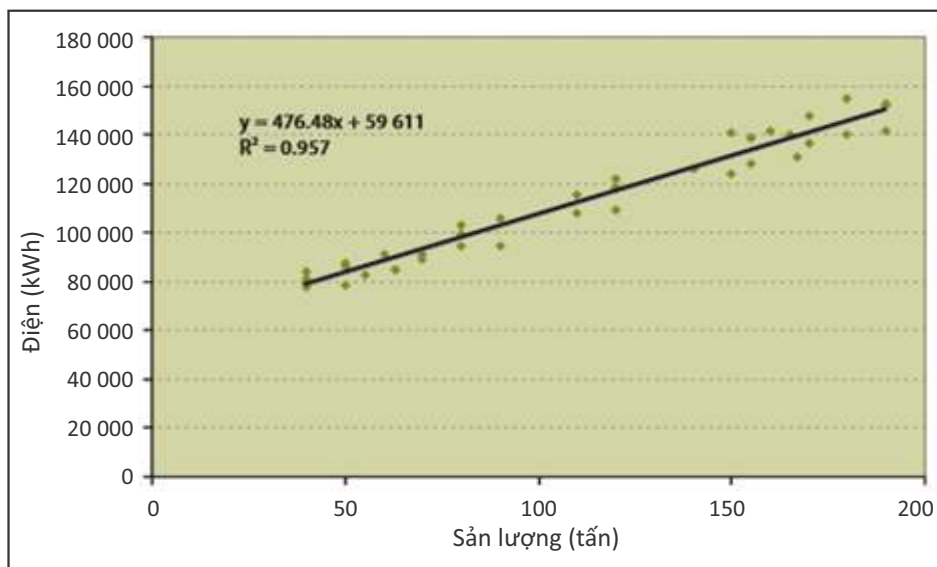
Hóa đơn năng lượng phản ánh mức tiêu thụ năng lượng của đơn vị được kiểm toán. Bằng việc phân tích hóa đơn năng lượng hàng tháng và hàng năm, kiểm toán viên có thể đánh giá tình trạng tiêu thụ năng lượng của thiết bị, hướng tiêu thụ năng lượng tăng hoặc giảm trong suốt thời gian đó. Có thể tạo các mẫu bảng biểu, biểu đồ và phân tích lịch sử mức tiêu thụ năng lượng và số liệu mua bán khi cần.

Việc theo dõi và lập các hoá đơn trước đây cũng tạo điều kiện thuận tiện phân tích bằng đồ thị cho các loại tiêu thụ của tất cả các đơn mua hàng về năng lượng.

Một đánh giá lý thuyết cho các quá trình nhận thấy mối quan hệ tuyến tính khi thể hiện sự tương quan giữa năng lượng và sản lượng với phương trình có dạng đường thẳng

$$Y = mx + c$$

Hồi quy tuyến tính, tìm đường thẳng khớp nhất bằng phương pháp bình phương cực tiểu để vẽ đồ thị giữa mức tiêu thụ năng lượng và sản xuất, giúp xác định trường hợp vận hành ổn định, cải thiện, lắp đặt mới hoặc sự cố. Ví dụ được minh họa ở Hình 3.



Hình 3. Ví dụ phân tích hồi quy giữa tiêu thụ năng lượng và sản xuất

Dựa vào phân tích trên, có thể xác định giá trị, đường cơ sở và mục tiêu khi không có các cải tiến và sự cố ảnh hưởng đến mức tiêu thụ năng lượng.

### 2.2.3.2. Chỉ số hiệu quả năng lượng/ Suất tiêu thụ năng lượng

Các chỉ số hiệu quả năng lượng dùng để phân tích tình trạng và hiệu quả của việc quản lý ở đơn vị so với các đơn vị khác. Chỉ số năng lượng thực tế và thường sử dụng nhất là cường độ năng lượng hoặc suất tiêu thụ năng lượng (SEC), chỉ ra năng lượng cần thiết khi sản xuất một đơn vị sản phẩm nhất định (tấn, mảnh, bộ, v.v.) được thể hiện trong công thức sau.

$$\text{Suất tiêu thụ năng lượng (SEC)} = \frac{\text{Mức tiêu thụ năng lượng (chuyển sang MJ, kWh hoặc TOE)}}{\text{Sản lượng (thường là tấn)}}$$

Đối chiếu mức tiêu thụ năng lượng với các đơn vị khác trong cùng lĩnh vực nhằm đánh giá tiềm năng cải thiện hiệu quả năng lượng hoặc mức tiết kiệm năng lượng đạt được của một nhà máy/tòa nhà.

### 2.2.3.3. Phân tích hiệu quả năng lượng và so sánh đối chuẩn

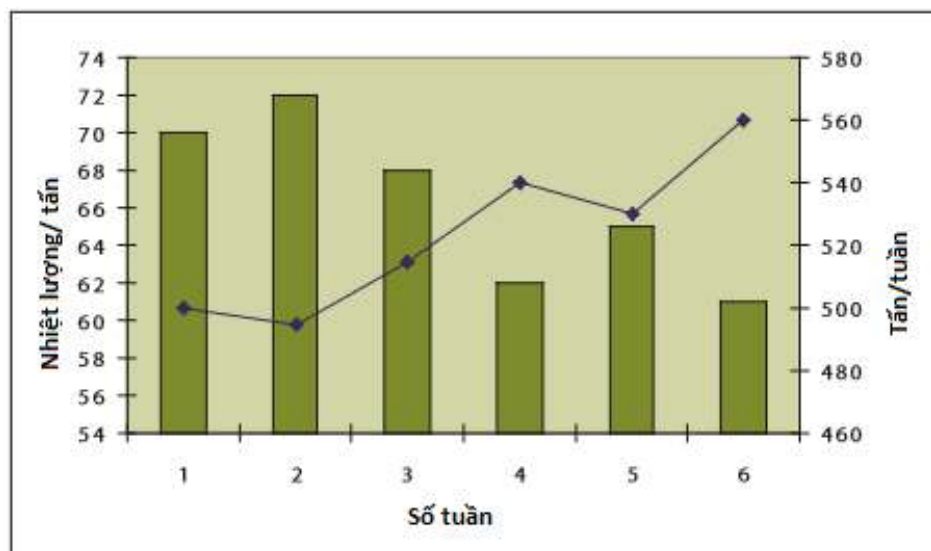
Việc nghiên cứu hiệu quả năng lượng trong đơn vị được kiểm toán nên bao gồm phân tích xu hướng lịch sử mức tiêu thụ năng lượng trong 3 năm gần nhất.

Cường độ năng lượng thường dùng như chỉ số để đánh giá, bằng cách so sánh với:

- Giá trị dự kiến
- Giá trị cùng thời điểm với năm trước
- So sánh với đơn vị khác hoặc các thiết bị trong cùng ngành
- So sánh giữa các đơn vị trong cùng khu vực.

Đường xu hướng lịch sử tiêu thụ năng lượng trong 3 năm gần nhất thể hiện bức tranh về việc sử dụng năng lượng của các đơn vị, việc cải thiện hiệu quả năng lượng.

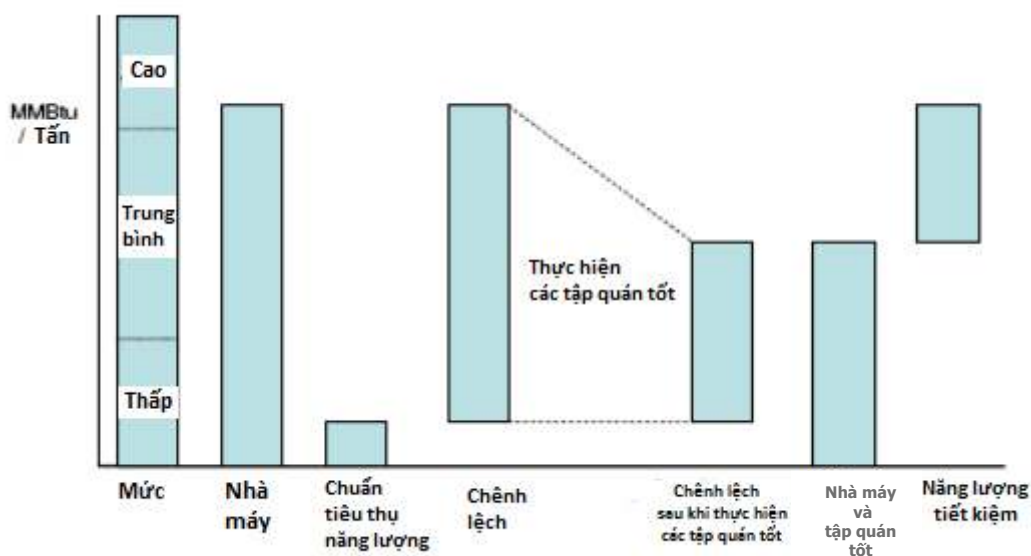
Hình 4 là ví dụ minh họa so sánh xu hướng tiêu thụ năng lượng và sản lượng theo từng tuần của công đoạn nấu chảy thủy tinh.



Hình 4. Suất tiêu thụ năng lượng của quá trình nấu chảy thủy tinh

Nên thu thập thông tin về suất tiêu thụ năng lượng được quy định hiện hành, hay các thực hành tốt nhất trên thế giới trong cùng quy trình hoặc cùng ngành để thực hiện phân tích.

Sự chênh lệch về suất tiêu thụ năng lượng và các tập quán tốt sẽ giúp ước tính tiềm năng tiết kiệm năng lượng cho đơn vị, như minh họa ở Hình 5.



Hình 5. So sánh giữa nhà máy và chuẩn tiêu thụ năng lượng cùng mức tiết kiệm năng lượng ước tính

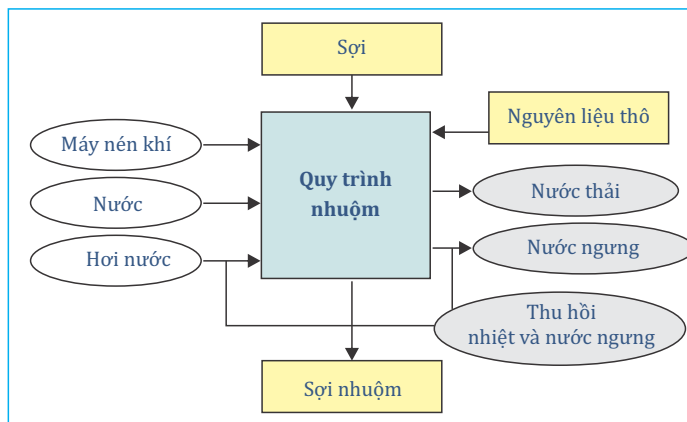
Nguồn: EcoEnergy, 2008

Chuẩn tiêu thụ năng lượng sẽ xác định các thiết bị có hiệu suất cao, từ đó, có thể nhận dạng và ưu tiên thực hiện cải thiện tức thì cho các thiết bị hiệu suất kém.

#### 2.2.3.4. Sơ đồ quá trình công nghệ và phân tích khu vực tiêu thụ năng lượng chính

Sơ đồ quá trình công nghệ của toàn đơn vị, dây chuyền công nghệ, thiết bị quan trọng nên được vẽ ra và xác định dòng chảy năng lượng, dòng nguyên liệu và sản phẩm vào/ra của mỗi "quá trình". Khu vực tiêu thụ năng lượng chính sẽ được xác định nhờ sơ đồ này.

Một ví dụ về sơ đồ công nghệ được trình bày ở Hình 6.



Hình 6. Sơ đồ công nghệ quy trình nhuộm với dòng năng lượng và nguyên liệu

Cân bằng năng lượng, cân bằng vật chất sẽ được thiết lập cho các đối tượng được kiểm toán (trên sơ đồ khối là một “hộp đen”), đặc điểm vận hành của các thiết bị sử dụng năng lượng sẽ được khảo sát và ghi chú trên sơ đồ

Đặc điểm của các khu vực tiêu thụ năng lượng chính sẽ được xác định (nhưng không giới hạn) bao gồm:

- Chung loại và đặc điểm của nồi hơi, và hệ thống cung cấp hơi
- Loại và công suất của hệ thống giải nhiệt, các đặc tính kỹ thuật (áp suất làm lạnh, nhiệt độ, lưu lượng, và nhiệt độ nước giải nhiệt, áp suất, v.v.)
- Loại hệ thống điều hòa, các thành phần hệ thống (bơm, quạt, máy nén, đường ống, v.v), đặc điểm vận hành (lưu lượng, nhiệt độ, áp suất, v.v...)
- Mức độ linh động của các thiết bị và hệ thống
- Cơ chế điều khiển thiết bị, thiết bị hệ thống (bộ điều khiển, dụng cụ điều hành, cảm biến, điều khiển logic, v.v.)
- Loại, thông số kỹ thuật và cấu tạo điều khiển các thiết bị chiếu sáng
- Đặc điểm của hệ thống phân phối điện.

Trong trường hợp kiểm toán cho tòa nhà, kiểm toán viên cần nắm:

- Đặc điểm của tòa nhà
- Đặc điểm hoạt động của hệ thống thang máy, thang cuốn (khu dịch vụ, loại động cơ vận hành, hệ thống điều khiển, v.v).

Nên so sánh các khu vực và thiết bị tiêu thụ năng lượng chính để xác định lượng tổn thất và tiềm năng tiết kiệm bằng cách giảm thiểu năng lượng tổn thất. Các so sánh đó gồm:

- Hiệu quả lò hơi, tổn thất do đốt cháy nhiên liệu
- Tổn thất nhiệt trên đường ống cấp (Pa/m)
- Hiệu suất hoạt động của động cơ (%)
- Hiệu suất hoạt động của quá trình giải nhiệt
- Công suất của quạt (kW/lít khí cấp / giây)
- Hiệu quả hoạt động của quạt (%)

- Hiệu quả hoạt động của bơm (%)
- Hiệu quả hoạt động của máy nén khí (%)
- Mật độ công suất chiếu sáng (W/m<sup>2</sup>)
- Độ rọi của hệ thống chiếu sáng (Lm/W)
- Tổn thất của các hệ thống điều khiển chiếu sáng (W).

Đối với hệ thống gia nhiệt, thông gió, điều hòa không khí, từ việc ghi chép số liệu về các thay đổi liên quan đến nhiệt độ và áp suất, có thể xác định khu vực lãng phí...

Đối với hệ thống cấp điện, khu vực lãng phí được xác định nhờ sổ ghi chép dòng điện, điện áp.

Khi không có sổ ghi chép, cần thực hiện công tác đo đếm để xác định thiết bị/hệ thống làm việc thiếu hiệu quả.

### 2.2.3.5. Dòng năng lượng và cân bằng năng lượng

Thực hiện tính phần trăm sử dụng năng lượng theo khu vực/quy trình/chức năng, v.v... và xác định dòng năng lượng của mỗi điểm.

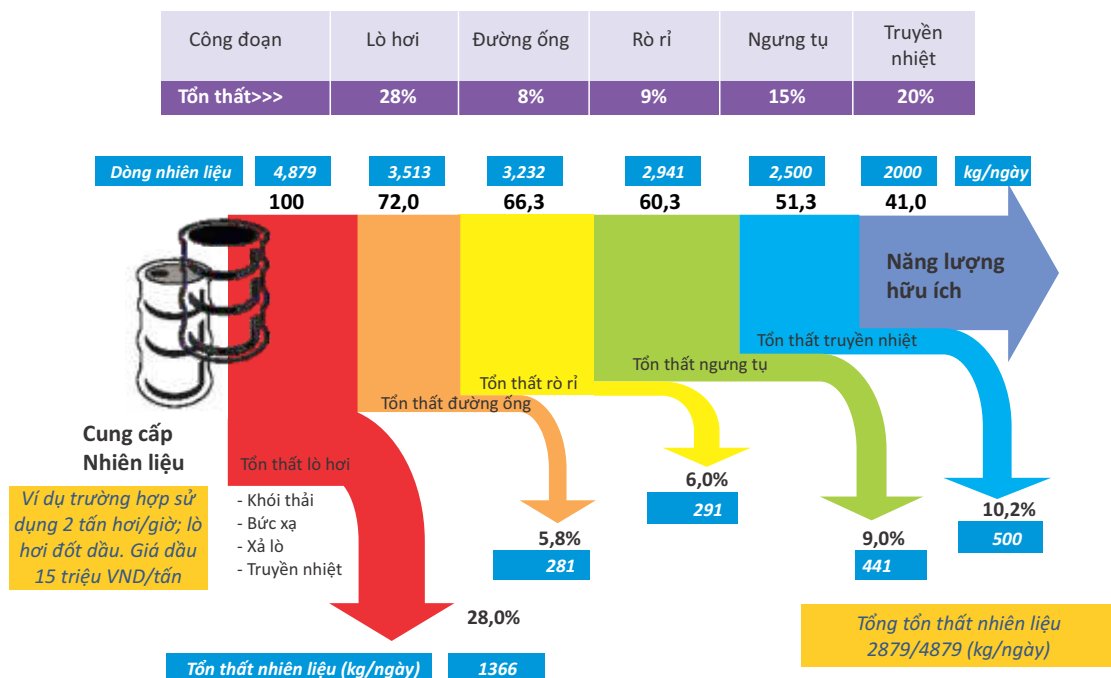
Phân tích cân bằng năng lượng và xác định dòng năng lượng theo hình thức sơ đồ Sankey và biểu đồ tròn dạng bánh.

#### Sơ đồ Sankey

Sơ đồ Sankey là một công cụ quan trọng trong phân tích các hệ thống không hiệu quả và tiềm năng tiết kiệm khi giải quyết vấn đề năng lượng.

Sơ đồ Sankey thể hiện tất cả các dòng năng lượng tại đơn vị. Độ rộng của các nhánh tương xứng trực tiếp đến mức năng lượng sử dụng và tổn hao. Các nguồn năng lượng chính là gas, điện và than/dầu và năng lượng tiêu biểu đầu vào thể hiện bên trái của sơ đồ Sankey.

Ví dụ minh hoạt sơ đồ Sankey như hình bên dưới – tổn thất điển hình của hệ thống hơi không thu hồi nước ngưng, không thu hồi nhiệt thải, đơn vị là kg/ngày.



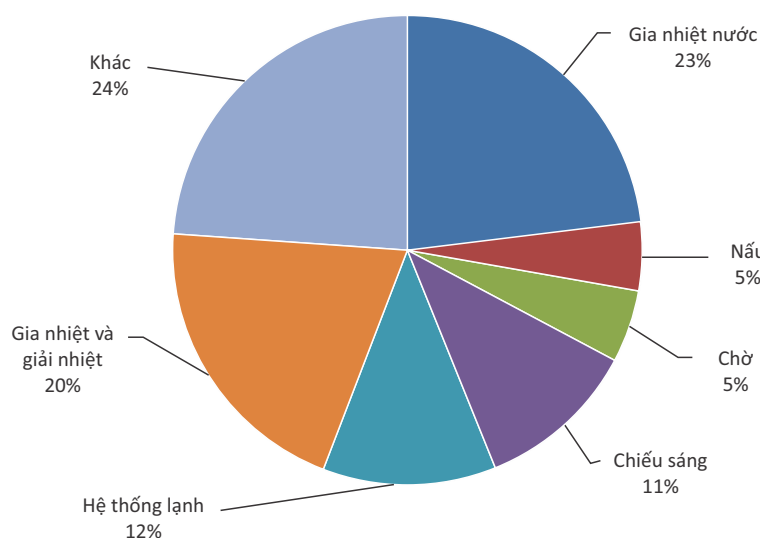
Hình 7. Sơ đồ Sankey thể hiện tổn thất nhiệt trong hệ thống hơi

### Biểu đồ dạng bánh

Biểu đồ dạng bánh thể hiện sự phân phối nhiên liệu và các dòng năng lượng qua các thiết bị tiêu thụ năng lượng. Biểu đồ dạng bánh có thể dùng để biểu diễn các yếu tố sau:

- Nhiên liệu phân phối qua các nút trên sơ đồ công nghệ
- Tỷ lệ phân phối của các dòng năng lượng vào
- Tỷ lệ phân phối của các dòng năng lượng ra.

Ví dụ minh họa về biểu đồ dạng bánh thể hiện trong Hình 8 dưới đây



Hình 8. Ví dụ về tỷ lệ phân phối của các thiết bị sử dụng năng lượng

#### **2.2.3.6** *Tiềm năng tiết kiệm năng lượng*

Khu vực tiêu thụ năng lượng chính được xác định từ biểu đồ bánh năng lượng và các tiềm năng tiết kiệm cao là các khu vực tổn hao năng lượng cao khi quan sát từ sơ đồ Sankey.

Nhóm kiểm toán nên so sánh đặc điểm vận hành của các thiết bị hiện tại với thông số thiết kế hoặc so sánh với tài liệu kỹ thuật liên quan để tìm ra các khác biệt trong hiện trạng vận hành so với yêu cầu thiết kế hoặc các hoạt động kỹ thuật khác. Các khu vực cần khảo sát là các khu vực lãng phí năng lượng và có tiềm năng tiết kiệm năng lượng.

#### **2.2.3.7** *Đề xuất các giải pháp tiết kiệm năng lượng*

Hầu hết các giải pháp đơn giản là quản lý nội vi tốt và có thể thực hiện ngay. Các giải pháp khác có chi phí thực hiện thấp (chẳng hạn thiết lập đồng hồ hẹn giờ, bảo ôn đường ống hoặc chống rò rỉ) và các giải pháp yêu cầu chi phí đầu tư cao và/hoặc cải tiến cơ sở thiết bị.

Các giải pháp tiết kiệm năng lượng được chia thành 3 nhóm:

#### Các giải pháp không yêu cầu chi phí đầu tư

Bao gồm giải pháp thực hiện không cần chi phí đầu tư, không ảnh hưởng đến hoạt động của các thiết bị/ dây chuyền công nghệ như:

- Thay đổi thao tác vận hành thích hợp
- Hợp lý hóa dây chuyền sản xuất



- **##Sắp xếp các trang thiết bị gọn gàng**
- Áp dụng các giải pháp đơn giản/thói quen tốt (tắt máy điều hòa, tắt đèn, tắt nguồn các thiết bị khi không sử dụng, cài nhiệt độ phòng thích hợp, v.v.).

#### Các giải pháp có chi phí đầu tư thấp

Gồm các giải pháp có chi phí đầu tư thấp, không làm gián đoạn hoạt động của thiết bị/ dây chuyền công nghệ, điển hình như:

- Lắp đặt bộ điều khiển thời gian để tắt/mở thiết bị và đóng/ mở máy móc
- Thay thế đèn tiết kiệm năng lượng
- Trang bị các đồng hồ đo đếm năng lượng trực tuyến (online), ...

#### Các giải pháp có chi phí đầu tư cao

Gồm các giải pháp đòi hỏi đầu tư chi phí cao, có thể làm gián đoạn hoạt động của các máy móc/dây chuyền công nghệ

- Lắp đặt biến tần cho động cơ
- Lắp đặt thiết bị điều chỉnh hệ số công suất
- Thay thế, xây dựng lò hơi mới
- Thay thế các thiết bị làm lạnh (máy nén lạnh, chiller)
- Lắp thiết bị tận dụng nhiệt thải.

Khi đề xuất và phân tích các giải pháp tiết kiệm năng lượng này cần phân tích hạn chế về kỹ thuật và tài chính. Nên tránh các giải pháp không thực tế mà chi phí đầu tư cao.

Phân tích tính khả thi kỹ thuật theo các điều kiện sau:

- Công nghệ sẵn có, nhân lực lành nghề, độ tin cậy, dịch vụ liên quan ...
- Ảnh hưởng của giải pháp hiệu quả năng lượng đến an toàn, chất lượng, sản xuất hoặc quy trình
- Các yêu cầu bảo trì và tính sẵn có của phụ tùng.

Tính khả thi kinh tế được thực hiện bằng cách sử dụng nhiều phương pháp được giải thích trong phần sau.

#### **2.2.3.8. Phân tích tài chính**

Các dự án tiết kiệm năng lượng cần cạnh tranh với các dự án khác thông qua tiết kiệm chi phí cũng như mức kỳ vọng về lợi nhuận tăng.

Bắt buộc phải phân tích tài chính để xác định phương án đầu tư thích hợp thông qua việc so sánh các phương án nhằm đạt các mục tiêu của đơn vị.

#### Chi phí đầu tư

Quy mô đầu tư là một yếu tố quan trọng trong việc đánh giá tài chính của các dự án hiệu quả năng lượng. Chi phí này thường được tính là một số tiền lớn đầu tư cho dự án thực hiện trong năm.

Chi phí đầu tư thông thường gồm các phần sau:

- Chi phí lắp đặt (xây dựng, lắp đặt)
- Chi phí thiết bị
- Thuế, phí hải quan

- Chi phí đào tạo công nhân
- Các chi phí khác (Bảo hiểm, kỹ thuật và vận chuyển).

### Chi phí vận hành

Chi phí vận hành và bảo trì kết hợp với vận hành hoặc phân tích các thiết bị. Các loại chi phí khác được tính trong chi phí vận hành gồm có:

- Năng lượng và các chi phí liên quan
- Nhân công (lương của nhân viên vận hành và quản lý, ...)
- Chi phí sửa chữa và bảo trì
- Các chi phí khác (nguyên liệu bổ sung, chi phí hành chính).

### Chi phí khác

- Chi phí thay thế: chi phí để thay thế các máy móc hết tuổi thọ
- Tổn hao trong sản xuất do ngừng sản xuất khi lắp đặt thiết bị và đưa hệ thống vào hoạt động.

### Lợi nhuận từ một dự án năng lượng

- Tiết kiệm năng lượng
- Thu nhập từ việc bán năng lượng
- Giảm chi phí bảo trì
- Thu nhập từ cải thiện chất lượng

Thu nhập từ việc tăng năng suất.

### Tiêu chuẩn tài chính để đánh giá dự án

- Thời gian thu hồi vốn giản đơn:

Thời gian cần để thu hồi đầu tư từ dòng tiền. Đây là phương pháp định lượng được sử dụng rộng rãi để đánh giá hiệu quả chi phí của việc đầu tư tiết kiệm năng lượng.

#### **Thời gian hoàn vốn giản đơn = Chi phí đầu tư giải pháp/ Mức tiết kiệm hàng năm**

Phương pháp này không tính mức tiết kiệm sau thời gian hoàn vốn và không xét đến biến đổi giá trị tiền trong suốt thời gian đó.

- Tỷ lệ lợi nhuận (ROI):

$$\text{ROI} = \text{Lợi nhuận thu được} / \text{Chi phí đầu tư}$$

"Lợi nhuận hàng năm" từ chi phí dự án được mô tả như phần trăm của vốn. Không xét đến việc so sánh chi phí.

- Giá trị hiện tại ròng (NPV)

Tất cả các lợi nhuận ròng đều khấu hao lại ở mức thấp nhất để xác định giá trị hiện tại tương đương.

- Tỷ suất lợi nhuận (IRR)

Lãi suất chiết khấu mà giá trị hiện tại ròng của các lợi nhuận tích lũy tương đương với chi phí đầu tư. Nếu giá trị IRR cao hơn, dự án hiệu quả hơn.

- Phân tích tuổi thọ

Ví dụ, so sánh đèn huỳnh quang truyền thống, đèn halogen, với đèn CFL hoặc đèn LED. Tuổi thọ của đèn CFL cao hơn tuổi thọ đèn halogen 5 lần, tuổi thọ đèn LED cao hơn tuổi thọ đèn halogen ít nhất 20 lần.

Việc tính toán liên quan đến tuổi thọ để so sánh thiết bị gốc với thiết bị thay thế.

### 3. NỘI DUNG BÁO CÁO KIỂM TOÁN NĂNG LƯỢNG

Mẫu báo cáo kiểm toán năng lượng được đề nghị dựa theo quy định của Thông tư 09/2012/TT-BCT. Mẫu báo cáo gồm 2 nội dung chính:

- Hiện trạng của tổ chức bao gồm thông tin chung, mô tả quá trình sản xuất và các dòng năng lượng. Hiện trạng sử dụng năng lượng, giá trị SEC hàng năm và các thất thoát về năng lượng.
- Các giải pháp tiết kiệm năng lượng và tiềm năng, bao gồm danh mục các giải pháp được phân loại theo 3 nhóm đã được đề cập trong Chương 2. Tính hiệu quả của kiểm toán năng lượng nên được đánh giá trong báo cáo và trình bày phân tích tài chính các giải pháp TKNL.

Nội dung của báo cáo mẫu nên được sắp xếp theo các Chương sau dưới đây

#### 3.1. Tóm tắt

- Tóm tắt về tình hình tiêu thụ năng lượng của doanh nghiệp
- Tóm tắt các giải pháp theo thứ tự ưu tiên thực hiện
- Đề xuất và chọn lựa các giải pháp nên được thực hiện và chi phí đầu tư.

Nội dung nên được trình bày tóm tắt trong bảng sau :

*Bảng 2. Tóm tắt các giải pháp TKNL và ước tính chi phí đầu tư*

No.	Giải pháp	Năng lượng TK		Chi phí đầu tư (10 <sup>6</sup> Đồng)	Tiết kiệm (10 <sup>6</sup> Đồng/năm)	Thời gian hoàn vốn (Năm)
		Điện (kWh/năm)	Nhiệt (MJ/năm)			
1						
2						
3						
	...					
	<b>Tổng cộng</b>					

#### 3.2. Giới thiệu

- Giới thiệu chung về tổ chức được kiểm toán
- Mục tiêu và sự cần thiết của kiểm toán
- Phạm vi kiểm toán
- Đơn vị kiểm toán và nhiệm vụ
- Phương pháp và thiết bị đo, được liệt kê theo bảng dưới đây.

*Bảng 3. Danh mục các thiết bị đo lường trong kiểm toán năng lượng*

Số.	Tên	Ký hiệu	Số lượng	Xuất xứ
...				

### 3.3. Thông tin tổng quát về đơn vị được kiểm toán

- Lịch sử phát triển và hiện trạng
- Cấu trúc hoạt động, năng lực sản xuất, bao gồm giờ hoạt động
- Thông tin về nguyên liệu và sản lượng sản xuất nên được trình bày theo các bảng sau:

*Bảng 4. Nguyên liệu thô và sản phẩm chính*

Số	Thành phần	Đơn vị	Số lượng
I	Nguyên liệu / năm		
...			
II	Sản lượng từng loại sản phẩm/năm		
...			

*Bảng 5. Giờ hoạt động trong năm của các khu vực tiêu thụ năng lượng*

Số.	Khu vực/ Phân xưởng	Giờ hoạt động (giờ/năm)

### 3.4. Mô tả quá trình sản xuất

- Sơ đồ khối mô tả quy trình sản xuất, bao gồm các dòng năng lượng, nguyên liệu, và nước nên được trình bày cụ thể
- Xác định các khu vực sử dụng năng lượng kém hiệu quả trong quá trình kiểm toán
- Tiềm năng tiết kiệm năng lượng.

### 3.5. Nhu cầu năng lượng, nguồn năng lượng và tiêu thụ

- Nguồn năng lượng và chi phí, đặc tính nhiên liệu nên được trình bày theo các bảng dưới đây.

*Bảng 6. Biểu giá điện*

Số.	Hạng mục	Thời gian áp dụng	Giá điện (Đồng/kWh)	
			Thứ hai – Thứ bảy	Chủ nhật
1	Giờ cao điểm (5 giờ)	Từ 09h30 - 11h30 Từ 17h00 - 20h00		
2	Giờ bình thường (13 giờ)	Từ 04h00 - 09h30 Từ 11h30 - 17h00 Từ 20h00 - 22h00		
3	Giờ thấp điểm (6 giờ)	Từ 22h00 - 4h00		

- Nhu cầu và sử dụng năng lượng

*Bảng 7. Sử dụng và chi phí điện hàng tháng*

Tháng	Tiêu thụ điện (kWh)				Giá điện (Đồng)			
1								
...								
12								
Cả năm								
Tỷ lệ (%)								

*Bảng 8. Tiêu thụ nhiên liệu và chi phí hàng tháng*

Nhiên liệu 1		Nhiên liệu 2		Nhiên liệu 3		Tổng chi phí (10 <sup>3</sup> Đồng/năm)
Số lượng (tấn/năm)	Chi phí (10 <sup>3</sup> Đồng / năm)	Số lượng (tấn/năm)	Chi phí (10 <sup>3</sup> Đồng / năm)	Số lượng (tấn/năm)	Chi phí (10 <sup>3</sup> Đồng / năm)	
1						
2						
..						
12						
Cả năm						

- Nhu cầu và sử dụng nước

*Bảng 9. Tiêu thụ nước hàng tháng*

Tháng	Lượng nước (m <sup>3</sup> )	Nguồn nước
1		
2		
...		
12		
Cả năm		

### 3.6. Rào cản kỹ thuật và tài chính

- Phân tích lãng phí năng lượng và khu vực cần khảo sát chi tiết
- Các rào cản về kỹ thuật khi so sánh công suất thực tế và thiết kế
- Rào cản về kinh tế, chi phí năng lượng, và nhiên liệu, rào cản về phát thải CO<sub>2</sub>
- Rào cản về việc tăng chi phí năng lượng và yêu cầu về năng lượng thay thế nên được phân tích.

*Bảng 10. Bảng tính quy đổi năng lượng*

Loại năng lượng	Đơn vị	Nhiệt trị		Phát thải CO <sub>2</sub>	
		MJ/unit	kWh	Kg/GJ	Kg/kWh
Nhiên liệu rắn					
- Than	Kg				
- Than Antracite	Kg				
- Gỗ	m <sup>3</sup>				
Nhiên liệu lỏng					
- DO ( $\rho=0,86 \text{ kg/dm}^3$ )	Lít				
- FO ( $\rho=0,94 \text{ kg/dm}^3$ )	Kg				
Nhiên liệu khí					
- Khí thiên nhiên	m <sup>3</sup>				
- LPG	Kg				
Tiêu thụ điện	MWh				

### 3.7. Các giải pháp tiết kiệm năng lượng

- Xác định nhóm các giải pháp, danh sách các giải pháp và mô tả chi tiết
- Sắp xếp thứ tự ưu tiên của các giải pháp nên được thực hiện
- Phân tích tài chính các giải pháp được chọn, tiềm năng tiết kiệm, thời gian hoàn vốn và phân tích khía cạnh môi trường
- Kết luận và kiến nghị, đề xuất các chương trình quản lý năng lượng cho tổ chức.



### 3.8. Kết luận và kế hoạch hành động

- Kết luận và kiến nghị về kết quả kiểm toán năng lượng
- Kế hoạch hành động đề xuất cho doanh nghiệp
  - Kế hoạch 1 năm
  - Kế hoạch 5 năm.

### 3.9. Phụ lục đính kèm trong báo cáo

- Bảng số liệu sơ bộ: Dữ liệu thống kê sản lượng, năng lượng,...
- Biểu đồ phụ tải đo đạc thực tế
- Bảng tính toán TKNL theo các giải pháp được đề xuất trong báo cáo chính
- Bảng giá năng lượng
- Bảng quy đổi các dạng năng lượng
- Bảng quy đổi hệ số phát thải  $\text{CO}_2$
- ###..

# Phần

# 02

**CÁC NỘI DUNG KIẾN NGHỊ  
KIỂM TOÁN NĂNG LƯỢNG**

## PHẦN II.

# KIẾN NGHỊ CÁC NỘI DUNG KIỂM TOÁN NĂNG LƯỢNG

## 1. THIẾT BỊ ĐO CHÍNH

### 1.1. Thiết bị đo điện

Là các dụng cụ đo các thông số chủ yếu về điện như công suất, hệ số công suất, tần số, công suất phản kháng, dòng điện, điện áp. Một số dụng cụ còn đo cả sóng hài.

Các dụng cụ này được mắc lên đường dây dẫn, ở các động cơ đang làm việc mà không cần phải dừng động cơ. Các đo lường tức thì có thể dùng thiết bị đo cầm tay, còn các dụng cụ tiên tiến khác có thể tổ hợp dữ liệu đọc cùng với bản in theo một khoảng thời gian nhất định.



- Công suất (kW)
- Công suất phản kháng
- Hệ số công suất

**Đồng hồ Watt- giờ:** Dùng để đo điện năng sử dụng trên đường dây theo chu kỳ thời gian. Đồng hồ gồm một động cơ nhỏ chạy với tốc độ tỷ lệ thuận với điện năng sử dụng.

**Watt kế:** Dùng để đo công suất sử dụng của một thiết bị điện. Watt kế xách tay rất hay là có thể cho phép đọc trực tiếp nhu cầu điện. Giới hạn làm việc là 300 kW, 650V và 600 A. Watt kế có thể dùng cho cả đường dây một pha và ba pha.



**Ampe kế:** Dùng để đo dòng điện. Ampe kế xách tay kiểu kẹp rất thông dụng và tiện lợi trong kiểm toán năng lượng khi không cần đồng hồ cố định.



**Volt kế:** Dùng để đo hiệu điện áp giữa hai điểm của đường dây điện. Phần lớn điện áp đo trong thực tế là dưới 600V.



**Đo hệ số công suất – Power Factor Meter:** Dụng cụ đo hệ số công suất thoạt tiên là dụng cụ ba pha. Có thể đo hệ số công suất trong khoảng sớm 1,0 đến trễ 1,0 và chấp nhận dòng điện đến 1500 A ở 600V. Khoảng này bao gồm phần lớn các ứng dụng trong Công nghiệp nhẹ.

**Dụng cụ phân tích điện - Power Analyzer:** Bộ phân tích cho hệ thống một pha và ba pha, Volt, Amps, Watts, VAR, VA, W, Hz kWh.

Có loại kiểu kẹp, tự động, dùng với (20A, 200A & 1000A).



### Đo điện dạng kẹp

Dùng đo các thông số:

- Điện áp: 150 V đến 600 V,
- Dòng điện: 200 A đến 1000 A,
- Điện áp/dòng đỉnh
- Công suất hiệu dụng/phản kháng/biểu kiến (một pha hoặc ba pha): 30 kW đến 1200 kW, 14 tổ hợp

Kiểu:

- Hệ số phụ tải
- Góc pha
- Tần số
- Mức đồng bộ điện áp/ dòng điện

### Dụng cụ đo độ chiếu sáng



#### Lux kế:

Độ chiếu sáng được đo bằng lux kế. Cấu tạo gồm một tế bào quang điện có độ nhạy với ánh sáng phát ra, biến đổi thành xung điện và được định dạng sang lux.

## 1.2. Thiết bị đo nhiệt



Lọc bụi



### Bộ phân tích khí (Orsat)

Thiết bị này được bố trí các ống hóa chất bên trong để đo các loại khí khác nhau như  $O_2$ ,  $CO$ ,  $NO_x$  và  $SO_x$ , có ý nghĩa quan trọng cho hệ thống lò hơi trong việc tính toán lượng không khí thừa trong khói lò và tổn thất do không cháy kiệt.



### Bộ đo hiệu suất cháy

Đo Oxy, nhiệt độ khói lò. Các giá trị nhiệt lượng của các loại nhiên liệu thông dụng được nạp vào bộ vi xử lý để tính hiệu suất cháy.



### Thiết bị đo độ ẩm tương đối

Bầu ướt và khô có lọc kết hợp nhiệt kế thủy ngân.

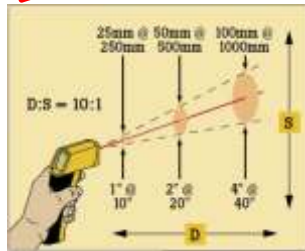
Khối lượng: 150 gms

Nhiệt độ:  $-5^{\circ}C$  đến  $50^{\circ}C$  hoặc  $20^{\circ}F$  đến  $120^{\circ}F$



### Fyrite

Dùng bơm tay để hút mẫu khí vào trong bộ xử lý của thiết bị. Phản ứng hóa học làm thay đổi thể tích của chất lỏng thể hiện khối lượng của khí. Các ống Fyrite khác nhau có thể sử dụng để đo  $O_2$  và  $CO_2$ .



**Nhiệt kế hồng ngoại**

Khoảng đo: đến 1000°C

Độ chính xác khi đọc trong khoảng ± 1%



**Nhiệt kế tiếp xúc:**

Đây là bộ nhiệt ngẫu để đo nhiệt độ khói lò, không khí nóng, nước nóng v.v bằng cách đưa đầu dò vào trong dòng chảy.

Đối với nhiệt độ bề mặt, kiểu đầu dò hình lá được dùng với cùng thiết bị này.

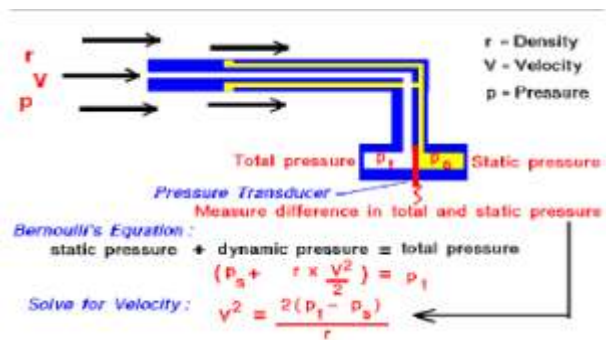


Nhiệt kế này dùng để đo nhiệt độ cả nước nóng và lạnh, hơi nước, được gắn vào đường ống.

**1.3. Thiết bị đo cơ: áp suất, tốc độ, lưu lượng**

**Ống đo Pito và áp kế**

Đo tốc độ gió trong ống, kèm theo áp kế để tính lưu lượng.



**Máy đo tốc độ gió:**

Máy đo vận tốc gió là thiết bị đo gió tích hợp đầu dò dạng cánh quạt đường kính lớn lý tưởng cho việc đo tốc độ không khí. Với một cánh quạt lớn hơn, cho phép đo ở một diện tích bề mặt lớn hơn, đảm bảo các phép đo chính xác mỗi lần sử dụng.

Dải đo: +0.3 đến +20 m/s

Độ chính xác: ± (0.1 m/s + 1.5 % giá trị đo)

Độ phân giải: 0.01 m/s

**Đo lưu lượng nước:**

Dụng cụ đo lưu lượng không tiếp xúc sử dụng hiệu ứng Doppler/nguyên tắc siêu âm (Ultra sonic). Có một bộ phát và bộ thu đặt đối diện đường ống. Bộ đo hiển thị trực tiếp lưu lượng nước hoặc chất lỏng chảy bên trong ống.

**Dụng cụ phát hiện rò rỉ**

Dụng cụ siêu âm có thể sử dụng để phát hiện rò rỉ trên đường ống khí nén và các chất khí khác mà mắt thường khó phát hiện được.

**Đo tốc độ:**

Trong bất kỳ một kiểm toán năng lượng nào, việc đo tốc độ quay là rất quan trọng vì tốc độ có thể thay đổi do tần số điện, trượt băng tải và theo tải.

Tốc độ kế là kiểu tiếp xúc dùng ở những nơi có thể tiếp cận được.

Máy hoạt nghiệm là dụng cụ không tiếp xúc trực tiếp, tinh vi và an toàn hơn.

## 2. ĐÁNH GIÁ TỔNG THỂ NĂNG LƯỢNG TIÊU THỤ VÀ QUẢN LÝ NĂNG LƯỢNG

### 1.1. Thông tin chung về đơn vị được kiểm toán

Các thông tin chung cần thu thập về đơn vị được kiểm toán bao gồm:

- Tên và địa chỉ của doanh nghiệp
- Người liên lạc
- Loại hình hoạt động
- Năm bắt đầu hoạt động
- Năng lực sản xuất (sản lượng thiết kế, sản lượng thực tế)
- Số lượng nhân viên (quản lý, kỹ thuật, sản xuất)
- Sơ đồ tổ chức và bố trí mặt bằng nhà máy/tòa nhà (nếu có).

### 2.2. Nguyên liệu tiêu thụ và sản lượng sản phẩm

Các thông tin về nguyên liệu và sản lượng cần thu thập gồm:

- Loại nguyên liệu tiêu thụ và sản phẩm
- Sản lượng sản xuất của doanh nghiệp trong những năm gần đây.

Từ số liệu thu thập có thể phân tích xu hướng thay đổi sản phẩm và công suất sản xuất của doanh nghiệp.

### 2.3. Tiêu thụ nước và năng lượng

Nên thu thập dữ liệu về tiêu thụ năng lượng và nước theo từng tháng trong năm và trong 3 năm gần nhất. Từ các thông tin về hiện trạng tiêu thụ năng lượng và sản lượng sản xuất có thể phân tích được:

- Hiện trạng tiêu thụ năng lượng của đơn vị trong những năm gần đây. Từ đó biết được xu hướng tiêu thụ năng lượng của đơn vị
- Loại năng lượng tiêu thụ và chi phí năng lượng tương ứng. Tiềm năng tiết kiệm chi phí và giảm phát thải khí nhà kính khi chuyển đổi sang loại năng lượng có chi phí thấp hơn và ít phát thải khí nhà kính (như năng lượng tái tạo) ...

Có nhiều loại năng lượng khác nhau có thể được tiêu thụ tại đơn vị gồm: điện, than, dầu FO, DO, gas (LGP), khí thiên nhiên (NG/CNG), sinh khối, hơi nước và nước tiêu thụ.

Quy đổi dữ liệu về tiêu thụ năng lượng khi thực hiện phân tích và báo cáo:

#### Phân tích nhiên liệu tiêu thụ:

Tùy loại nhiên liệu mà cần thu thập được thông tin về loại nhiệt trị tương ứng, đặc biệt là đối với than và sinh khối. Đây là 2 loại nhiên liệu có nhiệt trị thay đổi nhiều tùy theo loại nhiên liệu, độ ẩm và tỷ lệ tro xỉ trong nhiên liệu. Do đó để phân tích được tổng số lượng năng lượng thực tế mà đơn vị tiêu thụ hoặc quy đổi tương đương sang TOE (tấn dầu quy đổi) thì cần biết được chính xác loại than hoặc nhiệt trị của loại nhiên liệu đó. Kiểm toán viên có thể yêu cầu doanh nghiệp hoặc nhà cung cấp than/sinh khối cung cấp kết quả kiểm định mẫu than/sinh khối mà đơn vị đang sử dụng. Trong trường hợp cần thiết có thể mang mẫu than/sinh khối đến trung tâm kiểm định để kiểm tra nhiệt trị.



Đối với khí thiên nhiên (NG), hoặc khí thiên nhiên nén (CNG): cho giới hạn về việc vận chuyển bằng đường ống và chuyên chở. Cho tới thời điểm hiện tại khí thiên nhiên (NG) chỉ được cung cấp cho các nhà máy tại một số khu công nghiệp tại tỉnh Bà Rịa – Vũng Tàu và Đồng Nai, còn khí thiên nhiên nén (CNG) thì được cung cấp đến các hộ công nghiệp tại một số tỉnh Đồng Nai, TP Hồ Chí Minh, Bình Dương...

Nguồn điện có thể từ điện lưới quốc gia hoặc do doanh nghiệp tự sản xuất (bằng máy phát dự phòng, hệ thống đồng phát, điện mặt trời...). Hiện nay nguồn điện phổ biến nhất vẫn là từ lưới điện quốc gia. Nguồn điện do doanh nghiệp tự sản xuất từ hệ thống đồng phát thường chỉ gặp ở các doanh nghiệp lớn và trong một số loại hình sản xuất như mía đường, giấy... Ngoài ra gần đây còn có nguồn điện được sản xuất từ việc thu hồi nhiệt thải để phát điện ở một số nhà máy xi măng, thép.

Đối với nguồn điện lưới, giá bán điện áp dụng khác nhau tùy các loại hình doanh nghiệp, cấp điện áp mua, theo các thời điểm trong ngày (bình thường, cao điểm, thấp điểm). Biểu giá điện cho các doanh nghiệp trong những năm gần đây được trình bày ở Bảng 71.

Ngoài ra theo thông tư 15/2014/TT-BCT ban hành ngày 28/05/2014 quy định về mua, bán công suất phản kháng, bên mua điện có trạm biến áp riêng hoặc không có trạm biến áp riêng, nhưng có công suất sử dụng cực đại đăng ký tại hợp đồng mua bán điện từ 40 kW trở lên và có hệ số công suất  $\cos\varphi < 0,9$  phải mua công suất phản kháng. Hệ số công suất  $\cos\varphi$  dùng để xác định việc mua công suất phản kháng của bên mua điện được tính trên cơ sở số liệu đo đếm được tại công tơ đo đếm điện năng trong một chu kỳ ghi chỉ số công tơ theo công thức sau:

$$\cos\varphi = \frac{A_p}{\sqrt{A_p^2 + A_q^2}}$$

$A_p$ : Điện năng tác dụng trong chu kỳ ghi chỉ số công tơ (kWh)

$A_q$ : Điện năng phản kháng nhận về trong chu kỳ ghi chỉ số công tơ (kVArh)

Tiền mua công suất phản kháng:

$$T_q = T_p \times k\%$$

$T_q$ : Tiền mua công suất phản kháng

$T_p$ : Tiền mua điện năng tác dụng

$k$ : Hệ số bù đắp chi phí do bên mua điện sử dụng quá lượng công suất phản kháng quy định (%).

Hệ số  $k$  được xác định theo bảng sau:

Bảng 11. Hệ số công suất

Hệ số công suất CosΦ	k (%)	Hệ số công suất CosΦ	k (%)
Từ 0,9 trở lên	0	0,74	21,62
0,89	1,12	0,73	23,29
0,88	2,27	0,72	25,00
0,87	3,45	0,71	26,76
0,86	4,65	0,7	28,57
0,85	5,88	0,69	30,43
0,84	7,14	0,68	32,35
0,83	8,43	0,67	34,33
0,82	9,76	0,66	36,36
0,81	11,11	0,65	38,46
0,8	12,50	0,64	40,63
0,79	13,92	0,63	42,86
0,78	15,38	0,62	45,16
0,77	16,88	0,61	47,54
0,76	18,42	0,6	50,00
0,76	20,00	Dưới 0,6	52,54

Do đó khi thu thập số liệu về điện năng tiêu thụ cần lưu ý thêm về chi phí điện năng phản kháng mà doanh nghiệp phải trả nếu có.

Hệ số quy đổi sang TOE và hệ số phát thải của một số loại năng lượng thường gặp được thể hiện ở Bảng 72.

## 2.4. Suất tiêu thụ năng lượng và định mức tiêu hao năng lượng tham khảo

Phương pháp tính suất tiêu hao năng lượng và cách tiếp cận điểm chuẩn đã được trình bày trong các phần trước. Suất tiêu hao năng lượng của một số ngành công nghiệp Việt Nam được trình bày trong phần này được tham khảo khi phân tích đối chuẩn (benchmark) trong các báo cáo kiểm toán năng lượng.

Các số liệu về sản lượng sản phẩm và năng lượng tiêu thụ sẽ giúp phân tích được suất tiêu thụ năng lượng để sản xuất mỗi đơn vị sản phẩm của doanh nghiệp, hoặc xuất tiêu thụ năng lượng trên mỗi m<sup>2</sup> sàn của tòa nhà/trung tâm thương mại/cơ sở dịch vụ.... Từ đó có thể so sánh với các định mức tiêu thụ năng lượng của ngành ở trong nước và trên thế giới (nếu có).

Tại Việt Nam, một số ngành công nghiệp đã được Bộ Công thương công bố quy định về định mức tiêu thụ năng lượng như: thép, xi măng, đồ uống (bia và nước giải khát), hóa chất (cao su nguyên liệu, phân bón NPK, sơn nước, sơn dung môi). Dưới đây là các tóm tắt về định mức tiêu thụ năng lượng của một số ngành/phân ngành.

- Thông tư 19/2016/TT-BCT, ban hành ngày 14/9/2016, quy định về định mức tiêu hao năng lượng trong ngành công nghiệp sản xuất bia và nước giải khát

*Bảng 12. Định mức tiêu hao năng lượng giai đoạn đến hết năm 2020*

TT	Ngành công nghiệp	Quy mô công suất (triệu lít)	Định mức (MJ/hl)
1	Bia	> 100	140
		20 - 100	215
		< 20	306
		<i>Loại hình sản xuất</i>	
2	Nước giải khát	Có ga hoặc cả hai loại sản phẩm có ga và không có ga	55
		Không có ga	111

*Bảng 13. Định mức tiêu hao năng lượng giai đoạn từ năm 2021 – đến hết năm 2025*

TT	Ngành công nghiệp	Quy mô công suất (triệu lít)	Định mức (MJ/hl)
1	Bia	> 100	129
		20 - 100	196
		< 20	286
		<i>Loại hình sản xuất</i>	
2	Nước giải khát	Có ga hoặc cả hai loại sản phẩm có ga và không có ga	52
		Không có ga	107

- Thông tư 20/2016/TT-BCT, ban hành ngày 20/9/2016, quy định về định mức tiêu hao năng lượng trong ngành sản xuất thép được giới thiệu trong các bảng sau

*Bảng 14. Định mức tiêu hao năng lượng đối với ngành công nghiệp thép giai đoạn đến hết năm 2020*

TT	Công đoạn sản xuất	Đơn vị	Định mức
1	Thiêu kết quặng sắt	MJ/tấn	2.350
2	Sản xuất gang bằng lò cao	MJ/tấn	14.000
3	Sản xuất phôi thép bằng lò chuyển (lò thổi)	MJ/tấn	150
4	Sản xuất phôi thép bằng lò điện hồ quang	MJ/tấn	2.600
5	Sản xuất phôi thép bằng lò cảm ứng	MJ/tấn	2.600
6	Cán nóng thép dài	MJ/tấn	1.650
7	Cán nguội thép tấm lá	MJ/tấn	1.600

Bảng 15. Định mức tiêu hao năng lượng đối với ngành công nghiệp thép giai đoạn từ năm 2021 - 2025

TT	Công đoạn sản xuất	Đơn vị	Định mức
1	Thiêu kết quặng sắt	MJ/tấn	1.960
2	Sản xuất gang bằng lò cao	MJ/tấn	12.400
3	Sản xuất phôi thép bằng lò chuyển (lò thổi)	MJ/tấn	100
4	Sản xuất phôi thép bằng lò điện hồ quang	MJ/tấn	2.500
5	Sản xuất phôi thép bằng lò cảm ứng	MJ/tấn	2.500
6	Cán nóng thép dài	MJ/tấn	1.600
7	Cán nguội thép tấm lá	MJ/tấn	1.500

- Thông tư 02/2014/TT-BCT, ban hành ngày 16/1/2014, quy định về chỉ số hiệu quả năng lượng đối với ngành hóa chất

Bảng 16. Quy định về chỉ số hiệu quả năng lượng ngành hóa chất

TT	Ngành công nghiệp	Quy mô công suất	Định mức (kOE/tấn)
1	Cao su nguyên liệu	Công suất thiết kế dưới 5.000 tấn/năm	44
		Công suất thiết kế từ 5.000 đến dưới 10.000tấn/năm	36
		Công suất thiết kế từ 10.000 tấn/năm trở lên	28
2	Phân bón NPK	Công suất thiết kế dưới 4.000 tấn/năm	14,8
		Công suất thiết kế từ 4.000 đến dưới 9.000tấn/năm	16,8
		Công suất thiết kế từ 9.000 tấn/năm trở lên	19,7
3	Sơn nước	Tất cả quy mô	12,1 kOE/tấn
4	Sơn dung môi	Tất cả quy mô	17,7 kOE/tấn

Đối với các nhà máy chỉ sản xuất một sản phẩm, việc xác định suất tiêu thụ năng lượng cho sản phẩm được tính toán bằng cách lấy tổng năng lượng tiêu thụ chỉ cho tổng sản lượng sản phẩm tương ứng.

Đối với các nhà máy sản xuất nhiều sản phẩm hoặc cần phân tích suất tiêu thụ năng lượng theo từng công đoạn thì cần xác định được năng lượng tiêu thụ tương ứng cho loại sản phẩm hoặc công đoạn sản xuất tương ứng bằng cách theo dõi tiêu thụ năng lượng từ các công tơ, thiết bị đo đếm phụ. Ngoài ra có thể sử dụng phương pháp hồi quy đa biến để phân tích, trong trường hợp này độ chính xác của số liệu sẽ ảnh hưởng đến độ tin cậy của kết quả phân tích.

## 2.5. Đánh giá hiện trạng quản lý năng lượng

### 2.5.1. Mục tiêu

Giúp kiểm toán viên nhận dạng hiện trạng quản lý của doanh nghiệp từ đó có thể đề xuất các giải pháp cải thiện hiệu quả sử dụng năng lượng thông qua các hoạt động quản lý điều hành.

### 2.5.2. Phương pháp đánh giá

Để đánh giá hiện trạng quản lý năng lượng, người đánh giá có thể sử dụng các phương pháp khác nhau, tuy nhiên trong hướng dẫn này, chỉ đề cập đến phương pháp tiếp cận theo Chu trình PDCA (chu trình lập kế hoạch – Thực hiện – Kiểm tra – Hành động). Phương pháp tiếp cận này giúp kiểm toán viên có được một bức tranh tổng quan về hệ thống quản lý năng lượng của doanh nghiệp, bắt đầu từ các hoạt động cam kết của lãnh đạo, đến việc thực hiện và đánh giá kết quả thực hiện cũng như các hoạt động về cải tiến.

Dưới đây là bảng các tiêu chí đánh giá hiện trạng quản lý năng lượng. Có 6 tiêu chí cần đánh giá khi đánh giá hiện trạng quản lý năng lượng và các tiêu chí này được thiết kế theo mô hình PDCA, bao gồm:

- Tiêu chí 1: Chính sách năng lượng (Lập kế hoạch)
- Tiêu chí 2: Tổ chức (Lập kế hoạch)
- Tiêu chí 3: Đào tạo (Thực hiện)
- Tiêu chí 4: Trao đổi thông tin (Thực hiện)
- Tiêu chí 5: Kiểm tra và đánh giá (Kiểm tra)
- Tiêu chí 6: Đầu tư (Hành động)

Lần lượt từng tiêu chí sẽ được cho điểm vào cột đánh giá, thang điểm được thiết kế từ 0 – 4. Trong đó 0 tương ứng với trình độ quản lý thấp nhất và 4 là cao nhất.

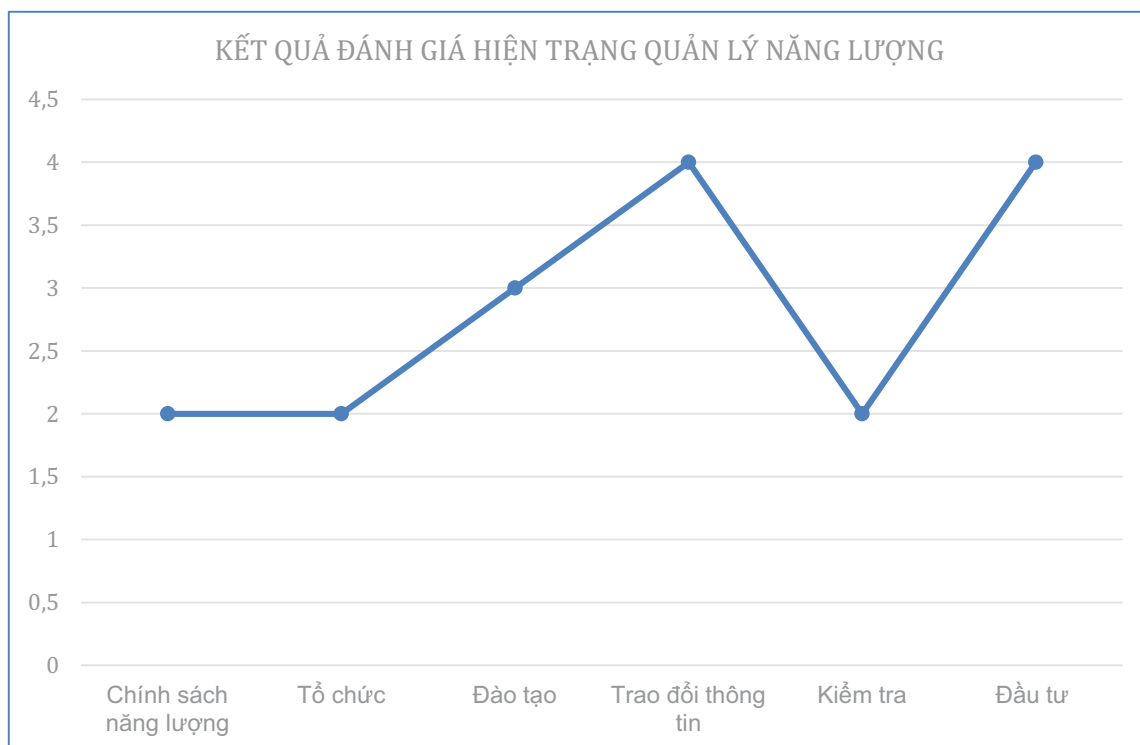
*Bảng 17. Bảng đánh giá hiện trạng quản lý năng lượng*

<b>Xếp hạng</b>	<b>Chính sách năng lượng</b>	<b>Điểm đánh giá</b>
4	Có chính sách, kế hoạch hành động, kiểm tra định kỳ, cam kết từ lãnh đạo cấp cao trong việc thực hiện quản lý năng lượng	
3	Có chính sách chính thức nhưng không có cam kết của lãnh đạo	
2	Có chính sách nhưng chưa thực hiện	
1	Không có tài liệu hướng dẫn	
0	Không có chính sách năng lượng	

<b>Xếp hạng</b>	<b>Tổ chức</b>	<b>Điểm đánh giá</b>
4	Quản lý năng lượng được tích hợp đầy đủ vào quản lý công ty, có quy định tiêu thụ năng lượng rõ ràng.	
3	Có quản lý năng lượng; có ban năng lượng với trưởng ban là lãnh đạo cao nhất của doanh nghiệp.	
2	Có quản lý năng lượng; có ban năng lượng với trưởng ban là người đứng đầu bộ phận. (không phải là lãnh đạo cao nhất của doanh nghiệp)	
1	Có quản lý năng lượng, nhưng không chính thức, quyền hạn hạn chế. Không có ban năng lượng.	
0	Không có người chịu trách nhiệm giám sát năng lượng.	
<b>Xếp hạng</b>	<b>Đào tạo</b>	<b>Điểm đánh giá</b>
4	Tổ chức thường xuyên đào tạo, nâng cao nhận thức và huấn luyện về tiết kiệm năng lượng trong doanh nghiệp và bên ngoài (nhà cung cấp thiết bị, dịch vụ, khách hàng ...) một cách có hệ thống, chính thức. Thường xuyên tổ chức đào tạo các khóa học về tiết kiệm năng lượng trong doanh nghiệp.	
3	Thường xuyên tổ chức đào tạo, nâng cao nhận thức và huấn luyện về tiết kiệm năng lượng trong doanh nghiệp (không bao gồm các nhà thầu: nhà cung cấp thiết bị, dịch vụ, khách hàng)	
2	Có các khóa đào tạo, nâng cao nhận thức và huấn luyện về tiết kiệm năng lượng trong doanh nghiệp nhưng không thường xuyên.	
1	Có các khóa đào tạo, nâng cao nhận thức và huấn luyện về tiết kiệm năng lượng nhưng không chính thức.	
0	Không có các chiến dịch đào tạo, nâng cao nhận thức và huấn luyện.	
<b>Xếp hạng</b>	<b>Trao đổi thông tin</b>	<b>Điểm đánh giá</b>
4	Có kênh thông tin và tất cả các nhân viên có thể khai thác để biết được tình trạng tiêu thụ năng lượng và kết quả các hoạt động tiết kiệm năng lượng.	
3	Có ban năng lượng và ban này là kênh tương tác với tất cả các khu vực dùng năng lượng chính trong doanh nghiệp. Ban này do lãnh đạo cao nhất trong doanh nghiệp lãnh đạo.	
2	Tương tác giữa một số khu vực sử dụng năng lượng chính/ nhân viên được thực hiện bởi ban/ nhóm, tổ chức quản trị, phụ trách năng lượng (người đứng đầu tổ chức)	
1	Chỉ có tương tác không chính thức giữa các kỹ sư nhà máy/tòa nhà hoặc giữa các nhân viên bộ phận kỹ thuật với một số khu vực sử dụng năng lượng chính/ nhân viên	
0	Không có gì cả	

<b>Xếp hạng</b>	<b>Kiểm tra và đánh giá</b>	<b>Điểm đánh giá</b>
4	Có hệ thống ghi nhận, phân tích và đánh giá mục tiêu, kế hoạch hành động, phân tích lợi ích chi phí, kế hoạch đầu tư. Các kết quả được thông báo cho tất cả các bộ phận có liên quan.	
3	Có hệ thống ghi nhận, phân tích, báo cáo tiêu thụ năng lượng ở cấp nội bộ nhưng kết quả của các hoạt động tiết kiệm năng lượng, thông tin tiết kiệm năng lượng không được công bố cho người sử dụng năng lượng.	
2	Có giám sát, phân tích dữ liệu của hệ thống năng lượng nhưng chủ yếu là dựa trên hóa đơn và một số dữ liệu tính toán, không có nhiều dữ liệu từ các dụng cụ đo lường, nhưng người quản lý năng lượng có vai trò quan trọng về chi phí năng lượng và đầu tư năng lượng.	
1	Có báo cáo phân tích năng lượng nhưng không nhiều, dữ liệu dựa trên hóa đơn. Tất cả các dữ liệu năng lượng được sử dụng cho bộ phận kỹ thuật nội bộ.	
0	Không có gì cả.	
<b>Xếp hạng</b>	<b>Đầu tư</b>	<b>Điểm đánh giá</b>
4	Có kế hoạch cụ thể và chi tiết cho các đầu tư mới và cải thiện các thiết bị đang sử dụng	
3	Sử dụng tiêu chuẩn hoàn vốn đầu tư để xếp loại các hoạt động đầu tư	
2	Có chủ trương và kế hoạch đầu tư chi tiết nhưng chỉ xem xét các biện pháp với thời gian hoàn vốn ngắn.	
1	Có kế hoạch đầu tư chi tiết, nhưng chỉ xem xét các biện pháp với chi phí đầu tư thấp	
0	Không có kế hoạch đầu tư	

Sau khi hoàn tất việc đánh giá, kết quả đánh giá có thể được thể hiện bằng nhiều hình thức, như biểu đồ cột, biểu đồ đường, biểu đồ mạng nhện,... Hình bên dưới thể hiện kết quả đánh giá mẫu theo biểu đồ đường tại một doanh nghiệp.





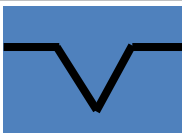

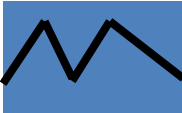


*Hình 9. Đồ thị đánh giá hiện trạng quản lý năng lượng*

Kết quả đánh giá ở đồ thị sẽ cho thấy được các điểm mạnh và điểm yếu trong quản lý năng lượng của doanh nghiệp. Kiểm toán viên cần nêu lên các kiến nghị trong ngắn hạn và dài hạn. Các kiến nghị ngắn hạn nhằm hướng doanh nghiệp cải thiện các điểm yếu trong vấn đề quản lý năng lượng, còn các khuyến nghị dài hạn nhằm giúp doanh nghiệp nâng cao một cách toàn diện trình độ quản lý năng lượng chung của toàn đơn vị. Dưới đây là một số kết quả đánh giá điển hình và hướng đề xuất cải thiện việc quản lý năng lượng.



Bảng 18. Kết quả đánh giá và đề xuất hành động cải thiện

Dạng	Hình ảnh minh họa	Mô tả	Kết quả phân tích	Hành động
1. Cân bằng mức cao		Điểm từ 3 trở lên cho tất cả các cột	Hiệu quả xuất sắc	Duy trì mức cao này
2. Cân bằng mức thấp		Điểm dưới 3 cho tất cả các cột	Cần cải thiện tất cả khía cạnh QLNL	Cam kết từ lãnh đạo. Lập chiến lược quản lý năng lượng (QLNL). Đặt mục tiêu, kế hoạch hành động & quá trình kiểm tra
3. Chữ U		Hai cột phía ngoài có điểm từ 3 trở lên	Có cam kết về hiệu quả năng lượng. Kỳ vọng cao, nhưng đội ngũ thực hiện kém.	Lập Ban QLNL, lập kênh liên lạc chính thức với tất cả nhân viên. Đặt mục tiêu, kế hoạch hành động & quá trình kiểm tra.
4. Chữ N		Hai cột ngoài cùng quá thấp	Không có cam kết. Có chuyên gia năng lượng để thực hiện. Thành quả của cột giữa bị lãng phí	Đạt được cam kết từ lãnh đạo
5. Máng nước		Một cột ở giữa thấp hơn hẳn các cột còn lại	Sự yếu kém của cột này có thể kéo giảm thành công của các cột khác.	Tập trung nhiều hơn vào khía cạnh yếu kém
6. Có đỉnh cao		Một cột ở giữa cao hơn hẳn các cột còn lại	Nỗ lực của cột này có thể bị lãng phí bởi sự trì trệ của các cột khác.	Tập trung nhiều hơn vào các khía cạnh còn lại
7. Không cân bằng		Hai hay nhiều cột cao hơn hay thấp hơn mức trung bình	Càng mất cân bằng thì thực hiện càng khó khăn.	Tập trung vào các khía cạnh thấp và cố nâng chúng lên

### 3. PHÂN TÍCH CÁC HỘ TIÊU THỤ NĂNG LƯỢNG CHÍNH

Nội dung phần này sẽ trình bày các hướng dẫn kỹ thuật để thu thập và phân tích dữ liệu tại các hộ tiêu thụ năng lượng chủ yếu và phổ biến tại các nhà máy/tòa nhà. Nội dung bao gồm giải thích các thuật ngữ, phương pháp tính toán và các số liệu cần thu thập cho các hệ thống. Mẫu thu thập dữ liệu của từng hệ thống cũng được trình bày.

Các hệ thống tiêu thụ năng lượng phổ biến bao gồm:

- ##Phân tích hệ thống điện
- ##Các hộ tiêu thụ điện chủ yếu tại các nhà máy bao gồm: động cơ, bơm, quạt, khí nén hệ thống lạnh, điều hòa không khí.
- ##Các hộ tiêu thụ nhiệt chủ yếu bao gồm: lò hơi, lò nung, hệ thống phân phối hơi.

#### 3.1. Hệ thống điện

##### 3.1.1. Giới thiệu

###### 3.1.1.1. Các thành phần của hệ thống cung cấp điện

###### Máy biến áp

Máy biến áp là thiết bị điện tĩnh, giúp chuyển đổi năng lượng điện từ mức điện áp này sang mức điện áp khác.



Hình 10. Máy biến áp trong hệ thống cung cấp điện

Có các loại máy biến áp theo bảng phân loại sau:

*Bảng 19. Phân loại máy biến áp*

Tiêu chí	Loại	Nhận xét
Dựa trên điện áp đầu vào	Tăng áp	Chuyển từ điện áp thấp =>điện áp cao
	Giảm áp	Chuyển từ điện áp cao =>điện áp thấp (đây là loại thường gặp)
Dựa trên vận hành	Máy biến áp lực (công suất)	Đặt tại các trạm điện để tăng điện áp và truyền tải lượng điện lớn.
	Máy biến áp phân phối	Đặt tại các trạm điện phân phối của lưới điện và truyền tải lượng điện thấp
	Máy biến áp đo lường	Sử dụng để đo điện áp và cường độ dòng điện với các dụng cụ đo lường
Dựa trên vị trí	Ngoài trời	Đặt ngoài trời trên cột bê tông hoặc giá sắt
	Trong nhà	Đặt trong nhà trên cột bê tông hoặc giá sắt
Dựa trên kết nối	Ba pha	Đầu vào và đầu ra là ba pha (Đỏ/Vàng/Xanh) có hoặc không có dây trung tính
	Một pha	Đầu vào và đầu ra là một pha

*Nguồn: BEE, 2004*

### Tủ điện phân phối

Tủ điện phân phối là một bộ phận không thể thiếu trong các công trình công nghiệp hay dân dụng. Tủ được dùng làm nơi để lắp đặt và bảo vệ cho các thiết bị đóng cắt điện và thiết bị điều khiển, là nơi đấu nối phân phối điện cho công trình. Tủ điện phân phối được chia thành 2 loại là Tủ điện phân phối tổng (MSB) và Tủ điện phân phối (DB).



*Hình 11. Tủ điện phân phối tổng*



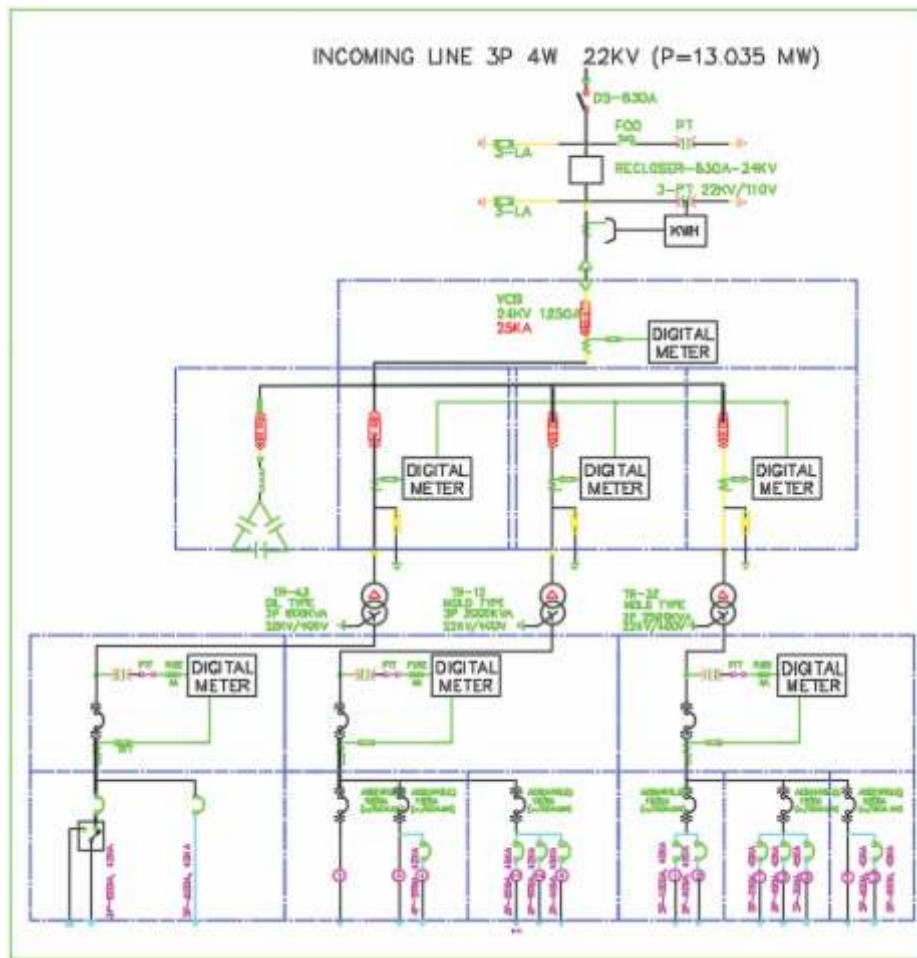
*Hình 12. Tủ điện phân phối*

Tủ điện phân phối tổng là loại tủ điện được lắp đặt ngay sau các trạm hạ thế. Chức năng chính của tủ này là đóng cắt, bảo vệ an toàn cho hệ thống điện phụ tải. Tủ được thiết kế nhiều ngăn, mỗi ngăn tủ được thiết kế với chức năng riêng biệt như: ngăn chứa ACB/MCCB tổng, ngăn chứa các MCCB/MCB ngõ ra tải, ngăn chứa tụ bù, ngăn chứa khối chuyển nguồn ATS.

Tủ điện phân phối được sử dụng trong các mạng điện hạ thế. Vị trí của tủ thường là sau các tủ phân phối tổng tại các nút. Đây là loại tủ điện nhỏ nhất và dùng để cung cấp điện cho các thiết bị như máy bơm, động cơ, v.v

### 3.1.1.2. Sơ đồ đơn tuyến hệ thống cung cấp điện

Sơ đồ đơn tuyến là bản thiết kế để phân tích hệ thống điện. Sơ đồ này giúp kiểm toán viên hiểu rõ hơn về thiết kế và bố trí của hệ thống phân phối điện. Từ đó, kiểm toán viên có thể lên kế hoạch khảo sát, đo đạc các hệ thống một cách hợp lý và hiệu quả.

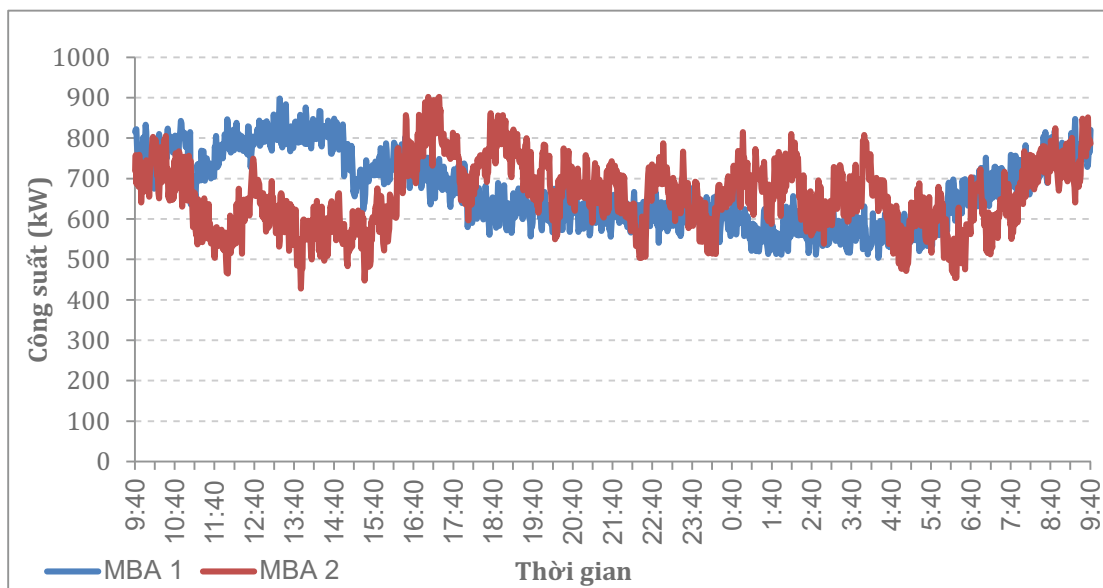


Hình 13. Ví dụ sơ đồ đơn tuyến của một hệ thống điện

### 3.1.2. Đồ thị phụ tải và quản lý phụ tải điện

#### 3.1.2.1. Đồ thị phụ tải

Đồ thị biểu diễn công suất điện tiêu thụ theo thời gian gọi là “Đồ thị phụ tải”. Nếu công suất điện tiêu thụ được vẽ cho 24 giờ mỗi ngày, đây là “Đồ thị phụ tải theo giờ” và nếu công suất vẽ cho ngày trong một tháng thì đây là “Đồ thị phụ tải theo ngày”.



Hình 14. Ví dụ về đồ thị phụ tải máy biến áp trong 24 giờ

Đồ thị phụ tải giúp phỏng đoán nhu cầu cao thấp của một bộ phận, toàn bộ hoặc một mạng lưới phân phối của nhà máy/tòa nhà, vv... Đồ thị phụ tải cũng cho biết được công suất hoạt động lớn nhất, nhỏ nhất và trung bình của đơn vị. Từ đó, kiểm toán viên có thể đề xuất các giải pháp quản lý phụ tải thích hợp.

#### 3.1.2.2. Quản lý phụ tải điện

Ở mức độ vĩ mô, tiêu thụ điện tăng và nhu cầu điện cao vọt vào một số thời điểm trong ngày sẽ khiến công suất không đủ đáp ứng nhu cầu. Quản lý phụ tải tốt hơn ở hộ sử dụng cuối cùng sẽ giúp giảm thiểu nhu cầu đỉnh với cơ sở hạ tầng và cải thiện việc sử dụng công suất của nhà máy điện. Bảng sau liệt kê một số phương pháp kỹ thuật giúp quản lý phụ tải hiệu quả.

Bảng 20. Chiến lược quản lý phụ tải đỉnh

Giải pháp	Thực hiện
Chuyển tải không cần thiết và quy trình không liên tục sang giờ thấp điểm	Lập lại lịch trình cho những tải lớn và vận hành thiết bị, có thể lập kế hoạch thực hiện ở những ca khác nhau để giảm thiểu nhu cầu tối đa liên tục. Nên chuẩn bị sơ đồ vận hành và sơ đồ quy trình. Phân tích những sơ đồ này với cách tiếp cận tổng hợp, nhờ vậy có thể lập lại lịch trình vận hành và sử dụng các thiết bị theo cách đó, giúp cải thiện hệ số tải, từ đó giảm được nhu cầu tối đa.
Ngắt tải không cần thiết trong giờ cao điểm	Khi nhu cầu tối đa có xu hướng đạt mức giới hạn đã được thiết lập, có thể tạm thời loại bỏ bớt tải không cần thiết để giảm nhu cầu. Có thể lắp đặt hệ thống quan trắc nhu cầu trực tiếp, hệ thống này sẽ ngắt những tải không cần thiết khi đạt mức nhu cầu đã được thiết lập. Những hệ thống đơn giản sẽ đưa ra báo động và việc ngắt tải được thực hiện bằng tay. Những hệ thống điều khiển mạch vi xử lý tiên tiến cũng đang có trên thị trường, giúp đưa ra các giải pháp ngắt tải tự động.
Vận hành máy điều hoà nhiệt độ trong giờ thấp điểm và lưu trữ nhiệt lạnh.	Có thể giảm nhu cầu tối đa nhờ thiết lập khả năng lưu trữ sản phẩm/vật liệu, nước, nước mát/nước nóng, sử dụng điện trong giờ thấp điểm. Vận hành trong giờ thấp điểm cũng giúp tiết kiệm năng lượng nhờ các điều kiện thuận lợi như nhiệt độ môi trường thấp, v.v
Lắp đặt thiết bị điều chỉnh hệ số công suất	Có thể giảm nhu cầu tối đa theo mức độ của đơn vị bằng cách sử dụng tụ bù và duy trì hệ số công suất tối ưu. Những hệ thống với những tụ bù có thể bật tắt để duy trì Hệ số công suất mong muốn của hệ thống và tối ưu hoá nhu cầu tối đa.

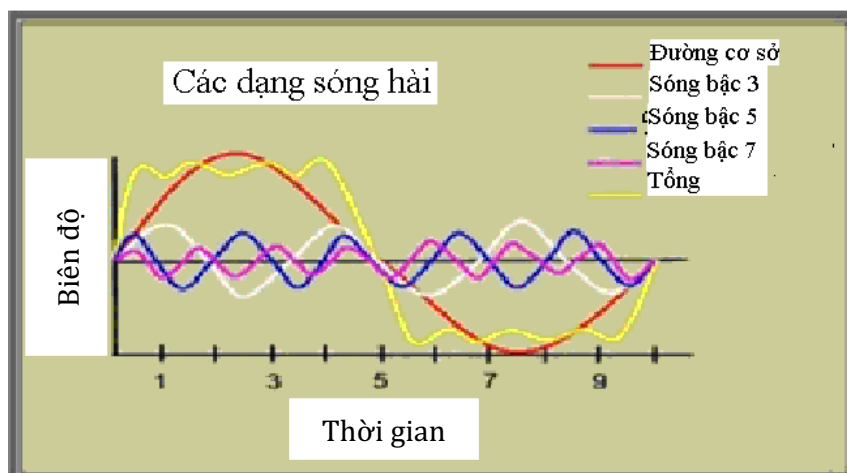
Nguồn: Energy Efficiency Management Agency, 2004

### 3.1.3. Ảnh hưởng của sóng hài

Sóng hài gây ra bởi các phụ tải phi tuyến trong hệ thống điện. Phụ tải được gọi là phi tuyến khi mà dòng điện và hiệu điện thế cung cấp không cùng dạng sóng. Việc lưu chuyển của dòng điện trong hệ thống trở kháng tạo ra sóng hài trong hiệu điện thế dẫn tới xáo trộn nguồn điện thế cung cấp.

Sóng hài gây ra các ảnh hưởng sau đây đến hệ thống điện:

- Gây sự quá nhiệt cho các thiết bị phân phối điện như dây điện, máy biến thế, máy phát điện, vv.
- Sai số trong đồng hồ điện
- Tăng sự tiêu hao năng lượng trong thiết bị dẫn tới hư hao các bộ phận và làm ngắn dòng đời
- Gây sự cố ngắt mạch
- Làm giảm hệ số công suất dẫn tới việc trả thêm tiền điện.



Hình 15. Các dạng sóng hài

Nguồn: [www.hersheyenergy.com](http://www.hersheyenergy.com)

Có nhiều biện pháp hạn chế sóng hài:

- Dùng cuộn kháng AC hay cuộn kháng DC cho biến tần
- Dùng bộ lọc thụ động
- Sử dụng biến tần có sóng hài thấp.

### 3.1.4. Các số liệu cần thu thập

Kiểm toán viên cần thu thập các số liệu căn bản sau đây khi phân tích đến hệ thống điện:

- Sơ đồ đơn tuyến hệ thống điện
- Số trạm biến áp, công suất
- Tổng điện năng tiêu thụ trong 1 năm và chi phí
- Công suất hoạt động max, min, trung bình
- Hệ số công suất
- Sự cân bằng giữa các pha
- Điện năng tiêu thụ từng hệ thống, khu vực.
- Giá điện:

Giá điện được cập nhật thường xuyên tại trang web của Tập đoàn Điện lực Việt Nam (EVN). Do thời gian hoạt động của các đơn vị là khác nhau, giá điện trung bình của mỗi đơn vị được tính bằng công thức:

$$\text{Giá điện trung bình} = \frac{\text{Tổng chi phí tiền điện}}{\text{Tổng điện năng tiêu thụ}}$$

Đối với các thiết bị có thời gian hoạt động không ổn định, giá điện trung bình sẽ được sử dụng để tính toán chi phí điện năng trong các giải pháp tiết kiệm năng lượng. Đối với các thiết bị có thời gian hoạt động cố định, sử dụng giá điện theo thời điểm tương ứng.

## 3.2. Hệ thống chiếu sáng

### 3.2.1. Giới thiệu

#### Giải thích thuật ngữ, định nghĩa

**Lumen:** là đương lượng trắc quang của Oát, được tăng lên để phù hợp với phản ứng mắt của “người quan sát chuẩn”  $1 \text{ W} = 683 \text{ lumen}$  tại bước sóng 555 nm. Một lux là một lumen trên mỗi mét vuông.

**Nguồn phát sáng:** bao gồm một hoặc nhiều đèn cùng với các bộ phận được thiết kế để phân phối ánh sáng, định vị và bảo vệ đèn, và nối đèn với nguồn điện.

**Lux:** đơn vị đo theo hệ mét cho độ chiếu sáng của một bề mặt. Độ chiếu sáng duy trì trung bình là các mức lux trung bình đo được tại các điểm khác nhau của một khu vực xác định. Một lux bằng một lumen trên mỗi mét vuông.

**Quang thông và cường độ sáng:** 1 lumen là quang thông của một nguồn sáng điểm có cường độ ánh sáng 1 candela phát ra trong một đơn vị góc khối (steradian). Quang thông do một nguồn ánh sáng đẳng hướng có cường độ  $I$  sẽ được tính theo công thức:

$$\text{Quang thông (lm)} = 4\pi \times \text{cường độ sáng (cd)}$$

**Định luật tỷ lệ nghịch với bình phương:** cường độ ánh sáng trên mỗi đơn vị diện tích tỷ lệ nghịch với bình phương của khoảng cách tính từ nguồn (về bản chất là bán kính).

$$E = I / d^2$$

$$E = \text{độ chiếu sáng}, I = \text{cường độ sáng và } d = \text{khoảng cách}$$

Khoảng cách được đo từ điểm kiểm tra đến bề mặt phát sáng đầu tiên – dây tóc của bóng đèn trong, hoặc vỏ thủy tinh của bóng đèn mờ.

**Nhiệt độ màu (K)** là biểu hiện màu sắc của đèn và ánh sáng mà nó phát ra.

**Độ hoàn màu:** Khả năng hoàn màu bề mặt của nguồn ánh sáng có thể được đo một cách rất tiện lợi bằng chỉ số hoàn màu. Chỉ số này dựa trên tính chính xác mà chiếc đèn được xem xét mô phỏng một tập hợp các màu kiểm tra so với chiếc đèn mẫu, kết quả của độ phù hợp hoàn hảo là 100.

*Bảng 21. Ứng dụng của các nhóm hoàn màu*

Nhóm hoàn màu	Chỉ số hoàn màu chung CIE (Ra)	Ứng dụng đặc trưng
1A	Ra > 90	Bất kỳ nơi nào cần có sự hoàn màu chính xác, ví dụ việc kiểm tra in màu
1B	80 < Ra < 90	Bất kỳ nơi nào cần đánh giá màu chính xác hoặc cần có sự hoàn màu tốt vì lý do thể hiện, ví dụ chiếu sáng trưng bày
2	60 < Ra < 80	Bất kỳ nơi nào cần sự hoàn màu tương đối
3	40 < Ra < 60	Bất kỳ nơi nào sự hoàn màu ít quan trọng nhưng sự biểu hiện màu sắc sai lệch rõ rệt là không thể chấp nhận được
4	20 < Ra < 40	Bất kỳ nơi nào sự hoàn màu không hề quan trọng và sự biểu hiện màu sắc sai lệch rõ rệt là chấp nhận được.

*Nguồn: Cục sử dụng năng lượng hiệu quả, 2005*



### Đặc tính, ứng dụng các loại đèn

Nắm vững đặc tính của các loại đèn sẽ giúp cho kiểm toán viên đưa ra giải pháp tiết kiệm năng lượng hợp lý.

Bảng sau đây miêu tả đặc tính của các loại đèn thông dụng và các ứng dụng đặc trưng:

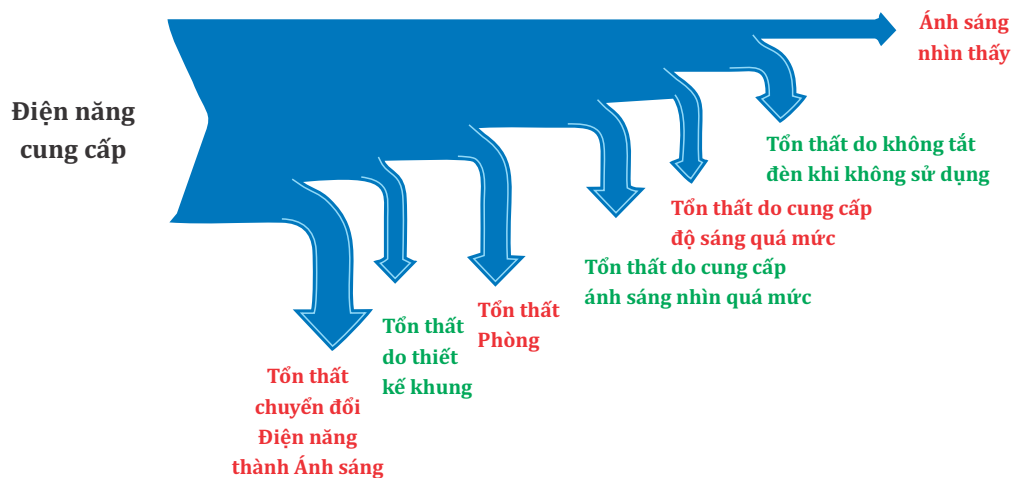
*Bảng 22. Đặc tính chiếu sáng của các thể sáng thường được sử dụng*

Loại đèn	Lum / Oát		Chỉ số hoàn màu	Ứng dụng đặc trưng	Tuổi thọ (Giờ)
	Phạm vi	TB			
Đèn sợi đốt	8-18	14	Hoàn hảo	Gia đình, khách sạn, chiếu sáng chung, chiếu sáng khẩn cấp	1.000
Đèn huỳnh quang	46-60	50	Tốt, đặc biệt khi có lớp bọc	Văn phòng, cửa hàng, bệnh viện, gia đình	5.000
Đèn huỳnh quang compact (CFL)	40-70	60	Rất tốt	Khách sạn, cửa hàng, gia đình, văn phòng	8.000-10.000
Đèn thủy ngân cao áp (HPMV)	44-57	50	Trung bình	Chiếu sáng chung trong nhà máy/tòa nhà, ga ra, đỗ xe, chiếu sáng bằng đèn pha	5.000
Đèn halogen	18-24	20	Hoàn hảo	Trung bày, chiếu sáng bằng đèn pha, khu triển lãm ở sân vận động, khu vực xây dựng	2.000-4.000
Đèn hơi Natri cao áp (HPSV) SON	67-121	90	Trung bình	Chiếu sáng chung trong nhà máy/tòa nhà, kho hàng, đèn đường	6.000-12.000
Đèn hơi Natri hạ áp (LPSV) SOX	101-175	150	Kém	Lòng đường, đường hầm, kênh, đèn đường	6.000-12.000

*Nguồn: Asia Energy Efficiency*

### 3.2.2. Mô tả dòng năng lượng

Đèn chỉ là một phần của hệ thống chiếu sáng. Toàn bộ không gian được chiếu sáng cũng nên được coi là một phần của hệ thống vì nhiều yếu tố như màu tường, phản xạ, thiết kế cửa sổ và phân vùng bên trong có thể có tác động lớn đến lượng ánh sáng được phân phối đến. Việc chiếu sáng có thể được đo như mức độ ánh sáng tại điểm tác vụ (ánh sáng hữu ích). Kiểm toán năng lượng chi tiết cần xem xét các tổn thất năng lượng xảy ra trong hệ thống chiếu sáng, như được chỉ ra trong sơ đồ Sankey dưới đây:



Hình 16. Biểu đồ Sankey cho hệ thống chiếu sáng

Nguồn: EnerTEAM

Các loại tổn thất năng lượng trong chiếu sáng được liệt kê dưới đây:

- Tổn thất trong quá trình chuyển hóa điện năng sang ánh sáng được tính bằng lượng trắc quang trên một Watt điện năng cung cấp
- Tổn thất do các thiết kế khung
- Tổn thất do bố trí phòng
- Tổn thất do việc cung cấp quá mức ánh sáng nhìn cần thiết
- Tổn thất do việc cung cấp quá mức ánh sáng để khắc phục tình trạng phân phối ánh sáng
- Tổn thất do việc không tắt đèn khi không dùng.

### 3.2.3. Các giải pháp tiết kiệm năng lượng

#### 3.2.3.1. Sử dụng ánh sáng tự nhiên

Các phương pháp kết hợp chiếu sáng ban ngày là:

- Đổi mới thiết kế để loại trừ bớt độ chói của ánh sáng ban ngày và tận dụng ánh sáng ban ngày để chiếu sáng các tòa nhà, các xưởng công nghiệp và các nhà kho
- Một thiết kế tốt kết hợp với các cửa sổ ở trần nhà làm bằng chất liệu FRP cùng với trần giả trong suốt và trong mờ có thể cung cấp chiếu sáng không có ánh sáng chói, trần giả cũng giảm hơi nóng từ ánh sáng tự nhiên
- Sử dụng cửa với mái vòm FRP có kiến trúc cơ bản có thể loại trừ việc sử dụng đèn điện trong hành lang của các nhà cao tầng
- Cũng nên sử dụng ánh sáng tự nhiên từ cửa sổ. Tuy nhiên, cửa sổ nên được thiết kế tốt để tránh ánh sáng chói. Nên sử dụng các giá ánh sáng để cung cấp ánh sáng tự nhiên không có ánh sáng chói.



Hình 17. Chiếu sáng tự nhiên bằng mái checacbonat tổng hợp



Hình 18. Cửa có mài vòm FRP

### 3.2.3.2. Giảm số lượng đèn để giảm lượng chiếu sáng thừa

Giảm số lượng đèn bằng các cách sau:

- Giảm chiều cao lắp đặt của đèn
- Thay bộ đèn hiệu quả và giảm số lượng đèn vẫn đảm bảo việc chiếu sáng không bị ảnh hưởng
- Giảm số lượng đèn ở những không gian trống nơi không có hoạt động/làm việc
- Chiếu sáng theo công việc.

Giảm số lượng đèn chiếu sáng cho khu vực làm việc bằng cách tập trung độ chiếu sáng vào diện tích thực của khu vực làm việc. Khái niệm về chiếu sáng theo công việc nếu được thực hiện một cách hợp lý thì có thể giảm số lượng đèn chiếu sáng chung, giảm công suất của đèn, tiết kiệm đáng kể năng lượng, cung cấp việc chiếu sáng tốt hơn và cũng tạo ra môi trường thắm mỹ và dễ chịu hơn.

### 3.2.3.3. Thiết bị hẹn giờ, bộ chuyển mạch và bộ cảm biến

Điều khiển để tự động tắt các đèn khi không cần thiết có thể tiết kiệm được nhiều năng lượng, cụ thể:

- Sử dụng công tắc chuyển mạch để thay đổi chiếu sáng tùy thuộc vào lượng ánh sáng ban ngày
- Biến trở cũng có thể được sử dụng kết hợp với điều khiển quang điện. Thiết bị này làm mờ đèn tuýp huỳnh quang nếu hoạt động với chấn lưu điện tử, có thể được làm mờ bằng cách sử dụng máy biến áp tự động đã động cơ hoá hoặc biến trở điện tử (phù hợp để làm mờ đèn huỳnh quang).

### 3.2.3.4. Bảo dưỡng chiếu sáng

Mức sáng sẽ giảm theo thời gian do sự lão hoá của đèn và bụi trong máng đèn, đèn và bề mặt phòng. Dưới đây là một số gợi ý bảo dưỡng cơ bản giúp cải thiện điều này:

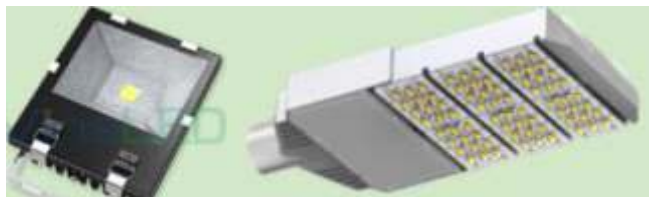
- Lau sạch bụi ở máng đèn, đèn và thấu kính từ 6 - 24 tháng một lần
- Thay thấu kính nếu chuyển màu vàng
- Lau sạch hoặc sơn lại phòng nhỏ mỗi năm một lần và phòng lớn 2 đến 3 năm một lần. Lau sạch bụi ở bề mặt đèn vì bụi làm giảm lượng sáng phản xạ.

### 3.2.3.5. Lựa chọn đèn và bộ đèn hiệu suất cao

Hiện nay, công nghệ đèn LED đã rất phát triển với hiệu suất phát quang cao, tuổi thọ vượt trội và giá thành sản xuất ngày càng hạ. Nguồn sáng LED đang thay thế dần tất cả nguồn sáng truyền thống hiện nay, kể cả bóng đèn cao áp đang sử dụng phổ biến trong chiếu sáng giao thông. Ưu điểm của đèn LED là:

- Tạo ra nhiều ánh sáng hơn so với các loại đèn khác

- Tỏa nhiệt ít hơn so với các thiết bị chiếu sáng khác
- Không chứa các chất độc hại như thủy ngân, chì, cadimium và các tia bức xạ.



Hình 19. Bộ đèn LED pha và chiếu sáng xung quanh

Bảng sau đây miêu tả khả năng tiết kiệm năng lượng khi thay thế bằng đèn LED.

Bảng 23. Tiết kiệm bằng cách sử dụng đèn LED

Đèn đang dùng	Thay thế bởi	Khả năng tiết kiệm năng lượng (%)
Đèn halogen vonfam	LED	75 đến 83
Đèn tuýp huỳnh quang		62 đến 73
Đèn hỗn hợp thủy ngân		80
Đèn hơi thủy ngân cao áp (HPMV)		72
Halogen kim loại		64
Đèn hơi natri cao áp (HPSV)		64

Bảng 24. Bảng tính tiết kiệm năng lượng cho hệ thống chiếu sáng

Thông số	Đơn vị	Loại đèn cũ	Đèn LED thay thế
Công suất điện tiêu thụ (+ chấn lưu)	W/bóng		
Số giờ sử dụng trong ngày	giờ/ngày		
Số ngày sử dụng trong năm	ngày/năm		
Số lượng bộ đèn	bóng		
Điện năng tiêu thụ trong 1 năm	kWh/năm		
Lượng điện tiết kiệm được	kWh/năm		
Giá điện bình quân trong ngày	Đồng/kWh		
Tiền điện tiết kiệm trong 1 năm	Triệu Đồng		
Giá tiền bộ đèn	Triệu Đồng		
Tổng chi phí đầu tư	Triệu Đồng		
Thời gian hoàn vốn	Năm		

### 3.2.4. Các số liệu cần thu thập

- Bước 1: Lập bảng thống kê hệ thống chiếu sáng và máy biến áp ở điều kiện theo mẫu điển hình sau.

*Bảng 25. Công suất danh nghĩa, số lượng và tình trạng sử dụng*

STT	Địa điểm nhà máy	Loại thiết bị chiếu sáng và chấn lưu	Công suất danh nghĩa của đèn và chấn lưu	Số lượng	Sử dụng /CaI/II/III/ngày
1					
2					
3					

*Bảng 26. Máy biến thế chiếu sáng /mô tả công suất danh nghĩa và số lượng*

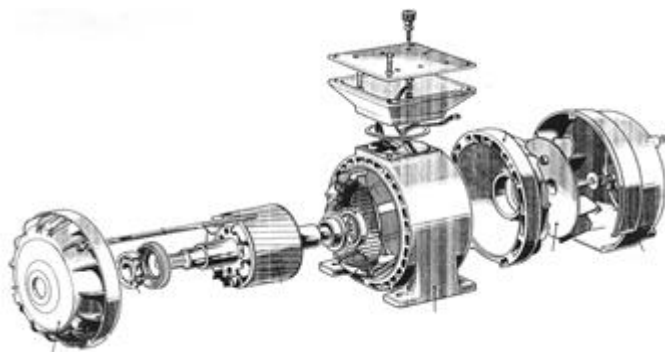
STT	Địa điểm nhà máy	Công suất danh nghĩa của máy biến thế chiếu sáng (kVA)	Số lượng được lắp đặt	Điều kiện đo đặc V/A/kW/điện năng
1				
2				
3				

- Bước 2: Với sự trợ giúp của lux kế, hãy tiến hành đo đặc và cung cấp tư liệu về mức lux ở các địa điểm nhà máy/tòa nhà khác nhau ở chế độ làm việc
- Bước 3: Đo và ghi lại mức tiêu thụ điện và điện áp ở các điểm đầu vào khác nhau, cụ thể là bảng phân phối hoặc máy biến áp chiếu sáng
- Bước 4: So sánh giá trị lux đo được với tiêu chuẩn quy định. Sử dụng những giá trị đó làm tham chiếu và xác định vị trí của các khu vực được chiếu sáng ít và các khu vực được chiếu sáng nhiều
- Bước 5: Phân tích tỷ lệ hỏng hóc và tuổi thọ thực của đèn và chấn lưu từ các dữ liệu trước
- Bước 6: Dựa vào các đánh giá và ước lượng kỹ lưỡng, có thể đưa ra một số giải pháp tiết kiệm năng lượng.

### 3.3. Động cơ

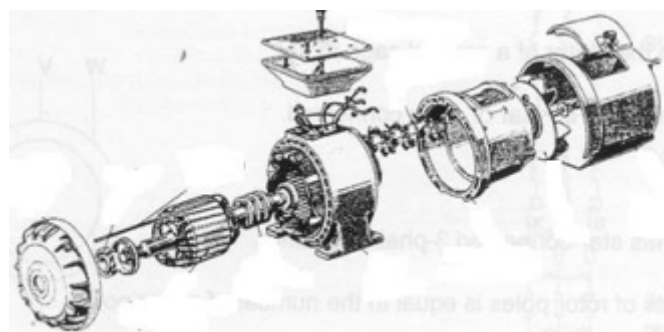
#### 3.3.1. Giới thiệu

Động cơ điện là thiết bị tiêu thụ nhiều điện năng và có chức năng chuyển hóa điện năng thành cơ năng. Hai loại động cơ điện được sử dụng phổ biến nhất Việt Nam là động cơ roto lồng sóc và động cơ roto dây quấn.



Hình 20. Động cơ lồng sóc

Ưu điểm của động cơ lồng sóc là cấu tạo đơn giản, giá thành rẻ, vận hành dễ dàng, phí bảo trì bảo dưỡng thấp, làm việc tin cậy.



Hình 21. Động cơ dây quấn

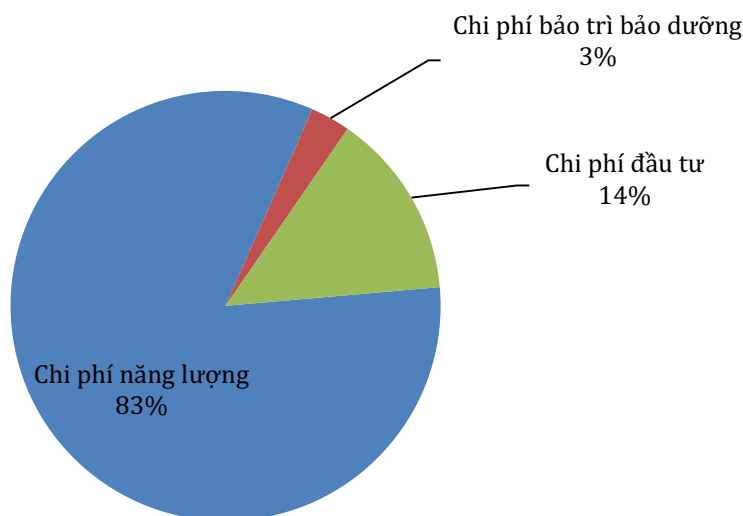
Dưới đây là đặc tính, ứng dụng của động cơ.

Bảng 27. Các loại tải động cơ cơ bản

Loại tải	Mô tả	Ví dụ
Mômen không đổi	Năng lượng đầu ra thay đổi nhưng mômen của động cơ không đổi	Băng truyền, lò xoay, máy bơm chân không...
Mômen thay đổi	Mômen thay đổi theo bình phương của tốc độ vận hành	Máy bơm ly tâm, quạt...
Tải cố định	Mômen thay đổi tỷ lệ nghịch với tốc độ	Máy công cụ...

### 3.3.2. Mô tả dòng năng lượng

Chi phí vận hành và đầu tư một động cơ được thể hiện trong biểu đồ sau:



Hình 22. Chi phí vận hành và đầu tư động cơ

Nguồn: Dự án PECSME

Sơ đồ trên cho thấy chi phí năng lượng chiếm hơn 80% tổng chi phí toàn vòng đời của động cơ. Vì vậy, tối ưu hóa việc sử dụng động cơ sẽ giúp giảm đáng kể chi phí vận hành của động cơ.

### 3.3.3. Các giải pháp tiết kiệm năng lượng

Các giải pháp tiết kiệm năng lượng khi vận hành động cơ được tóm tắt như sau:

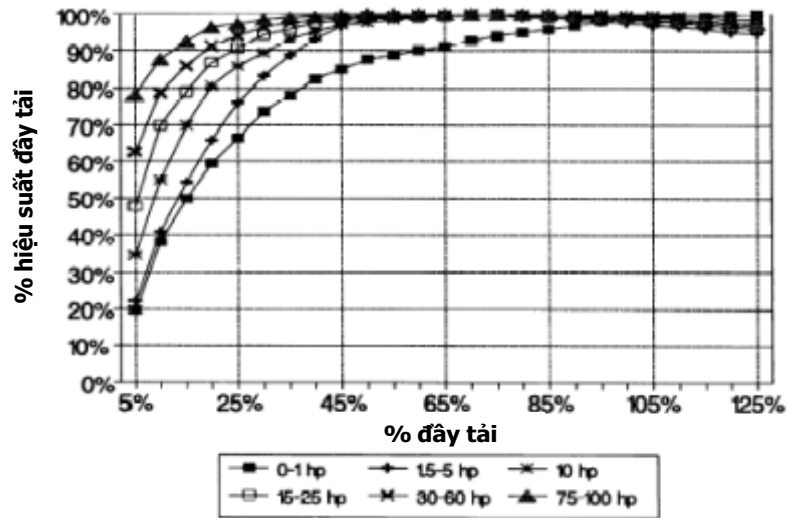
- Lựa chọn động cơ phù hợp
- Giảm thời gian vận hành non tải của thiết bị
- Sử dụng động cơ hiệu suất cao
- Lắp biến tần cho động cơ
- Tối ưu hóa công suất vận hành của thiết bị, đảm bảo thiết bị luôn vận hành ở hiệu suất cao nhất
- Tối ưu hóa chế độ vận hành của thiết bị.

#### 3.3.3.1. Chọn lựa động cơ phù hợp

Động cơ non tải: lựa chọn động cơ có công suất lớn hơn nhu cầu sẽ làm giảm hiệu suất hoạt động của động cơ

Việc lựa chọn động cơ phù hợp nên dựa vào đồ thị hiệu suất và phần trăm đầy tải. Hiệu suất động cơ có thể được tính như sau:

$$\text{Hiệu suất động cơ (\%)} = \text{Công suất cơ đầu ra} / \text{Công suất điện đầu vào} \times 100\%$$

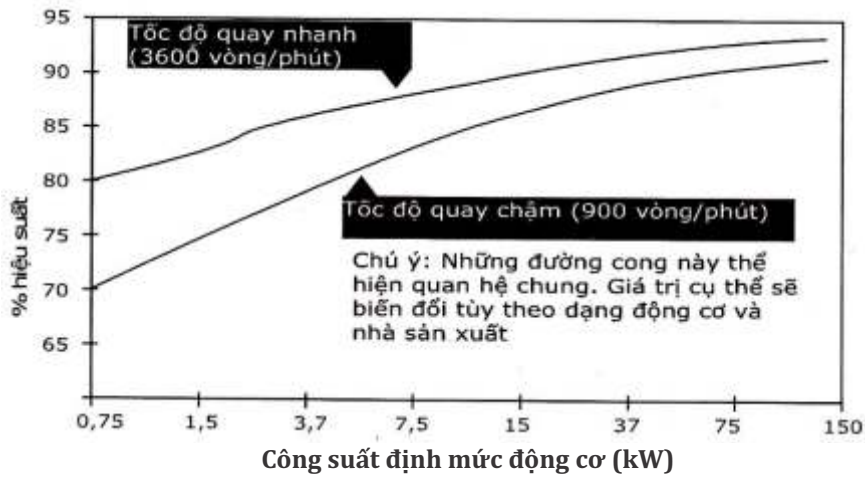


Hình 23. Hiệu suất và phần trăm tải

Nguồn: Asia Energy Efficiency

Hình trên cho thấy hiệu suất động cơ giảm đáng kể khi động cơ vận hành ở 30 – 40% tải định mức (% tải đo được khi động cơ vận hành).

Ngoài ra cùng một công suất định mức, động cơ có tốc độ quay nhanh hơn sẽ có hiệu suất cao hơn, như hình sau:



Hình 24. Hiệu suất theo tốc độ quay của động cơ rô-tô lồng sóc tiêu chuẩn

Nguồn: Dự án PECSME

Ví dụ: Tính toán lợi ích khi chọn lựa động cơ cho nhu cầu tải 7,5hp. Các thông số tính toán, kết quả tính toán và mức tiết kiệm được tóm tắt trong bảng dưới đây:



Bảng 28. Tính toán chi phí vận hành động cơ lựa chọn

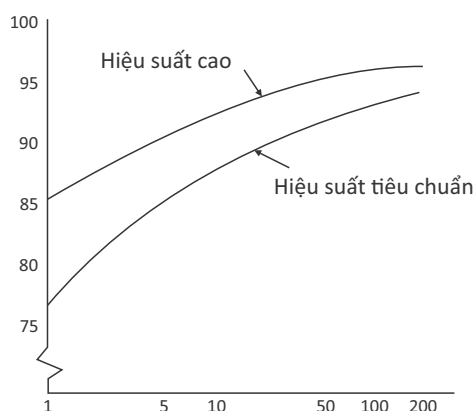
Yêu cầu			
(1) Công suất (cơ) cần	hp	7,5	
Phương án lựa chọn			
		(A)	(B)
(2) Công suất lựa chọn	hp	15	10
(3) Hiệu suất động cơ đầy tải	%	86,3%	86,0% <i>Tra theo catalogue</i>
(4) Hệ số tải	%	50%	75% (1) / (2)
(5) Hiệu suất suy giảm	%	98,0%	100% <i>Tra theo đồ thị % tải và hiệu suất</i>
(6) Hiệu suất hoạt động	%	84,6%	86,0% (3) x (5)
(7) Số giờ vận hành hàng năm	giờ/năm	7.920	7.920 <i>Tính theo thời gian hoạt động thực tế</i>
(8) Giá điện bình quân	VND/kWh	1.671	1.671 <i>Tính theo giá điện trung bình</i>
Kết quả			
(9) Công suất hoạt động	kW	6,62	6,51 (2) x 0,746 x (4) / (6)
(10) Tiêu thụ điện hàng năm	kWh	52.395	51.526 (7) x (9)
(11) Chi phí hàng năm	VND	87.551.754	86.100.024 (8) x (10)
(12) Chênh lệch chi phí vận hành	VND/năm		1.451.730 (A) - (B)

Bài toán trên cho thấy khi chọn lựa động cơ phù hợp với nhu cầu tải sẽ tiết kiệm được lượng điện tiêu thụ cũng như chi phí vận hành của động cơ.

### 3.3.3.2. Động cơ hiệu suất cao

Lợi ích khi chọn động cơ hiệu suất cao:

- Tăng khả năng vận hành và tuổi thọ của động cơ
- Giảm điện năng tiêu thụ, giảm chi phí vận hành
- Giảm ảnh hưởng đến chất lượng điện năng, tăng hệ số công suất, ổn định tải.



Hình 25. Đồ thị so sánh giữa động cơ hiệu suất cao và động cơ thường

Nguồn: PE CSME

Chi phí của động cơ hiệu suất cao thường lớn hơn so với các động cơ tiêu chuẩn. Tuy nhiên, thời gian thu hồi vốn thường sẽ nhanh chóng thông qua việc giảm chi phí vận hành, đặc biệt trong các ứng dụng

mới hoặc thay thế động cơ cũ đang trong giai đoạn cuối của vòng đời hữu ích. Một điều cần lưu ý là việc thay thế động cơ hiện tại bằng động cơ hiệu suất cao có thể không có tính khả thi về tài chính nếu như vòng đời hữu ích của động cơ hiện tại chưa kết thúc. Do đó, việc thay thế được khuyến khích khi động cơ cũ không còn giá trị hữu ích.

Bảng 29. So sánh chênh lệch về hiệu suất và giá thành của hai loại động cơ

Công suất		Hiệu suất (%)			Giá thành (\$)		
HP	kW	Động cơ tiêu chuẩn	Động cơ hiệu suất cao	Chênh lệch	Động cơ tiêu chuẩn	Động cơ hiệu suất cao	Chênh lệch
5	3,7	38,3	87,3	4,6	344	448	104
7,5	5,5	85,2	89,5	4,8	494	647	153
10	7,5	86,0	89,4	3,8	614	780	166
15	11,0	86,3	90,4	4,5	811	1.042	231
20	15,0	88,3	92,0	4,0	1.025	1.268	243
25	18,5	89,3	92,5	3,5	1.230	1.542	312
30	22	89,5	92,6	3,3	1.494	1.824	330
40	30	90,3	93,1	3,0	1.932	2.340	408
50	37,5	91	93,4	2,6	2.487	2.881	394
60	45	91,7	94,0	2,4	3.734	4.284	550
75	55	91,6	94,1	2,7	4.773	5.520	747
100	75	92,1	94,7	2,6	5.756	6.775	1.019
125	100	92,0	94,7	2,9	7.425	9.531	2.106
150	120	93,0	95,0	2,1	9.031	11.123	2.092
200	150	93,8	95,4	1,7	10.927	13.369	2.442

Nguồn: Asia Energy Efficiency

Để hiểu rõ hơn về khả năng tiết kiệm về điện năng tiêu thụ cũng như chi phí hàng năm của động cơ hiệu suất cao so với động cơ hiệu suất chuẩn, có thể xem xét bài toán sau:

Bảng 30. So sánh lợi ích cho việc đầu tư động cơ

Yêu cầu		Tính toán		
Công suất động cơ	hp	30	50	75
Số giờ vận hành hàng năm	giờ/năm	7.920	7.920	7.920
Hệ số đầy tải	%	80	80	80
Giá điện bình quân	VND/kWh	1.671	1.671	1.671
<b>Phương án lựa chọn</b>				
Hiệu suất động cơ hiệu suất cao	%	92,6	93,4	94,1
Hiệu suất động cơ thường	%	89,5	91,0	91,6
Chênh lệch giá thành	VND	5.280.000	6.304.000	11.952.000
<b>Kết quả</b>				
Tiết kiệm điện hàng năm	kWh	5.892	7.603	11.880
Tiết kiệm chi phí hàng năm	VND	9.846.334	12.704.947	19.851.480
Thời gian thu hồi vốn	tháng	6,4	6,0	7,2

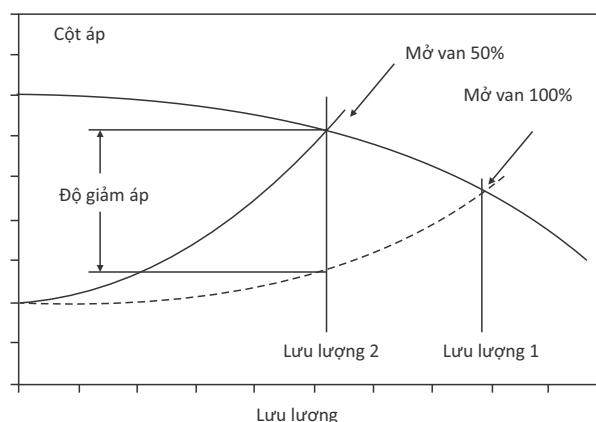
Có thể thấy rằng nếu lựa chọn động cơ hiệu suất cao, ví dụ như động cơ có công suất 50Hp như trên so với động cơ thường thì có thể tiết kiệm được hàng năm là 7.603 KWh/năm, tương đương khoảng 13 triệu Đồng/năm và thời gian thu hồi vốn ngắn hơn.

### 3.3.3.3. Lắp biến tần điều chỉnh tốc độ (VSD)

Đối với bơm và quạt: hệ thống van và cửa gió không được mở hoàn toàn khi vận hành do thiết kế dư công suất hay trong quá trình sử dụng lưu lượng của lưu chất cần thay đổi theo hiện trạng sản xuất.

**Tốc độ động cơ được điều khiển như sau:**

- Công suất cơ đầu ra được điều khiển theo chu kỳ hoặc ON/OFF theo yêu cầu công suất đầu ra
- Trong hệ thống bơm quạt, dòng lưu chất được điều chỉnh thay đổi bằng cách cho động cơ hoạt động ở tốc độ định mức và điều khiển các van đầu vào hoặc đầu ra. Do đó, làm thay đổi đường cong đặc tính của bơm quạt. Trong phương pháp điều chỉnh lưu lượng này, công suất bơm không thay đổi trong khi lưu lượng giảm, gây ra sự tăng trở lực. Hình dưới minh họa sự dịch chuyển đường cong đặc tính bơm khi van mở một nửa
- Một số động cơ và thiết bị truyền động sử dụng các khớp nối cơ khí và hợp số để điều chỉnh tốc độ.



Hình 26. Đặc tính bơm khi dùng van tiết lưu

Nguồn: Asia Energy Efficiency

Bộ VSD có tác dụng nâng cao hiệu suất sử dụng năng lượng bằng cách cân bằng tốc độ quay của động cơ với sự biến đổi của phụ tải.

Mối tương quan giữa lưu lượng, công suất và tốc độ quay của động cơ như sau:

$$Q_2 = Q_1 \left( \frac{N_2}{N_1} \right) \quad P_2 = P_1 \left( \frac{N_2}{N_1} \right)^3$$

Q: Lưu lượng, P: Công Suất, N: Tốc Độ

Có thể thấy công suất động cơ tiết kiệm được càng lớn khi tốc độ quay càng giảm. Bảng sau thể hiện sự tương quan giữa tốc độ quay của động cơ, dòng chảy đầu ra và công suất của các máy ly tâm.

Bảng 31. Tương quan tốc độ quay, dòng chảy và công suất yêu cầu

Tốc độ quay	Dòng chảy	Công suất yêu cầu
100%	100%	100%
90%	90%	73%
80%	80%	50%
70%	70%	34%

60%	60%	22%
50%	50%	13%
40%	40%	6%
30%	30%	3%

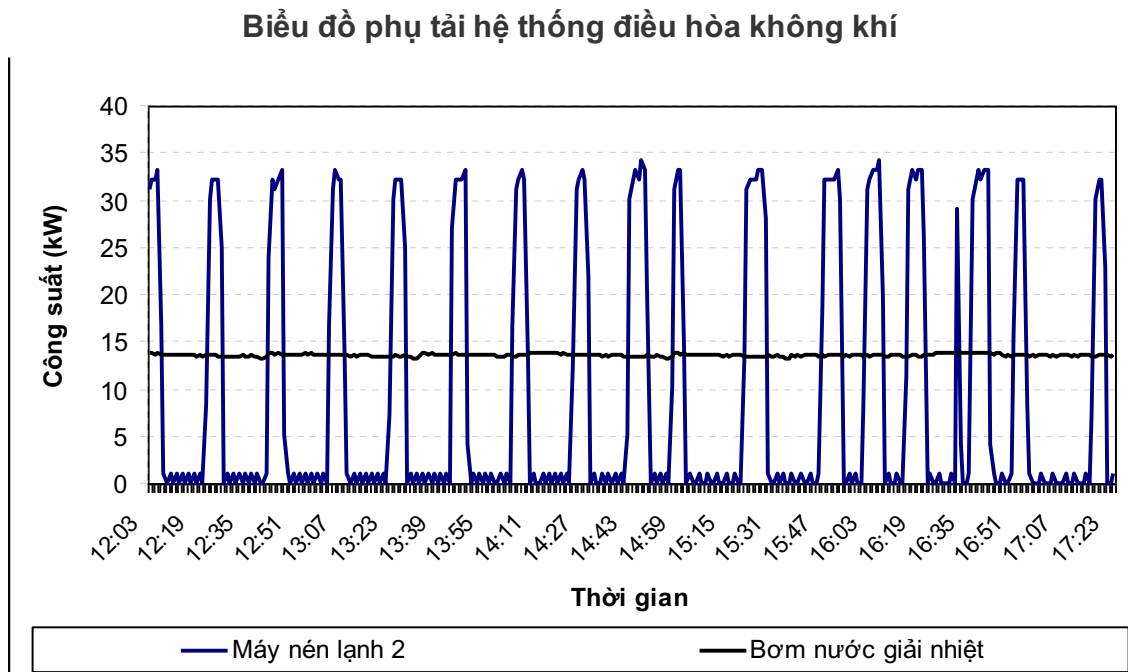
Nguồn: PECSME

Điều khiển VSD được ứng dụng tốt trong các trường hợp sau:

- Khi có yêu cầu về thay đổi tốc độ/lưu lượng lưu chất: hệ thống có van tiết lưu, van bypass
- Khi công suất thiết bị lớn hơn nhiều so với dòng tải cần thiết
- Hệ thống có dòng chảy điều khiển bật, tắt theo chu kỳ.

#### 3.3.3.4. Tối ưu hoạt động của động cơ

Dựa vào biểu đồ phụ tải: Xét ví dụ dưới đây, biểu đồ phụ tải của hệ thống máy nén và bơm nước giải nhiệt, có thể thấy máy nén hoạt động không liên tục trong khi bơm nước giải nhiệt hoạt động liên tục. Cho thấy hệ thống đang hoạt động chưa tối ưu.



Hình 27. Đồ thị phụ tải của máy lạnh

#### 3.3.4. Các số liệu cần thu thập

Xem xét chế độ vận hành hiện tại của hệ thống cần khảo sát, cần thu thập các thông tin cần thiết sau:

- Biểu đồ phụ tải: công suất hoạt động so với định mức, sự thay đổi công suất, thời gian vận hành
- Phương thức điều khiển thiết bị
- Thông số ảnh hưởng đến chế độ vận hành.

Bảng thu thập số liệu động cơ có thể được tham khảo dưới đây:

Bảng 32. Thu thập số liệu động cơ

STT		1	2	...
- Tên gọi				
- Mã hiệu				
- Công suất định mức (động cơ)	kW/hp			
- Hiệu suất (động cơ)	%			
- Tốc độ định mức	vòng/phút			
- Tốc độ sơ cấp	vòng/phút			
- Tốc độ thứ cấp	vòng/phút			
- Điện áp	V			
- Dòng điện	A			
- Cos (j )				
- Công suất hoạt động	kW			
- Thời gian vận hành	giờ/năm			
- Cơ chế điều khiển (độ mở van, VSD)				
- Ghi chú				

## 3.4. Quạt

### 3.4.1. Giới thiệu chung

Dựa vào áp suất làm việc, thiết bị vận chuyển không khí được phân loại như sau :

- Quạt: vận hành với áp suất cao nhất khoảng 1,4mH<sub>2</sub>O
- Máy thổi: vận hành ở áp suất khoảng 1,4mH<sub>2</sub>O - 14mH<sub>2</sub>O
- Máy nén khí: vận hành với áp suất cao hơn 14mH<sub>2</sub>O.

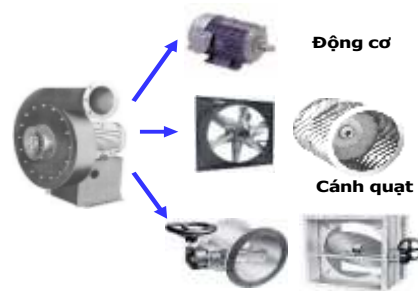
Có hai loại quạt công nghiệp như sau :

- Quạt gió hướng trục: làm việc với lưu lượng cao, áp suất thấp
- Quạt gió ly tâm: làm việc với lưu lượng thấp, áp suất cao (thông thường  $\Delta p < 2,04\text{mH}_2\text{O}$ ).

#### 3.4.1.1. Hệ thống quạt

Hệ thống quạt bao gồm các thành phần chính :

- Động cơ
- Cánh quạt
- Van, cửa gió điều khiển lưu lượng.



#### 3.4.1.2. Điều khiển lưu lượng

Các phương pháp thường được sử dụng để điều khiển lưu lượng quạt gồm:

- Tuần hoàn: một phần lưu lượng không khí được tuần hoàn về đầu vào của quạt
- Cửa gió: sử dụng để giảm bớt lưu lượng không khí ở đầu vào hoặc đầu ra của quạt
- Lưu lượng thay đổi: tốc độ động cơ cố định nhưng tốc độ cánh quạt được thay đổi sử dụng hệ thống ly hợp
- Biến tần: bộ điều khiển biến tần được sử dụng để thay đổi tốc độ động cơ và quạt.

#### 3.4.1.3. Thông số cơ bản của quạt:

- Công suất của quạt:

$$P = Q \frac{\Delta p}{1000 \cdot h}$$

*P: Công suất (kW)*

*Δp: Độ chênh áp (Pa):*

*Q: Lưu lượng (m<sup>3</sup>/s):*

*(h là hiệu suất (<0,85). Chênh áp càng cao hiệu suất càng thấp)*

### Hiệu suất của hệ thống quạt:

Bảng 33. Hiệu suất của hệ thống quạt

Kiểu quạt	Hiệu suất nhỏ nhất	Hiệu suất cao nhất
Quạt ly tâm có lưỡi cánh lõm	75%	86%
Quạt ly tâm có lưỡi cánh lồi	50%	73%
Quạt ly tâm có lưỡi thẳng	50%	60%
Quạt chong chóng trong ống	60%	86%

Nguồn: PECSME

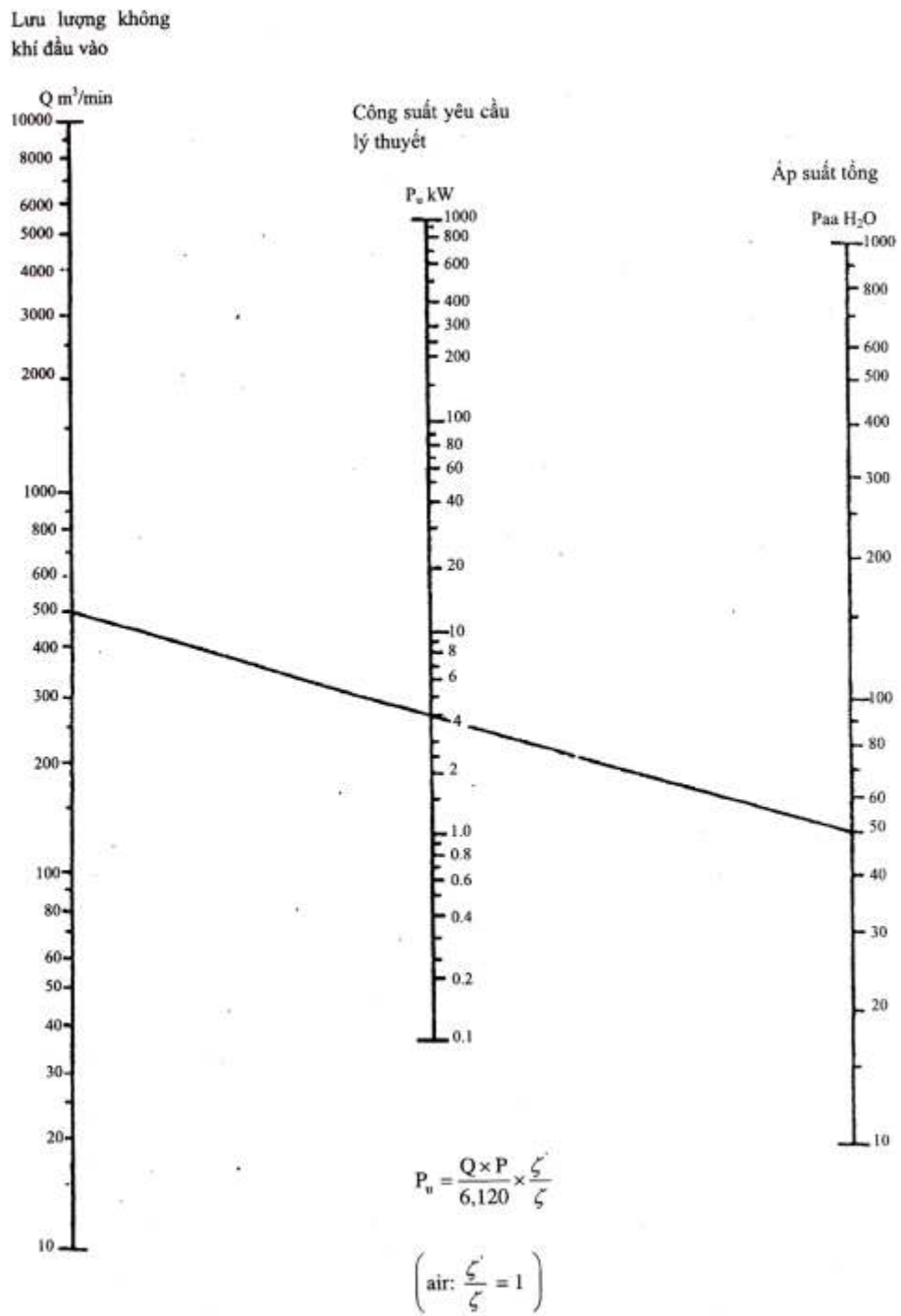
$$h = h_{\text{quạt}} \cdot h_{\text{hệ thống dẫn}} \cdot h_{\text{motor}}$$

$h_{\text{quạt}}$ : bằng quan hệ giữa công suất tiêu thụ lý thuyết và công suất tiêu thụ thực tế tại cùng một điểm làm việc có trong biểu đồ sản xuất của nhà sản xuất.

$h_{\text{hệ thống dẫn}}$ : hệ thống truyền dẫn bằng dây curoa có công suất hơn 10 kW có hiệu suất ít nhất là 95%. Tổn thất do truyền dẫn có thể bỏ qua nếu với hệ thống dẫn động trực tiếp

$H_{\text{motor}}$ : thông thường do nhà sản xuất cung cấp.

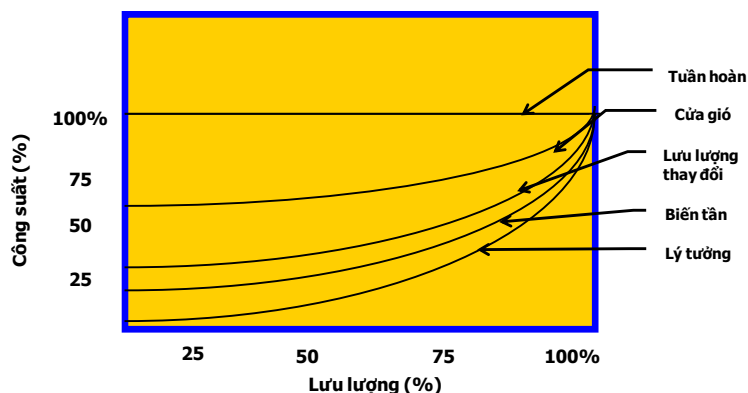
Công suất quạt lý thuyết có thể được tính theo biểu đồ sau:



Hình 28. Tính công suất quạt theo biểu đồ

Nguồn: Dự án PECSME





Hình 29. Tính công suất quạt li tâm

Ảnh hưởng của phương án điều khiển lưu lượng và hiệu suất hệ thống thể hiện trong bảng sau:

Bảng 34. Tốc độ quạt và Lưu lượng

Tốc độ quạt (Vòng/phút)	Lưu lượng (%)
800	55
900	62
1.000	69
1.100	76
1.200	83
1.450	100

Nguồn: PECSME

Bảng 35. Công suất và Tốc độ quạt

Tốc độ quạt (Vòng/phút)	Công suất (% định mức)
800	17
900	24
1.000	33
1.100	44
1.200	57
1.450	100

Nguồn: PECSME

Bảng 36. Phần trăm công suất tiêu thụ ứng với phần trăm lưu lượng

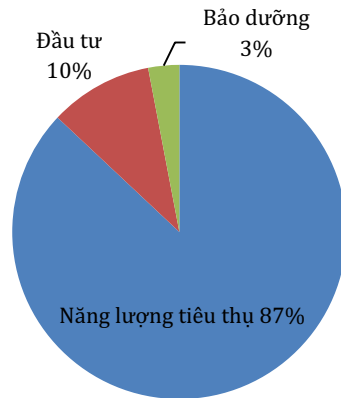
Lưu lượng (%)	Cửa gió đầu ra (%)	Cửa gió đầu vào (%)	Biến tần (%)
100	81	78	83
90	61	74	81
80	44	58	80
70	31	42	76
60	21	28	70
50	14	18	66

Nguồn: PECSME

### 3.4.2. Mô tả dòng năng lượng

#### 3.4.2.1. Sơ đồ chi phí của quạt

Chi phí vận hành và đầu tư một quạt gió được thể hiện trong biểu đồ sau:

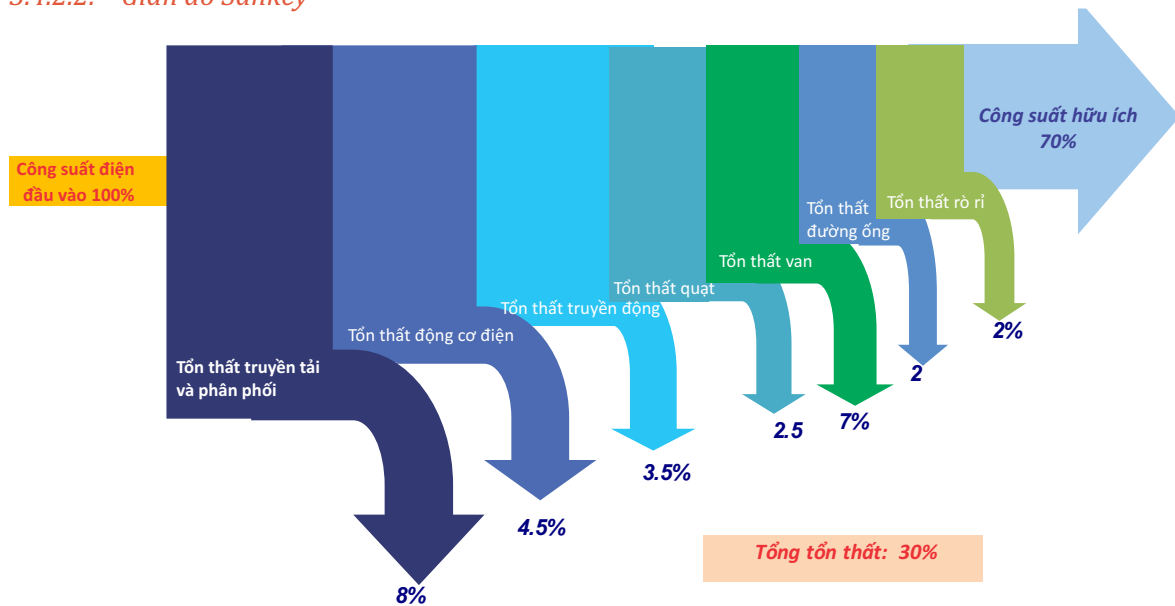


Hình 30. Chi phí vận hành và đầu tư quạt gió

Nguồn: PECSME

Biểu đồ trên cho thấy chi phí năng lượng chiếm đến 87% tổng chi phí toàn vòng đời của quạt. Vì vậy, tối ưu hóa việc sử dụng quạt sẽ giúp giảm đáng kể chi phí vận hành.

#### 3.4.2.2. Giảm đồ Sankey



Hình 31. Biểu đồ Sankey của quạt

Nguồn: Enerteam

Có thể thấy năng lượng cung cấp cho quạt với phần hữu ích chỉ khoảng 70%, còn lại bị tổn thất theo nhiều dạng khác nhau chủ yếu qua van, rò rỉ, đường ống, kết cấu quạt...

### 3.4.3. Các giải pháp tiết kiệm năng lượng

#### 3.4.3.1. Lựa chọn quạt theo đúng yêu cầu

- Các lưu ý khi lựa chọn quạt:
  - Độ ồn
  - Tốc độ quay

- Tính chất dòng không khí
- Dải nhiệt độ
- Phạm vi vận hành
- Các hạn chế về không gian và bố trí hệ thống
- Chi phí đầu tư/vận hành và tuổi thọ quạt.
- Tránh mua quạt thừa tải:
  - Không vận hành được tại hiệu suất cao nhất (BEP)
  - Gặp rủi ro vận hành không ổn định
  - Độ ồn dòng khí cao.

### 3.4.3.2. Giảm trở lực hệ thống

Trở lực hệ thống tăng sẽ làm giảm hiệu suất quạt, cần:

- Kiểm tra định kỳ
- Kiểm tra sau khi sửa chữa hệ thống
- Giảm trở lực trong hệ thống: di dời các kênh dẫn không cần thiết, loại bỏ các đoạn gấp khúc...

### 3.4.3.3. Vận hành gần với điểm hiệu suất cao nhất (BEP)

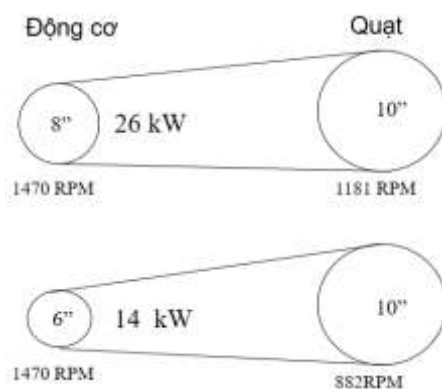
- Hiệu suất cao nhất (BEP - Best Efficiency Point)
- Thông thường gần với năng suất định mức
- Vận hành càng xa BEP càng làm giảm hiệu suất và gây tổn thất năng lượng.

### 3.4.3.4. Bảo trì quạt thường xuyên

- Kiểm tra định kỳ tất cả các thành phần hệ thống quạt
- Bôi trơn và thay thế ổ trục nếu cần
- Sửa chữa động cơ và thay thế nếu cần
- Vệ sinh quạt.

### 3.4.3.5. Điều chỉnh lưu lượng quạt theo đúng yêu cầu

- Thay đổi bánh đai: giảm kích cỡ bánh đai trên động cơ nhằm giảm tốc độ và năng lượng tiêu thụ.



Hình 32. Giảm tốc độ động cơ bằng phương pháp giảm đường kính bánh động

- Bộ dẫn động thay đổi tốc độ (VSD): giảm tốc độ quạt phù hợp với sự thay đổi lưu lượng dòng khí (gió)
  - Phân loại: kiểu cơ khí, kiểu điện - điện tử
  - Ưu điểm:
    - o Điều chỉnh tốc độ hiệu quả nhất
    - o Tốc độ được điều chỉnh trong 1 dải liên tục
    - o Hiệu suất vận hành cao.
  - Nhược điểm: chi phí đầu tư cao.

#### 3.4.3.6. Nhiều quạt lắp song song (thay vì 1 quạt công suất lớn)

- Ưu điểm
  - o Hiệu suất cao khi tải thay đổi rộng
  - o Tránh rủi ro chết máy
  - o Rẻ hơn và đặc tính tốt hơn so với 1 quạt lớn
  - o Kết hợp được với các phương pháp điều chỉnh lưu lượng khác.
- Nhược điểm: Chỉ thích hợp với hệ thống có trở lực thấp.

#### 3.4.3.7. Vận hành nhiều quạt lắp nối tiếp

- Ưu điểm
  - o Áp suất trung bình của kênh dẫn môi chất thấp hơn
  - o Độ ồn thấp hơn
  - o Yêu cầu thấp hơn về kết cấu và trang bị phụ trợ
  - o Thích hợp với hệ thống có kênh dẫn dài, trở lực lớn.
- Nhược điểm: Không phù hợp cho hệ thống có trở lực thấp.

### 3.4.4. Các số liệu cần thu thập

Số liệu cần thu thập của hệ thống quạt :

- Thông số thiết kế của quạt và động cơ, ống gió, gồm:
  - Công suất định mức, lưu lượng tối đa
  - Cách thức điều khiển lưu lượng, độ đóng mở của cửa gió...
- Công suất hoạt động của động cơ:
  - Công suất điện trung bình (kW)
  - Động cơ 1 pha hay 3 pha...
- Tốc độ động cơ và tốc độ quạt.
- Thu thập các thông số kỹ thuật, dữ liệu thử nghiệm đặc tính được cam kết, các đường cong đặc tính, sơ đồ hệ thống.

Phương pháp đo:

- Đo công suất điện

- Đo bằng tay các dụng cụ cơ khí như máy đo gió, ống Pitot, chỉ thị nhiệt độ, áp kế.

*Bảng 37. Bảng thu thập số liệu hệ thống quạt*

STT		1	2	3
- Tên gọi				
- Mã hiệu				
- Loại lưu chất				
- Lưu lượng lưu chất định mức	m <sup>3</sup> /h			
- Hiệu suất (bơm, quạt)	%			
- Áp suất đầu hút	bar (Kg/cm <sup>2</sup> )			
- Áp suất đầu đẩy	bar (Kg/cm <sup>2</sup> )			
- Tốc độ lưu chất	m/s			
- Kích thước ống	mm			
- Lưu lượng lưu chất thực tế	m <sup>3</sup> /h			
- Thời gian vận hành	giờ/năm			
- Cơ chế điều khiển (độ mở van, VSD)				
- Ghi chú				

## 3.5. Bơm

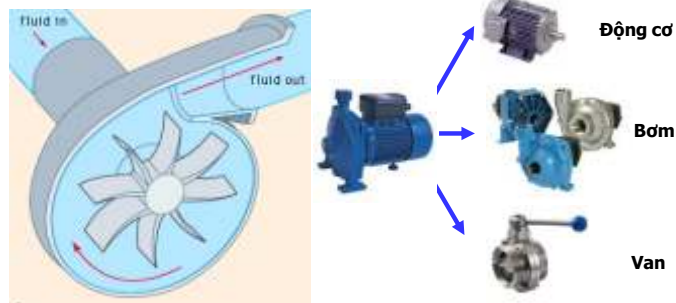
### 3.5.1. Giới thiệu chung

#### 3.5.1.1. Phân loại bơm:

- Bơm thể tích: lưu lượng thấp, áp suất cao (Piston, Bánh răng, Trục vít, Roto)
- Bơm cánh dẫn: lưu lượng cao, áp suất thấp (Ly tâm, Hướng trục).

#### 3.5.1.2. Hệ thống bơm:

- Động cơ
- Bơm
- Van điều khiển lưu lượng.
- Hệ thống đường ống



#### 3.5.1.3. Các thông số cơ bản:

- Công suất bơm:

$$P = \frac{p \cdot Q \cdot H}{102 \cdot h}$$

$P$  - công suất (kW)

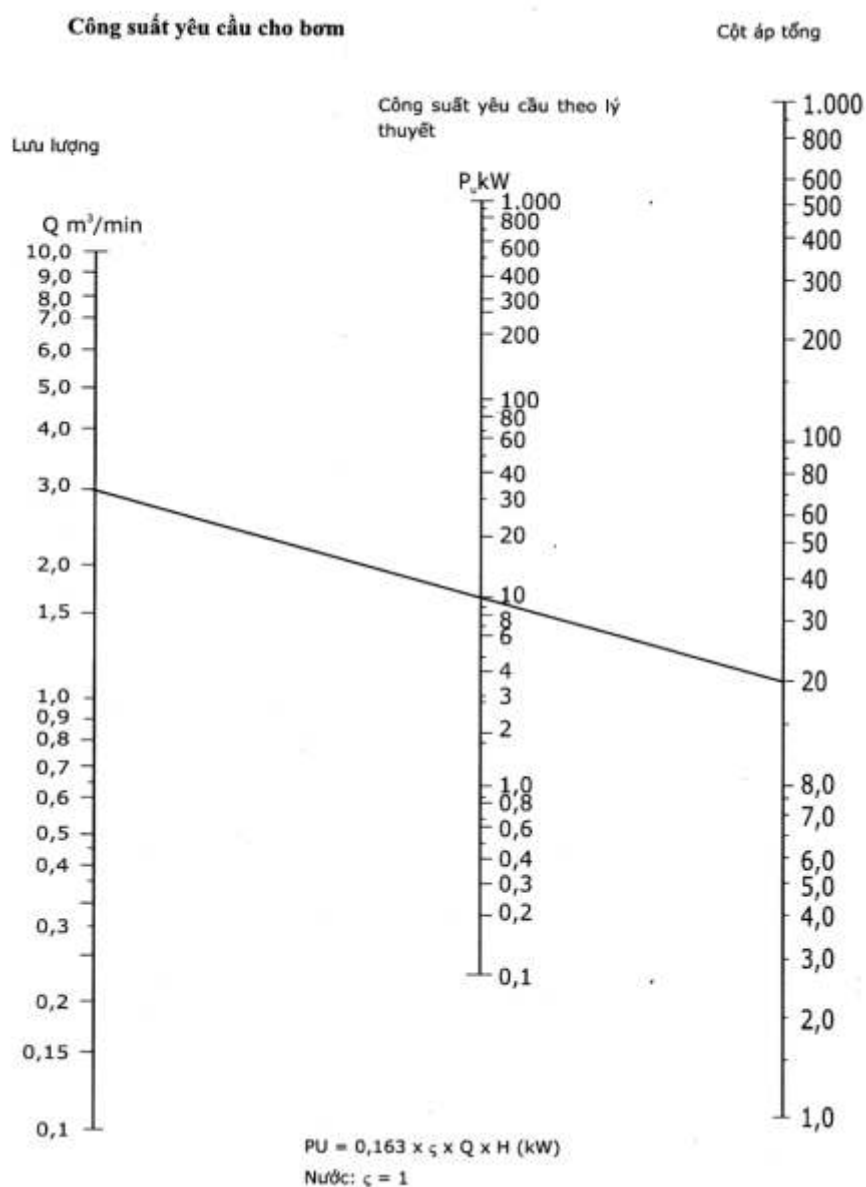
$H$  - Cột áp (m)

$Q$  - Lưu lượng ( $m^3/s$ )

$r$  - Khối lượng riêng ( $kg/m^3$ ),

$h$ : Hiệu suất bơm (0,7 - 0,85)

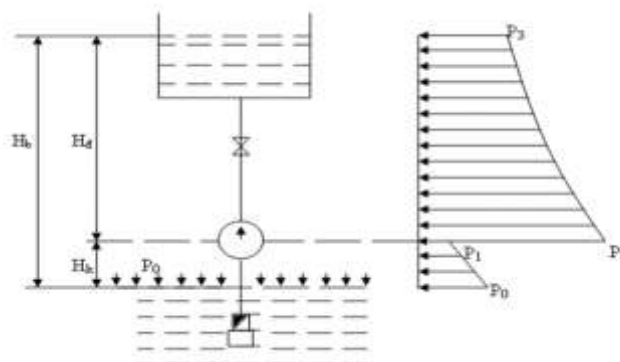
Công suất bơm tra từ đồ thị như sau:



Hình 33. Xác định công suất máy bơm

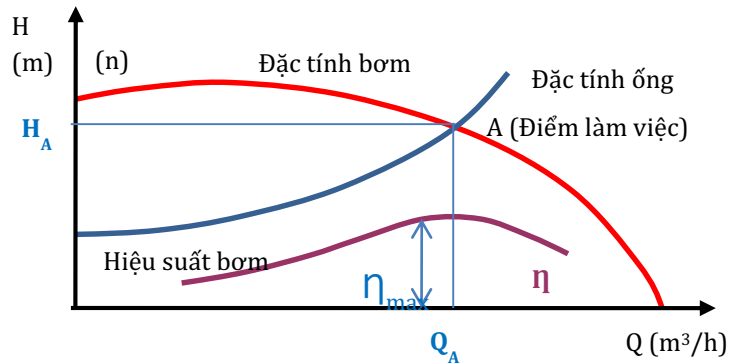
Nguồn: Dự án PECSME

- Cột áp bơm (H, m): cột áp bơm bao gồm chênh lệch áp suất thủy tĩnh, chênh lệch độ cao, và các trở lực trên hệ thống đường ống



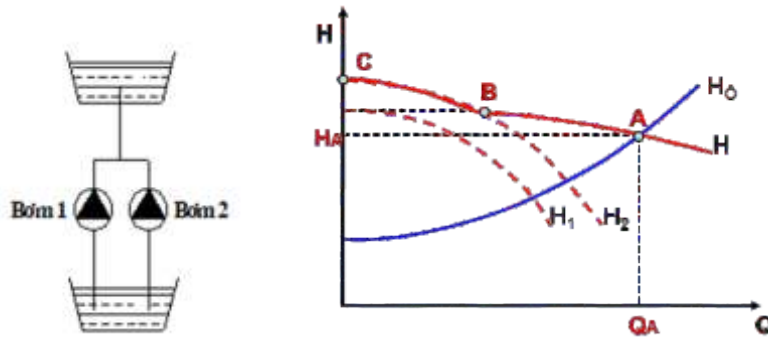
Hình 34. Các thông số của hệ thống bơm

Xác định điểm làm việc trên đường đặc tính bơm: Điểm làm việc phù hợp là giao điểm giữa đường đặc tuyến bơm và đặc tuyến đường ống.



Hình 35. Đường đặc tính và điểm làm việc cơ bản của bơm

- Hệ thống bơm vận hành song song



Hình 36. Sơ đồ ghép bơm song song và điểm làm việc của hệ thống

- Cột áp của hệ thống có giá trị bằng cột áp của từng bơm

$$H = H_1 = H_2$$

- Lưu lượng hệ thống có giá trị bằng lưu lượng tổng của các bơm

$$Q_T = Q_1 + Q_2$$

#### 3.5.1.4. Điều khiển lưu lượng bơm

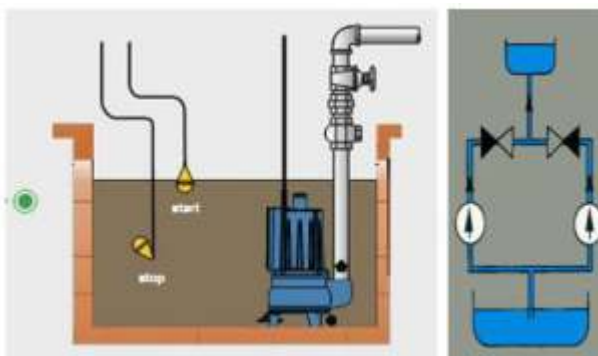
Các phương pháp điều chỉnh lưu lượng bơm được minh họa trong hình dưới đây:



Hình 37. Các phương pháp điều khiển lưu lượng bơm

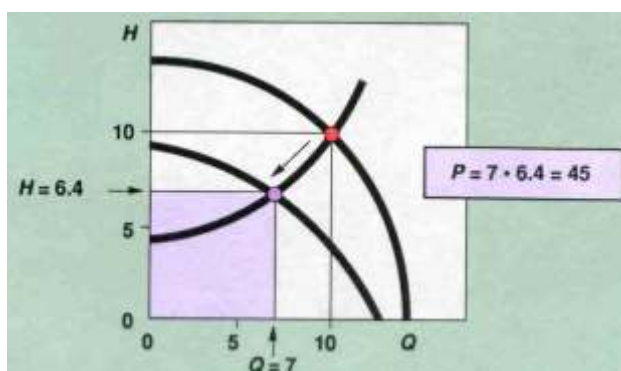
- Điều chỉnh đặc tính đường ống bằng van (giữ nguyên đặc tính bơm)
  - Van tiết lưu: Giảm áp suất trong hệ thống, thay đổi đặc tính của hệ thống, giảm hiệu suất bơm (A)
  - Tuần hoàn: đây là phương án điều khiển không tiết kiệm (B)





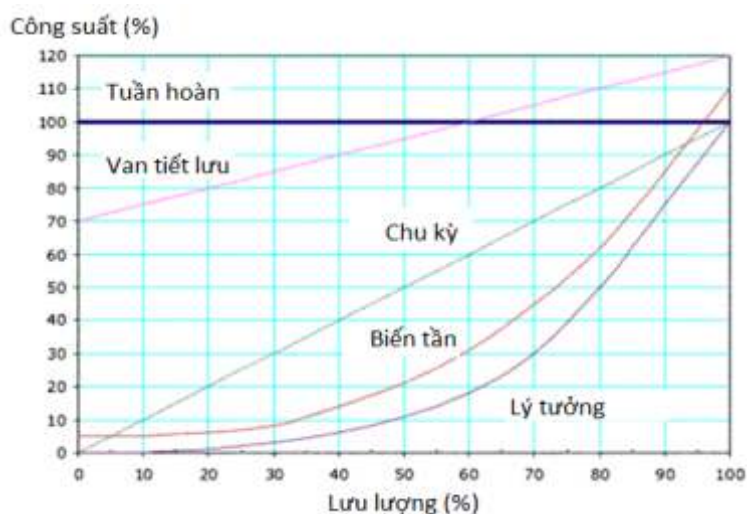
Hình 38. Điều khiển bơm ON/OFF theo nhu cầu

- Điều chỉnh đặc tính bơm (giữ nguyên đặc tính đường ống) (C, D)
- Sử dụng biến tần cho động cơ: thay đổi lưu lượng và áp suất linh hoạt, tiết kiệm điện.



Hình 39. Điểm làm việc của bơm khi sử dụng biến tần

- So sánh tiêu hao công suất bơm giữa các phương pháp điều chỉnh lưu lượng.



Hình 40. Tiêu hao công suất giữa các phương pháp điều khiển bơm

Đồ thị trên cho thấy, với cùng một lưu lượng bơm như nhau thì phương pháp điều khiển bằng biến tần (đường màu đỏ) có phần trăm tiêu thụ công suất thấp hơn nhiều so với các phương pháp điều khiển bằng van.

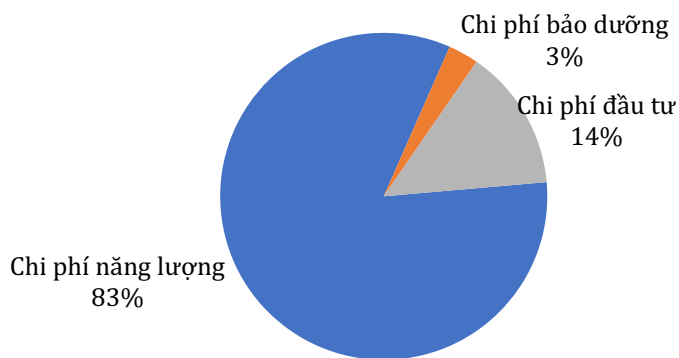
- Điều chỉnh lưu lượng cho hệ thống vòng kín:
  - Lưu lượng có thể thay đổi từ 20% đến 100% tốc độ động cơ.

- Bơm được thiết kế gần với điểm BEP tại lưu lượng 100%.
  - Trong toàn bộ dải thay đổi lưu lượng hoạt động gần BEP.
- Điều chỉnh lưu lượng cho hệ thống có cột áp tĩnh cao
  - Lưu lượng không thể điều chỉnh trong toàn bộ vùng làm việc
  - Sử dụng nhiều bơm để đáp ứng sự thay đổi của lưu lượng.

### 3.5.2. Mô tả dòng năng lượng

#### 3.5.2.1. Sơ đồ chi phí của hệ thống bơm

Chi phí vận hành và đầu tư hệ thống bơm được thể hiện trong đồ thị sau:

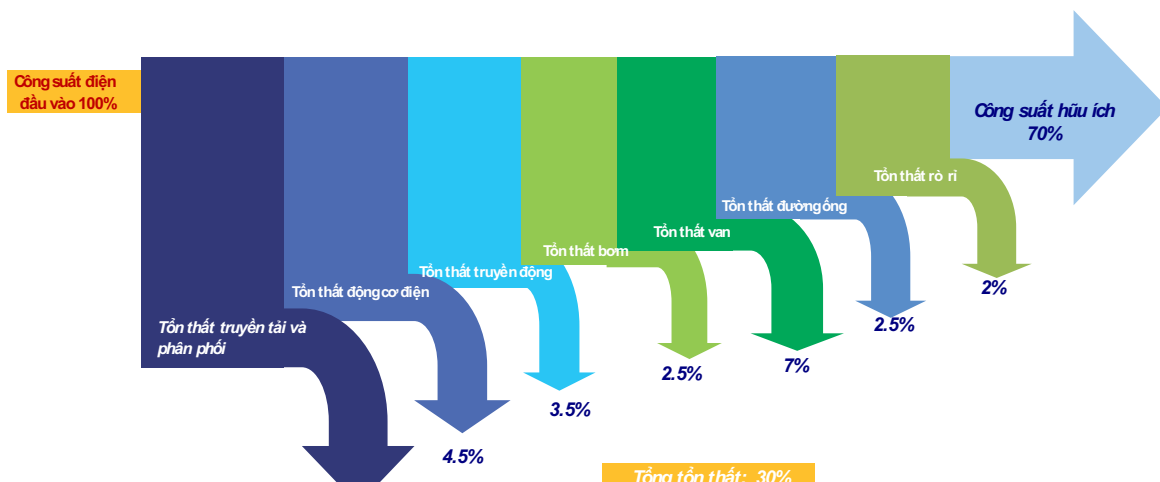


Hình 41. Chi phí vận hành và đầu tư bơm

Nguồn: PECSME

Theo sơ đồ trên, chi phí năng lượng chiếm hơn 80% tổng chi phí toàn vòng đời của bơm. Vì vậy, tối ưu hóa việc sử dụng bơm sẽ giúp giảm đáng kể chi phí vận hành.

#### 3.5.2.2. Giải đồ Sankey



Hình 42. Giải đồ Sankey điển hình của bơm

Nguồn: EnerTEAM

Theo giải đồ trên, năng lượng cung cấp cho bơm (tương tự quạt) với phần hữu ích chỉ khoảng 70%, còn lại bị tổn thất theo nhiều dạng khác nhau chủ yếu qua van, rò rỉ, đường ống, kết cấu bơm...

### 3.5.3. Các giải pháp tiết kiệm năng lượng

#### 3.5.3.1. Lựa chọn bơm theo đúng yêu cầu

Hệ thống bơm thường được thiết kế dư công suất do:

- Đảm bảo đáp ứng được nhu cầu khi vận hành
- Nhà cung cấp không có hệ thống bơm như yêu cầu
- Tận dụng hệ thống bơm sẵn có tại cơ sở.

Bơm thừa công suất sẽ ảnh hưởng đến điểm hoạt động tối ưu của hệ thống bơm như sau:

- Yêu cầu điều chỉnh lưu lượng phù hợp (dùng van tiết lưu hoặc đường by-pass)
- Tăng thêm cột áp
- Đặc tuyến hệ thống chuyển dịch sang trái
- Hiệu suất bơm giảm đi.

Giải pháp đối với bơm đã có sẵn:

- Dùng VSD hoặc bộ dẫn động 2 tốc độ
- Hạ thấp số vòng quay
- Dùng bánh động nhỏ hơn hoặc cắt bớt đường kính.

#### 3.5.3.2. Lựa chọn phương pháp điều chỉnh lưu lượng

- Tốc độ thay đổi trong 1 dải liên tục
- Giảm tiêu thụ điện
- Có 2 kiểu:
  - Kiểu cơ khí: khớp nối thuỷ lực, đai truyền điều chỉnh được
  - Điện - điện tử: Bộ biến tần (Variable Frequency Drives VFDs).

#### 3.5.3.3. Lắp bơm song song để thay đổi tải

- Lắp nhiều bơm song song để có thể ngừng 1 số bơm khi thấp tải.
- Không làm thay đổi đặc tuyến hệ thống
- Lưu lượng tổng nhỏ hơn tổng lưu lượng các bơm chạy riêng lẻ
- Nên ghép bơm có cùng đặc tính.

#### 3.5.3.4. Loại bỏ van tiết lưu điều chỉnh lưu lượng

Những ảnh hưởng của van tiết lưu gồm:

- Công suất sử dụng không giảm khi cột áp tăng
- Rung động và ăn mòn gây ra chi phí bảo trì cao và giảm tuổi thọ bơm.

#### 3.5.3.5. Loại bỏ điều chỉnh lưu lượng bằng by-pass

Đầu đẩy bơm được chia thành 2 dòng:

- Một đường ống cấp môi chất cho nơi tiêu thụ
- Đường ống thứ hai hồi môi chất về nguồn.

Phương pháp điều chỉnh lưu lượng này gây lãng phí năng lượng do 1 phần môi chất được bơm tuần hoàn vô ích.

#### 3.5.3.6. Điều chỉnh bơm bằng chạy/dừng

- Dừng bơm khi không cần thiết
- Bơm vào giờ thấp điểm.

#### 3.5.3.7. Gọt đường kính bánh động

- Thay đổi đường kính sẽ thay đổi tốc độ
- Một số lưu ý:
  - Không nên sử dụng với lưu lượng thay đổi
  - Không gọt đường kính quá 25%
  - Gọt đường kính đều mọi phía
  - Thay đổi bánh động có hiệu quả nhưng chi phí cao.

#### 3.5.3.8. Hoàn thiện hệ thống bơm

Giảm trở lực đường ống bằng 2 cách sau:

- Sử dụng đường ống có đường kính lớn
- Sử dụng chỗ uốn dài thay vì dùng chỗ uốn cong gấp khúc.

### 3.5.4. Các số liệu cần thu thập

Các bước để đánh giá hiệu suất bơm:

- Các thiết bị đo lường: thiết bị phân tích điện ba pha, áp kế, lưu lượng kế siêu âm
- Thu thập dữ liệu: Chi tiết nhãn động cơ, chi tiết nhãn bơm, bảng dữ liệu và các đặc tuyến, sơ đồ hệ thống bơm
- Các phép đo được thực hiện:
  - Đo công suất đầu vào động cơ (P1) bằng máy đo công suất ba pha.
  - Đo áp lực bơm đầu hút và đầu đẩy.
  - Đo áp suất và nhiệt độ đầu vào/ra của bơm.
- Đo lưu lượng. Nếu không đo được lưu lượng, có thể ước tính từ đặc tuyến Q & H của bơm
  - Quan sát và thảo luận được thực hiện tại hiện trường
  - Kiểm tra các van tiết lưu trong toàn bộ đường ống. Nếu van bị tiết lưu, đo áp lực đầu vào và đầu ra
  - Kiểm tra các dòng đi tắt trong hệ thống
  - Tìm số giờ vận hành của bơm và các thiết bị sử dụng.

Bảng 38. Bảng thu thập thông tin hệ thống bơm

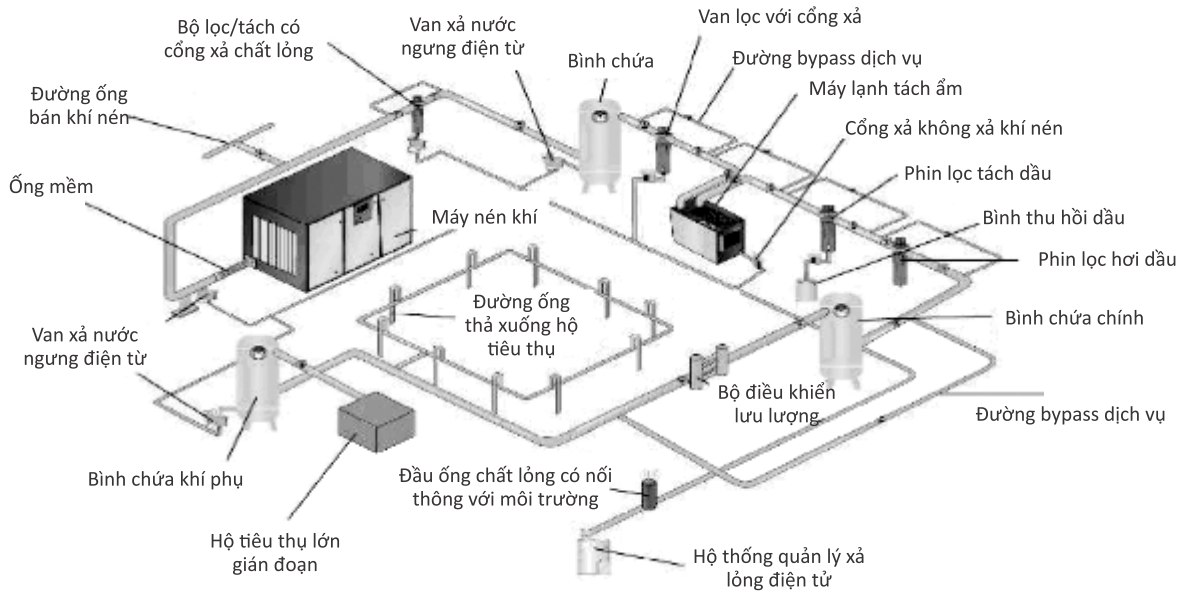
STT		1	2	3
- Tên gọi				
- Mã hiệu				
- Loại lưu chất				
- Lưu lượng lưu chất định mức	$m^3/h$			
- Hiệu suất (bơm, quạt)	%			
- Áp suất đầu hút	bar (Kg/cm <sup>2</sup> )			
- Áp suất đầu đẩy	bar (Kg/cm <sup>2</sup> )			
- Tốc độ lưu chất	m/s			
- Kích thước ống	mm			
- Lưu lượng lưu chất thực tế	$m^3/h$			
- Thời gian vận hành	giờ/năm			
- Cơ chế điều khiển (độ mở van, VSD)				
- Ghi chú				

### 3.6. Hệ thống khí nén

#### 3.6.1. Giới thiệu chung

Hệ thống khí nén thường được dùng trong hầu hết các ngành công nghiệp như hệ thống đóng gói bao bì, vận chuyển sản phẩm, vệ sinh công nghiệp, trong may mặc, chế biến nông sản, công nghiệp nặng, ...

Hệ thống khí nén thường gặp gồm nhiều thiết bị được lắp đặt và kết nối theo hình minh họa dưới đây:

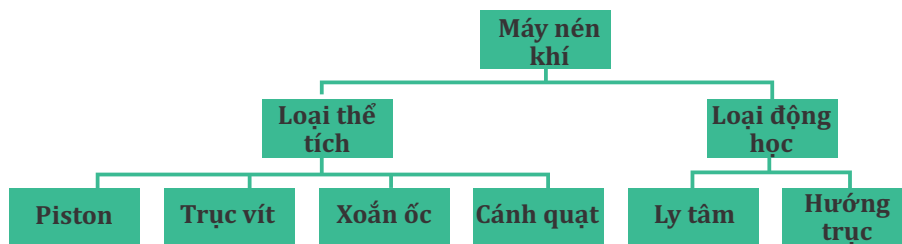


Hình 43. Sơ đồ và thành phần chính trong hệ thống khí nén

Thành phần chính trong hệ thống khí nén gồm:

- Máy nén khí
- Bộ lọc khí đầu vào máy nén
- Bộ làm mát trung gian
- Bộ làm mát sau máy nén
- Bộ sấy không khí
- Bẫy thải ẩm
- Bình chứa.

#### 3.6.1.1. Phân loại máy nén khí:



Hình 44. Phân loại máy nén khí

- Máy Piston
  - Ưu điểm:
    - o Năng suất cao
    - o Áp suất rất cao
    - o Dễ sửa chữa/ vận hành.
  - Nhược điểm:
    - o Tỷ số nén 1 cấp thấp (<10), để tạo áp suất cao cần máy nén nhiều cấp.
    - o Hiệu suất thấp
    - o Kích thước lớn, ồn, rung động cao
    - o Lưu lượng không đều.
- Máy Trục Vít
  - Ưu điểm:
    - o Tỷ số nén cao (max=25)
    - o Hiệu suất đầy tải cao
    - o Chi phí vận hành thấp.
  - Nhược điểm:
    - o Đắt tiền
    - o Thiết kế phức tạp và bảo trì thường xuyên rất quan trọng.

### 3.6.1.2. Các thông số cơ bản

- Tỷ số nén

$$\varepsilon = \frac{P_2}{P_1}$$

$P_1, P_2$  là áp suất tuyệt đối của không khí ở đầu và cuối chu trình nén (Pa).

- Công suất N

$$N = \frac{n}{n-1} m.R.T_1 \left[ \left( \frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{n-1}{n}} - 1 \right]$$

$R$  – Hằng số riêng của không khí ( $R = 286,7 \text{ J/kg.K}$ )

$T_1$  - Nhiệt độ tuyệt đối của không khí vào, (K)

$m$  – Lưu lượng khối lượng không khí (kg/s)

$n$  – Số mũ của quá trình nén (đẳng nhiệt  $n=1$ , đa biến  $1 < n < 1,4$ , đoạn nhiệt  $n=1,4$ )

Áp suất khí nén càng cao, công suất tiêu thụ càng tăng. Mối liên hệ giữa công suất máy nén và áp suất được trình bày trong bảng sau:

Bảng 39. Liên hệ giữa công suất và áp suất máy nén khí

Áp suất (bar)	Công suất (kW)
3	2,08
4	2,73
5	3,06
6	3,71
7	4,11

Nguồn: PECSME

- Năng suất Q (m<sup>3</sup>tc/s) (ở đktc 00C, 1,013bar)

$$Q = 22,4 \cdot \frac{V}{\mu R \Delta T} \left( \frac{P_b}{T_b} - \frac{P_a}{T_a} \right)$$

V - Thể tích bình chứa (m<sup>3</sup>)

$\mu$  - Khối lượng một kmol không khí ( $\mu = 29$  kg/kmol)

$\Delta T$  - Thời gian nén từ  $P_1$  đến  $P_2$  (s)

$T_a, P_a$  - Nhiệt độ, áp suất tuyệt đối không khí ban đầu trong bình chứa (K), (Pa)

$T_b, P_b$  - Nhiệt độ, áp suất tuyệt đối không khí cuối trong bình chứa (K), (Pa).

### 3.6.1.3. Hiệu suất máy nén

- Hiệu suất đẳng nhiệt:

**Hiệu suất đẳng nhiệt = Công suất đẳng nhiệt / Công suất đầu vào đo được trên thực tế.**

$$\text{Công suất đẳng nhiệt (kW)} = P_1 \times Q_1 \times \log_e \left( \frac{r}{36,7} \right)$$

$P_1$  = Áp suất vào tuyệt đối kg/cm<sup>2</sup>

$Q_1$  = Năng suất cấp khí của máy m<sup>3</sup>/h.

$r$  = Tỷ số nén  $\frac{P_2}{P_1}$

Tính toán công suất đẳng nhiệt không bao gồm công suất cần để thắng lực ma sát và thường mang lại hiệu suất thấp hơn hiệu suất đoạn nhiệt. Giá trị hiệu suất đo được là hiệu suất đẳng nhiệt. Đây là một điều cần cân nhắc khi lựa chọn máy nén dựa trên các giá trị hiệu suất ghi trong hồ sơ máy.

- Hiệu suất thể tích

$$\text{Hiệu suất thể tích} = \frac{\text{Năng suất của máy nén m}^3/\text{phút}}{\text{Thể tích của máy nén}}$$

$$\text{Thể tích của máy nén} = \pi \times D^2 / 4 \times L \times S \times \chi \times n$$

D = Đường kính xy lanh, mét

L = Hành trình của xy lanh, mét

S = Tốc độ của máy nén vòng/phút

$\chi$  = 1 cho xy lanh tác động đơn và 2 cho tác động kép

n = Số lượng xy lanh.



Trên thực tế, hiệu quả nhất trong so sánh hiệu suất của máy nén là dùng mức tiêu thụ điện riêng, tức là kW/lưu lượng thể tích định mức, với những máy nén khác nhau khi chạy cùng mức tải, sẽ có các số liệu riêng cho từng máy.

#### 3.6.1.4. Giảm áp điển hình trong đường ống khí nén

Giảm áp điển hình với kích cỡ ống khác nhau

Bảng 40. Tương quan độ giảm áp với đường kính ống dẫn khí

Đường kính ống quy tiêu chuẩn (mm)	Tổn thất áp suất (bar) trên 100 mét ống	Tổn thất công suất tương đương (kW)
40	1,80	9,5
50	0,65	3,4
65	0,22	1,2
80	0,04	0,2
100	0,02	0,1

Nguồn: PECSME

#### 3.6.1.5. Rò rỉ trong hệ thống khí nén

- Hậu quả của hệ thống khí nén bị rò rỉ:
  - Gây tổn thất công suất 20 – 30% năng suất máy nén
  - Làm giảm áp lực của hệ thống.
- Các khu vực rò rỉ chính:
  - Các chi tiết nối, ghép, ống cấp khí nén
  - Bộ điều chỉnh áp suất
  - Bẫy thoát ẩm, van chặn
  - Đầu nối, đầu bịt ống dẫn khí nén.
- Tỷ lệ rò rỉ:

$$\text{Tỷ lệ rò rỉ (\%)} = (T \times 100) / (T + t)$$

$T$  – Thời gian lên tải (s)

$t$  – Thời gian xuống tải (s)

Hệ thống quản lý tốt có tỷ lệ rò rỉ nhỏ hơn 10%.

- Mức rò rỉ của hệ thống:

$$\text{Lượng rò rỉ (m}^3/\text{s)} = Q \times T / (T + t)$$

$Q$  – Năng suất thật của máy nén khí (m<sup>3</sup>/s).

#### 3.6.1.6. Nhiệt độ khí nén và công suất tiêu hao

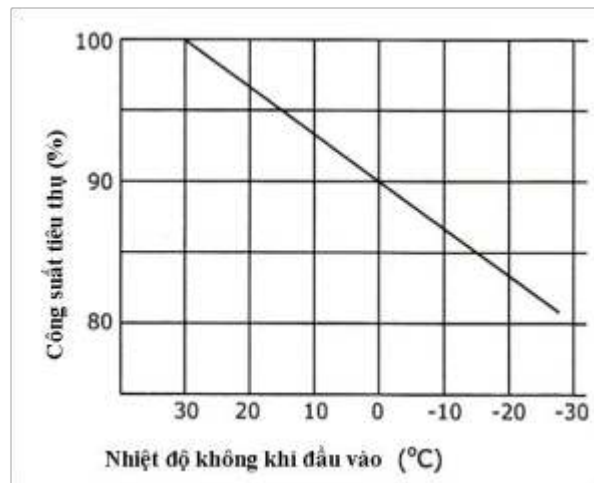
Ảnh hưởng của nhiệt độ khí vào với mức tiêu thụ điện của máy nén được tham khảo theo bảng dưới đây :

Bảng 41. Nhiệt độ khí đầu vào và Điện năng tiết kiệm

Nhiệt độ vào (°C)	% Tiết kiệm điện
10,5	+1,4
15,5	0,0
21,1	-1,3
26,6	-2,5
32,2	-4,0
37,7	-5,0
43,3	-5,8

Nguồn: PECSME

Nhiệt độ không khí tăng mỗi 5°C ⇒ tăng 1,5% điện năng tiêu thụ

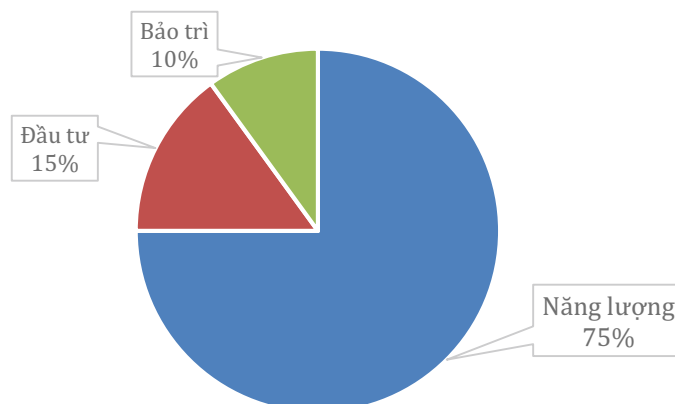


Hình 45. Ảnh hưởng nhiệt độ vào của không khí và công suất tiêu thụ

Nguồn: Dự án PECSME

### 3.6.2. Mô tả dòng năng lượng

- Sơ đồ chi phí của máy nén khí

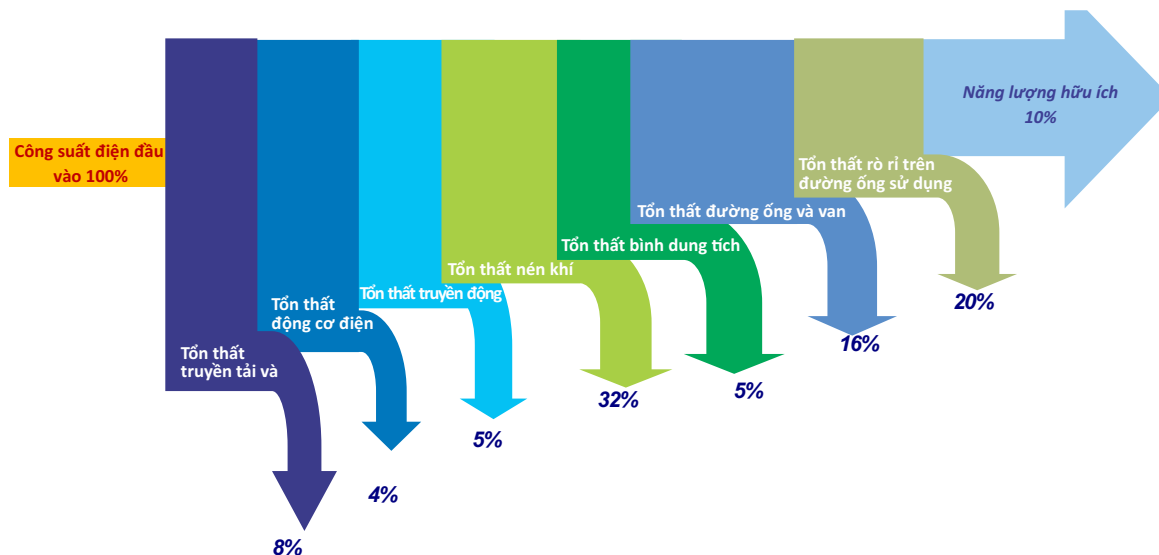


Hình 46. Chi phí năng lượng của máy nén khí

Nguồn: UNIDO

· Giải đồ Sankey

Hệ thống khí nén thông thường có hiệu quả năng lượng thấp, dải công suất trạm máy nén trong công nghiệp từ 5 tới hơn 50.000 hp, 70 – 90% năng lượng bị tổn thất.

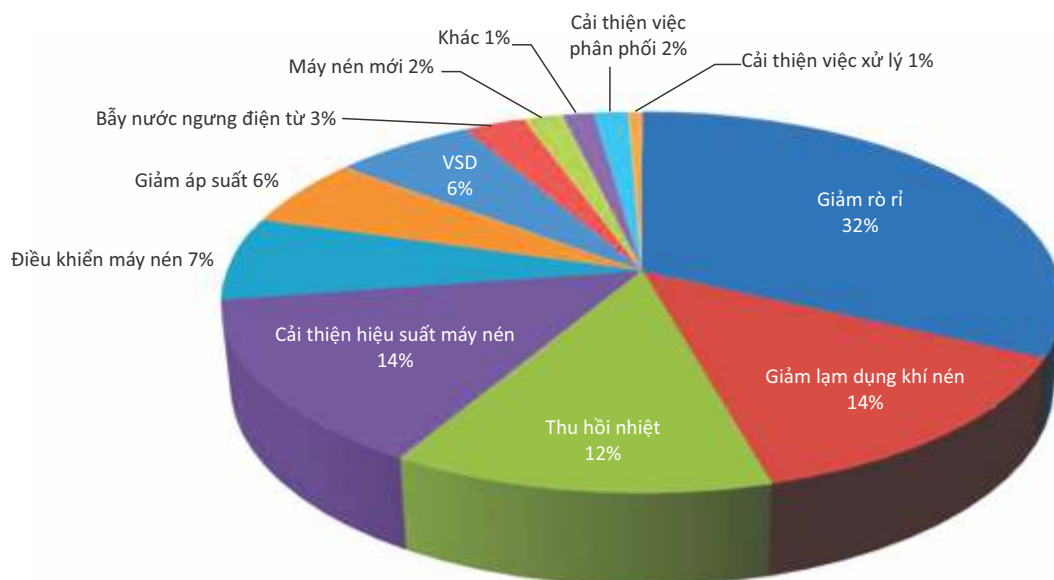


Hình 47. Sơ đồ năng lượng trong hệ thống máy nén khí

Nguồn: VNEEP – Bộ Công Thương

3.6.3. Các giải pháp tiết kiệm năng lượng

Mức tiết kiệm năng lượng đạt được khi áp dụng các giải pháp tiết kiệm năng lượng cho hệ thống máy nén khí được trình bày trong hình dưới đây:



Hình 48. Các tiềm năng tiết kiệm năng lượng của hệ thống khí nén

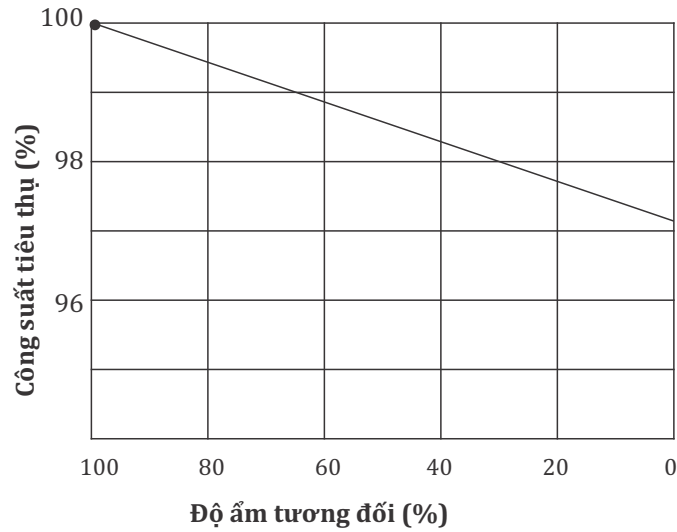
Nguồn: UNIDO

3.6.3.1. Vị trí đặt máy nén khí

- Cao độ đặt máy nén khí: Cao độ ảnh hưởng trực tiếp tới hiệu suất thể tích, độ cao càng cao thì hiệu suất thể tích càng giảm.

### 3.6.3.2. Không khí đầu vào máy nén khí

- Ngăn ngừa không cho không khí bị nhiễm bụi, hơi ẩm.



Hình 49. Ảnh hưởng của độ ẩm tương đối và công suất tiêu thụ

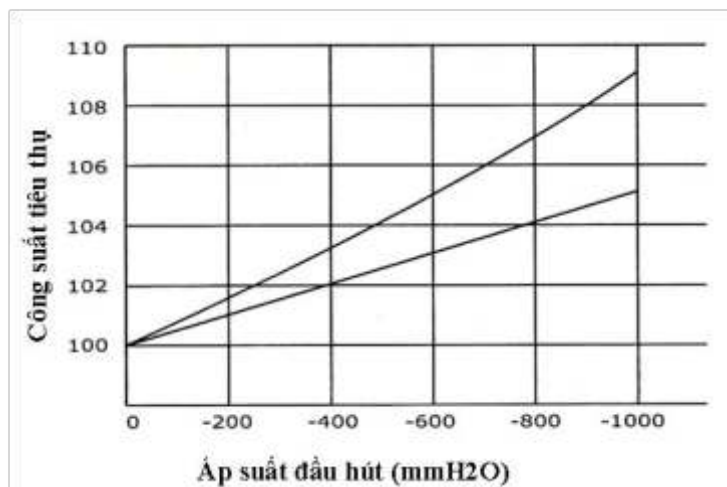
Nguồn: PECSME

- Duy trì nhiệt độ không khí vào thấp. Nhiệt độ không khí vào tăng  $4^{\circ}\text{C}$  thì lượng tiêu thụ năng lượng tăng 1%
- Có thể giảm được nhiệt độ khí vào bằng cách đặt ống hút khí vào bên ngoài buồng hay nhà đặt máy nén.

### 3.6.3.3. Giảm sụt áp trong bộ lọc không khí

- Lắp đặt bộ lọc không khí ở nơi mát
- Giữ cho trở lực bộ lọc không khí vào ở mức thấp nhất.

Trở lực qua bộ lọc không khí tăng  $250 \text{ mmH}_2\text{O}$  sẽ làm tăng tiêu thụ năng lượng lên 2%.



Hình 50. Ảnh hưởng áp suất đầu hút và công suất tiêu thụ

Nguồn: PECSME

Hình trên cho thấy năng lượng tiêu thụ tăng khi áp suất đầu hút giảm.

#### 3.6.3.4. *Sử dụng bộ làm mát trung gian và sau máy nén*

- Nhiệt độ khí vào ở các cấp tiếp theo thường cao hơn ở cấp đầu, dẫn tới mức tiêu thụ điện cao hơn
- Bộ làm mát trung gian: bộ trao đổi nhiệt dùng để giải nhiệt giữa các tầng cánh
- Bộ làm mát sau được lắp đặt sau cấp nén cuối cùng để giảm nhiệt độ khí cấp
- Dùng nước tại nhiệt độ thấp hơn để giảm công suất.

#### 3.6.3.5. *Áp suất đặt*

- Áp suất cấp càng cao, máy nén tiêu thụ công suất điện lớn hơn, hiệu suất thể tích giảm
- Giảm áp suất đầu đẩy
  - Vận hành 1 máy nén tại 100 PSIG thay vì 120 PSIG: giảm tiêu thụ năng lượng 10% và giảm lưu lượng khí rò rỉ
  - Giảm áp suất nén của máy nén 1 bar sẽ giảm công suất tiêu thụ 6-10%.
- Điều biến máy nén bằng cách thiết lập áp suất đặt tối ưu
  - Nếu các máy nén tương tự nhau: 1 máy nén được cài đặt để đáp ứng tải thay đổi, các máy nén khác chạy gần chế độ đầy tải
  - Nếu các máy nén có công suất khác nhau, thiết lập sao cho để máy nén công suất bé nhất được điều biến
  - Các máy nén khác kiểu: máy nén có công suất không.
- Tách rời các ứng dụng yêu cầu áp suất cao/thấp khác biệt: Sử dụng các máy nén tạo áp suất khác nhau cung cấp riêng rẽ cho các ứng dụng theo đúng mức áp suất yêu cầu.
- Thiết kế đảm bảo trở lực bé nhất trong hệ thống phân phối:
  - Giảm áp: độ giảm áp suất không khí từ đầu đẩy máy nén tới điểm sử dụng
  - Hệ thống thiết kế tốt có mức tổn thất áp suất ít hơn 10% áp suất đầu đẩy máy nén
  - Sử dụng hệ thống phân phối vòng kín để giảm sụt áp.

#### 3.6.3.6. *Giảm thiểu rò rỉ*

- Sử dụng bộ dò khí kiểu siêu âm
- Làm chặt các mối ghép, nối
- Thay thế thiết bị hỏng.

#### 3.6.3.7. *Thoát nước ngưng*

- Nước ngưng hình thành khi bộ làm mát phía sau làm giảm nhiệt độ khí nén
- Lắp đặt bẫy tách nước ngưng để thoát nước ngưng.

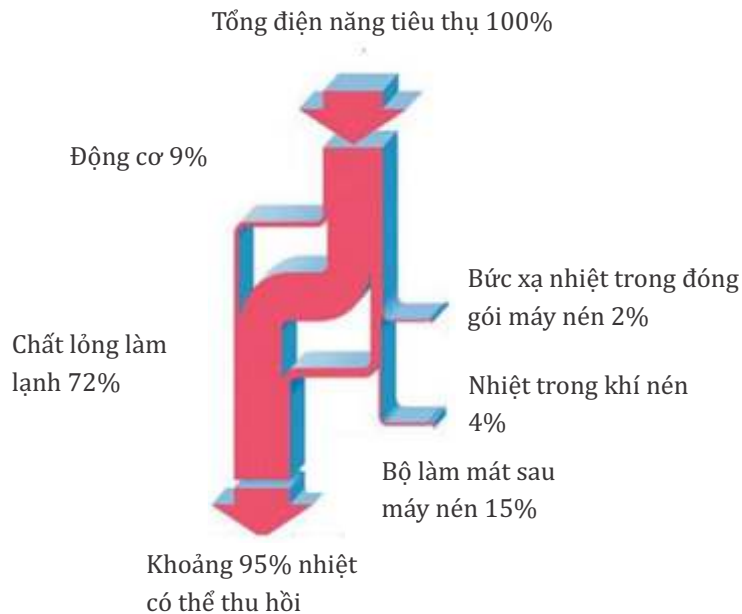
#### 3.6.3.8. *Kiểm soát việc sử dụng khí nén*

- Không dùng cho các ứng dụng áp suất thấp: không khí cấp cho quá trình cháy, vận chuyển bằng khí nén
- Sử dụng máy thổi (blowers) cho ứng dụng cấp áp suất thấp.

### 3.6.3.9. Bảo trì - bảo dưỡng

- Bôi trơn: Kiểm tra đều đặn (mức dầu kiểm tra hàng ngày, bộ lọc dầu thay thế hàng tháng, ...)
- Bộ lọc không khí: kiểm tra và thay thế đều đặn
- Bẫy nước ngưng: đảm bảo thoát được nước ngưng và không rò rỉ khí nén
- Bộ sấy không khí: kiểm tra và thay thế bộ lọc sơ bộ hoặc chất làm khô.

### 3.6.3.10. Thu hồi nhiệt



Hình 51. Thu hồi nhiệt

Nguồn: UNIDO

Trung bình 85% năng lượng đầu vào có thể sử dụng được để sử dụng cho việc cấp nhiệt. Khả năng thu hồi nhiệt phụ thuộc vào:

- Nhu cầu sử dụng nhiệt của đơn vị
- Sự phù hợp giữa vận hành máy nén và nhu cầu nhiệt
- Khoảng cách giữa trạm máy nén và hệ tiêu thụ/đường phân phối nhiệt
- Nhiệt độ.

Các ứng dụng có thể thu hồi nhiệt từ máy nén để sử dụng được trình bày như sau:

- Phục vụ tòa nhà: nước nóng, sưởi ấm
- Quá trình: sấy, cấp nhiệt
- Gia nhiệt cho lò hơi: nước cấp, không khí cấp vào lò.

### 3.6.4. Các số liệu cần thu thập

*Bảng 42. Các thông số cơ bản cần thu thập của hệ thống khí nén*

Chi tiết		1	2	...
Loại máy nén				
Có VSD?				
Số cấp nén				
Công suất định mức	kW			
Năng suất cấp khí	Nm <sup>3</sup> /ph			
Áp suất cấp	bar			
Áp suất hoạt động (Load - Unload)	bar			
Thời gian Load	s			
Thời gian Unload	s			
Công suất Load	kW			
Công suất UnLoad	kW			
Nhiệt độ không khí đầu vào máy nén	°C			
Nhiệt độ không khí môi trường	°C			
Cơ chế xả nước ngưng				
Phần trăm rò rỉ	%			

Bảng 43. Các máy nén khí hiện có

Số	Nhà chế tạo / loại	Kiểu/ hệ thống làm lạnh	Loại khí nén	Công suất động cơ (hp/kW)	Loại điều khiển (đôi)	Thể tích hút (m <sup>3</sup> )	Giờ vận hành/tải	Chế độ cài đặt áp suất tải/không tải	Tiêu thụ điện có tải/không tải (kW)
1	/	/					/	/	/
2	/	/					/	/	/
3	/	/					/	/	/

Bảng 44. Các bộ phận xử lý khí nén

Bộ phận Ví dụ	Nhà chế tạo	Mẫu	Công suất (m <sup>3</sup> )	Điểm động sương (°C)	Các ghi chú
Điều khiển lưu lượng, quản lý ngưng tụ, sấy khô, xả nước, lọc...					



Bảng 45. Các bình chứa và van xả an toàn của hệ thống khí nén

Bình chứa 1: Kích cỡ: (m <sup>3</sup> )			
MWP: (bar)	Đo áp suất	Xả nước (Lựa chọn kiểu phù hợp bên dưới)	Van xả an toàn Áp suất cài đặt
	<input type="checkbox"/> Có <input type="checkbox"/> Không	<input type="checkbox"/> Tự động <input type="checkbox"/> Bảng tay <input type="checkbox"/> Cả hai	Công suất định mức (m <sup>3</sup> )
Bình chứa 2: Kích cỡ: (m <sup>3</sup> )			
MWP: (bar)	Đo áp suất	Xả nước (Lựa chọn kiểu phù hợp bên dưới)	Van xả an toàn Áp suất cài đặt
	<input type="checkbox"/> Có <input type="checkbox"/> Không	<input type="checkbox"/> Tự động <input type="checkbox"/> Bảng tay <input type="checkbox"/> Cả hai	Công suất định mức của van xả an toàn (m <sup>3</sup> )

Bảng 46. Các bộ điều khiển và cấp chính khí nén

Bộ điều khiển		Nhà sản xuất	Mẫu	Kiểu điều khiển (Bậc thang, dải áp suất)	Cấp chính khí nén
<input type="checkbox"/> Có <input type="checkbox"/> Không					<input type="checkbox"/> Có <input type="checkbox"/> Không  <input type="checkbox"/> Cỡ ống (in/mm)

Bảng 47. Hệ thống phân phối, đường ống, kết nối và đường ống khí phân phối

Đường ống phân phối khí		Sụt áp ở mỗi nối						
Hệ thống	Đường kính	Vật liệu	Tổng chiều dài	Kết nối	Đường ống có được mở rộng ra ngoài	Số mỗi nối	Đường kính	Sụt áp từ nguồn đến các ống chia
					Có <input type="checkbox"/> Không <input type="checkbox"/>			Có <input type="checkbox"/> Không <input type="checkbox"/>

Bảng 48. Đo lường tại trạm khí nén, các điểm mở, vv

Điện cung cấp	(V)	(Hz)	(Pha)	Tiền điện	VND/kWh.
Hệ thống làm lạnh	Nhiệt độ nước đầu vào	(°C)	Áp suất nước	[psig]	Tiền nước VND/ lít
Trạm máy nén khí	L x W x H	(m) x (m) x (m)	Thu hồi nhiệt:	Có <input type="checkbox"/> Không <input type="checkbox"/>	
Số điểm mở:	Thải khí lạnh:	Có <input type="checkbox"/> Không <input type="checkbox"/>			

Bảng 49. Điều kiện môi trường (Tại trạm máy nén khí)

Nhiệt độ môi trường		Độ cao trên mực nước biển		Độ ẩm tương đối		Trạm được làm nóng	Trạm được làm mát	Chất lượng không khí đầu vào bị nhiễm bẩn nặng với
		Min (°C)	Max (°C)	Hiện tại (°C)	(Trung bình.%)			
			(m)			Có <input type="checkbox"/> Không <input type="checkbox"/>	Có <input type="checkbox"/> Không <input type="checkbox"/>	
Quá trình của cơ sở lân cận:								

Bảng 50. Yêu cầu không khí (giờ vận hành, nhu cầu áp suất)

Số giờ vận hành								
Ngày trong tuần	Ca 1	Ca 2	Ca 3	Ngày cuối tuần	Ca 1	Ca 2	Ca 3	
Giờ/ngày				Giờ/ngày				
Ngày/tuần				Ngày/tuần				
Bình quân m <sup>3</sup> /ca				Bình quân m <sup>3</sup> /ca				
Áp suất tối thiểu yêu cầu tại điểm sử dụng	Áp suất hệ thống hiện tại	Hệ thống khí có bất khí không có sản xuất không?	Bình quân. m <sup>3</sup> khí không sản xuất	Chất lượng khí nén yêu cầu				
				Áp suấtDP (°C)	Cỡ hạt (micron)	Dầu (mg/m <sup>3</sup> )		
		Có <input type="checkbox"/> Không <input type="checkbox"/>						
Thay đổi theo mùa:								

## 3.7. Hệ thống điều hòa không khí

### 3.7.1. Giới thiệu

Điều hòa không khí là quá trình điều khiển hay cải thiện các điều kiện không khí (nhiệt độ, độ ẩm) cho một không gian nhất định.

Việc lựa chọn hệ thống điều hòa không khí tùy thuộc vào nhiều yếu tố như độ lớn diện tích cần làm lạnh, tổng nhiệt sinh ra trong không gian kín, vv. Nhà thiết kế hệ thống HVAC cân nhắc tất cả các yếu tố liên quan để tư vấn loại thiết bị phù hợp cho nhu cầu.

#### 3.7.1.1. Hệ thống điều hòa cục bộ

Hệ thống điều hòa không khí kiểu cục bộ là hệ thống chỉ điều hòa không khí trong một phạm vi hẹp, thường chỉ là một phòng riêng độc lập hoặc một vài phòng nhỏ.

Trên thực tế loại máy điều hòa kiểu này gồm 4 loại phổ biến sau:

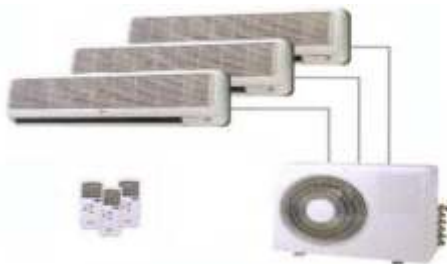
- Máy điều hòa dạng cửa sổ
- Máy điều hòa kiểu rời
- Máy điều hòa kiểu ghép
- Máy điều hòa rời dạng tủ thổi trực tiếp.



*Máy điều hòa dạng cửa sổ*



*Máy điều hòa kiểu rời*



*Máy điều hòa kiểu ghép*



*Máy điều hòa rời dạng tủ thổi trực tiếp*

*Hình 52. Các loại máy điều hòa không khí*

### 3.7.1.2 Hệ thống điều hòa trung tâm

Hệ thống điều hòa trung tâm được dùng để làm mát các tòa nhà lớn, văn phòng, khách sạn, phòng tập thể dục, vv. Khi toàn bộ tòa nhà cần làm lạnh, các kỹ sư nhiệt lạnh đã nhận thấy rằng việc gắn máy lạnh cho từng phòng hoặc đơn vị sẽ rất tốn kém. Việc sử dụng hệ thống điều hòa trung tâm sẽ là lựa chọn tối ưu. Hệ thống điều hòa trung tâm sử dụng máy nén khí lớn để tạo ra cả một lượng lớn khí điều hòa.

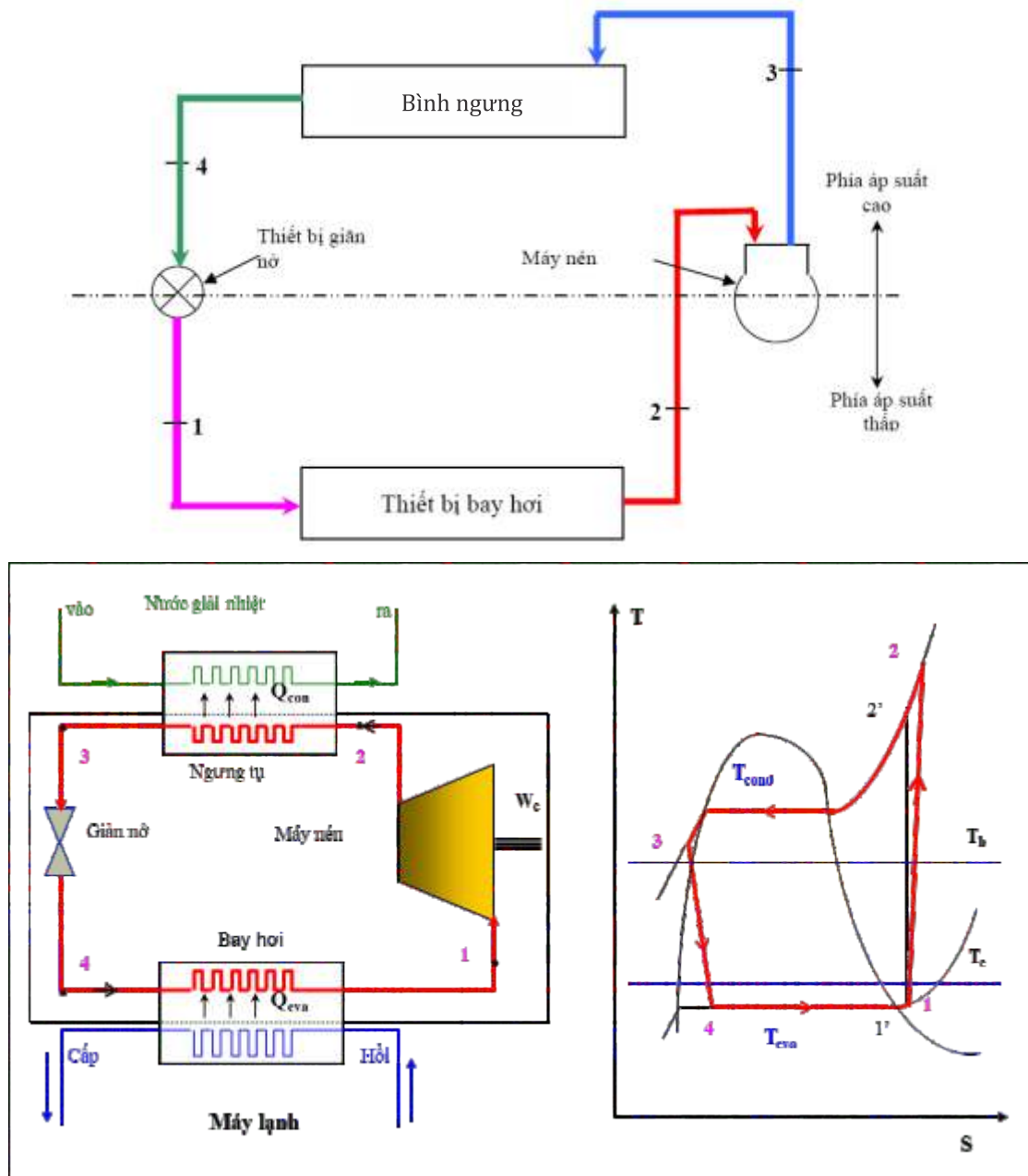


Hình 53. Hình ảnh Chiller giải nhiệt gió



Hình 54. Hình ảnh Chiller giải nhiệt nước

Sau đây là chu trình làm lạnh của hệ thống Điều hòa không khí.



Hình 55. Sơ đồ nguyên lý hoạt động của máy điều hòa không khí

Nguồn: BEE, 2004

- 1 – 2 Chu trình nén: Nén khí áp suất thấp thành khí nóng áp suất cao (hơi quá nhiệt). Nhiệt độ môi chất cũng tăng lên do quá trình nén
- 2 – 3 Ngưng tụ: ngưng tụ khí nóng (hơi quá nhiệt) áp suất cao thành lỏng trong bình ngưng. Môi chất được làm mát sơ bộ
- 3 – 4 Giãn nở: Giãn nở môi chất lỏng áp suất cao thành lỏng áp suất thấp và lạnh
- 4 – 1 Bay hơi: môi chất lỏng áp suất thấp và lạnh được bay hơi (đun sôi) thành khí áp suất thấp.

### 3.7.2. Đánh giá hệ thống điều hoà không khí

#### 3.7.2.1. Hệ số hiệu suất (COP)

**COP = Năng suất làm lạnh (Q<sub>eva</sub>)/Công suất điện (P)**

- Hệ số hiệu suất trên lý thuyết (Carnot), (hiệu suất làm lạnh của một hệ thống làm lạnh lý tưởng):

$$\text{COP}_{\text{Carnot}} = \frac{T_e}{T_c - T_e}$$

*T<sub>e</sub>*: Nhiệt độ ở thiết bị bay hơi

*T<sub>c</sub>*: Nhiệt độ ở bình ngưng

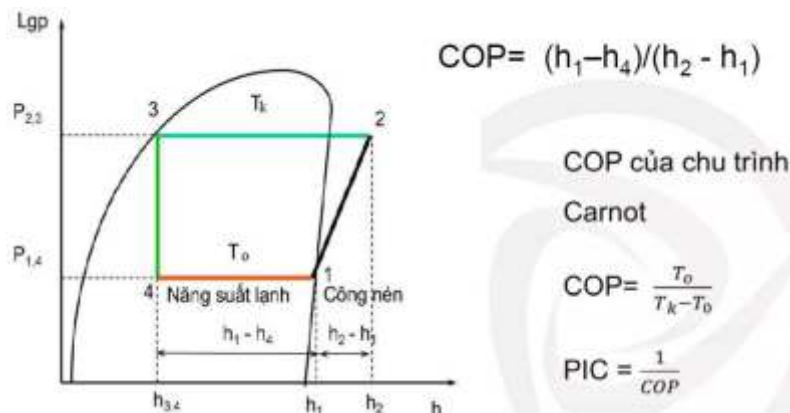
- Hiệu số hiệu suất thực tế (COP):

$$\text{COP} = \frac{Q_{\text{eva}}}{W_c} = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1}$$

*Q<sub>eva</sub>*: Năng suất làm lạnh, kW

*W<sub>c</sub>*: Công suất điện cấp cho hệ thống máy nén, kW

*h<sub>1</sub>, h<sub>2</sub>, h<sub>3</sub>, h<sub>4</sub>*: enthalpy của môi chất lạnh theo trình tự của từng trạng thái 1, 2, 3, 4 trong giản đồ



Hình 56. Phương pháp tính COP của hệ thống

#### 3.7.2.2. Xác định hiệu suất làm lạnh thực tế

- Thu thập thông tin chung về hệ thống ĐHKK (Loại hệ thống ĐHKK, công suất thiết kế, tác nhân lạnh sử dụng, hệ số COP thiết kế...)
- Thu thập thông tin vận hành thực tế của hệ thống (áp suất hút, áp suất đầu đẩy, nhiệt độ bay hơi, nhiệt độ ngưng tụ, công suất tiêu thụ điện của hệ thống. Việc thu thập số liệu thông qua màn hình điều khiển của hệ thống hoặc tiến hành đo bằng các thiết bị chuyên dụng.



Hình 57. Hình ảnh thu thập dữ liệu hoạt động của hệ thống ĐHKK

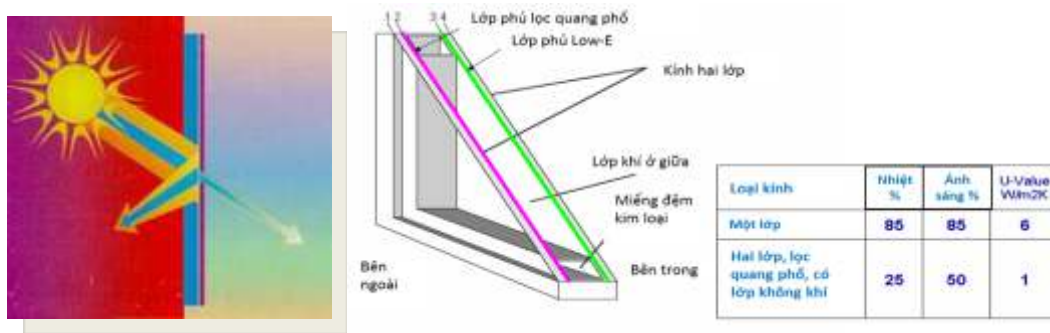
- Dựa vào lý thuyết nêu trên tính ra công suất lạnh và hệ số COP của hệ thống. Lưu ý, mỗi môi nhân lạnh đều có các thông số nhiệt động khác nhau.

### 3.7.3. Các giải pháp tiết kiệm năng lượng

Hệ thống điều hòa không khí sử dụng năng lượng rất lớn trong các tòa nhà hoặc nhà máy. Do đó, có nhiều tiềm năng để tiết kiệm năng lượng. Một số phương pháp có thể đề cập sau đây.

#### 3.7.3.1 Hạn chế nhiệt xâm nhập từ bên ngoài

- Hạn chế nhiệt thẩm thấu qua cửa sổ, cửa kính bằng cách sử dụng kính hai lớp, kính dán màng phản quang



Hình 58. Đặc tính của kính

- Các cửa ra vào hoặc cửa sổ luôn đóng kín.

#### 3.7.3.2. Giới hạn nguồn nhiệt bên trong không gian điều hòa

Nguồn nhiệt đó xuất phát từ các thiết bị tiêu thụ điện: đèn, động cơ, hay từ nấu nướng...

Việc xác định của nguồn nhiệt có thể thực hiện nhờ thiết bị đo hồng ngoại như hình dưới đây.



Hình 59. Phương pháp phát hiện nguồn nhiệt bằng thiết bị đo infrared

Khi đã xác định được nguồn nhiệt, việc di chuyển thiết bị ra khỏi khu vực ĐHKK sẽ giúp giảm hao phí năng lượng của hệ thống.

#### 3.7.3.3. Bảo trì hệ thống trao đổi nhiệt

Bảo trì sẽ giúp cho hệ thống hoạt động một cách hiệu quả. Dựa vào bảng số liệu sau có thể giúp bảo dưỡng sẽ giúp cho thiết bị hoạt động một cách tối ưu:



Bảng 51. Bảng đánh giá tác động của sự bảo dưỡng đối với công suất điện tiêu thụ máy nén

Điều kiện	Nhiệt độ bay hơi (°C)	Nhiệt độ ngưng (°C)	Công suất làm lạnh (tấn)	Tiêu thụ năng lượng cụ thể (kW/tấn)	Tăng kW/tấn (%)
Bình thường	7,2	40,5	17,0	0,69	
Bình ngưng bẩn	7,2	46,1	15,6	0,84	20,4
Thiết bị bay hơi bẩn	1,7	40,5	13,8	0,82	18,3
Thiết bị bay hơi và bình ngưng bẩn	1,7	46,1	12,7	0,96	38,7

Nguồn: Asia Energy Efficiency

### 3.7.3.4 Điều chỉnh công suất với tải của hệ thống

Trong quá trình hoạt động non tải, nhiệt độ của thiết bị bay hơi và nhiệt độ của thiết bị ngưng tụ giảm, khiến cho hệ số COP tăng. Nhưng cùng lúc đó, sự sai lệch so với điểm làm việc theo thiết kế và việc tổn thất cơ học sẽ làm tăng mức tiêu thụ trong tổng số năng lượng tiêu thụ. Mức tăng này vượt quá hiệu quả tiết kiệm năng lượng nhờ tăng COP, khiến cho hiệu suất non tải thấp hơn. Vì vậy, cần xem xét hoạt động non tải vì hầu hết các thiết bị làm lạnh đều có tải thay đổi.

### 3.7.4. Các số liệu cần thu thập

- Thông tin chung về hệ thống ĐHKK :
  - Loại hệ thống ĐHKK
  - Công suất thiết kế
  - Tác nhân lạnh sử dụng
  - Hệ số COP thiết kế...
- Thông tin vận hành thực tế của hệ thống :
  - Áp suất hút, áp suất đầu đẩy,
  - Nhiệt độ bay hơi, nhiệt độ ngưng tụ,
  - Công suất tiêu thụ điện của hệ thống.

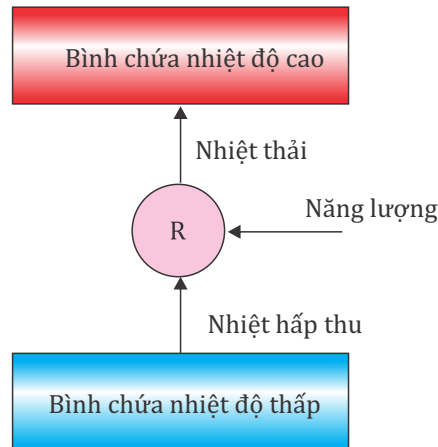
Việc thu thập số liệu thông qua màn hình điều khiển của hệ thống hoặc tiến hành đo bằng các thiết bị chuyên dụng.

## 3.8. Hệ thống lạnh công nghiệp

### 3.8.1. Giới thiệu

#### 3.8.1.1 Khái quát chung về hệ thống lạnh

Hệ thống làm lạnh nhằm mục đích làm giảm nhiệt độ không khí trong một khu vực cần điều hòa nhiệt độ hay của sản phẩm nào đó cần được làm mát, cấp đông. Do vậy, quá trình này cần tiêu tốn một công năng để môi chất lạnh có thể vận chuyển nhiệt lượng từ nơi có nhiệt độ thấp đến nơi có nhiệt độ cao hơn.



Hình 60. Quy trình vận hành của hệ thống làm lạnh

Nguồn: Asia Energy Efficiency

#### 3.8.1.2. Đặc tính của hệ thống lạnh

Hệ thống lạnh gồm 4 thiết bị chính: máy nén, thiết bị ngưng tụ, thiết bị tiết lưu, và thiết bị bay hơi. Chu trình hoạt động của hệ thống lạnh công nghiệp có đặc trưng giống hệ thống điều hòa không khí. Tham khảo mục hệ thống điều hòa không khí cho những chi tiết cụ thể về quá trình hoạt động căn bản.

Các dạng máy nén lạnh thường thấy trong các hệ thống lạnh: ly tâm, pittông, xoắn ốc, trục vít.



Hình 61. Các dạng máy nén lạnh

Điện năng tiêu thụ của máy nén lạnh chiếm tỷ lệ khá lớn, khoảng 70% tổng điện năng tiêu thụ của toàn bộ hệ thống lạnh. Do vậy việc chọn lựa phương án thiết kế mới cần xem xét đối với giải pháp sử dụng máy nén hiệu quả năng lượng để nâng cao hiệu quả hoạt động của hệ thống sau này.

### 3.8.1.3. Ứng dụng của hệ thống lạnh

Hệ thống lạnh công nghiệp được ứng dụng phổ biến trong lĩnh vực điều hoà không khí trung tâm trong toà nhà hay lĩnh vực đông lạnh, kho lạnh bảo quản, sản xuất nước đá, v.v.

Một số ứng dụng phổ biến của hệ thống lạnh công nghiệp gồm:

- Buồng cấp đông nhanh (IQF): Chuyên sử dụng để cấp đông các sản phẩm dạng rời. Tốc độ băng tải di chuyển có thể điều chỉnh được tùy thuộc vào loại sản phẩm và yêu cầu công nghệ



*Băng chuyền kiểu xoắn*



*Băng chuyền kiểu thẳng*



*Băng chuyền siêu tốc*

- Tủ cấp đông tiếp xúc và đông gió: Được sử dụng để cấp đông các mặt hàng dạng block



*Tủ cấp đông tiếp xúc*



*Tủ cấp đông gió*

- Kho lạnh bảo quản: Là kho được sử dụng để bảo quản các loại thực phẩm sau khi cấp đông



*Kho lạnh*

- Hệ thống làm đá: Gồm hầm đá cây và máy đá vảy



*Hầm đá cây*



*Máy đá vảy*

### 3.8.1.4. Các thông số cơ bản

Xác định tải lạnh của mỗi hệ thống, nhiệt độ và thời gian làm lạnh. Trong một số trường hợp, việc thu thập thông số vận hành để tính toán tải lạnh không thể thực hiện mà có thể sử dụng các thông số thiết kế.

- Công suất lạnh

$$Q \text{ (kW)} = m \cdot C_p \cdot (t_i - t_o)$$

*m*: lưu lượng môi chất lạnh, kg/s.

*C<sub>p</sub>*: nhiệt dung riêng của môi chất lạnh, kJ /kg °C

*t<sub>i</sub>* : là nhiệt độ vào của môi chất lạnh đi vào thiết bị bay hơi (máy làm lạnh), °C.

*t<sub>o</sub>*: là nhiệt độ ra của môi chất lạnh đi ra từ thiết bị bay hơi (máy làm lạnh), °C.

Mức công suất tiêu thụ riêng kW/TR là chỉ số hữu ích giúp tính hiệu suất của hệ thống lạnh. Bằng cách đo lượng TR và đầu vào kW, kW/TR được sử dụng làm chỉ số hiệu quả về mặt năng lượng.

Đối với hệ thống làm lạnh trung tâm thì ngoài máy nén lạnh, năng lượng còn được sử dụng cho bơm chất làm lạnh nước làm lạnh (thứ cấp), bơm nước ngưng (để loại bỏ nhiệt ra tháp giải nhiệt) và quạt trong tháp giải nhiệt. Xác định mức công suất tiêu thụ tổng (kW) sẽ là tổng của:

- Công suất máy nén
- Công suất máy bơm nước lạnh
- Công suất máy bơm nước ngưng
- Công suất quạt tháp / dàn ngưng giải nhiệt cho tháp hút/đối lưu cưỡng bức
- Công suất quạt dàn lạnh của thiết bị bay hơi.

- Hiệu suất lạnh

$$COP_{\text{Carnot}} = T_e / (T_c - T_e)$$

*T<sub>e</sub>*: nhiệt độ ở thiết bị bay hơi

*T<sub>c</sub>*: nhiệt độ ở bình ngưng

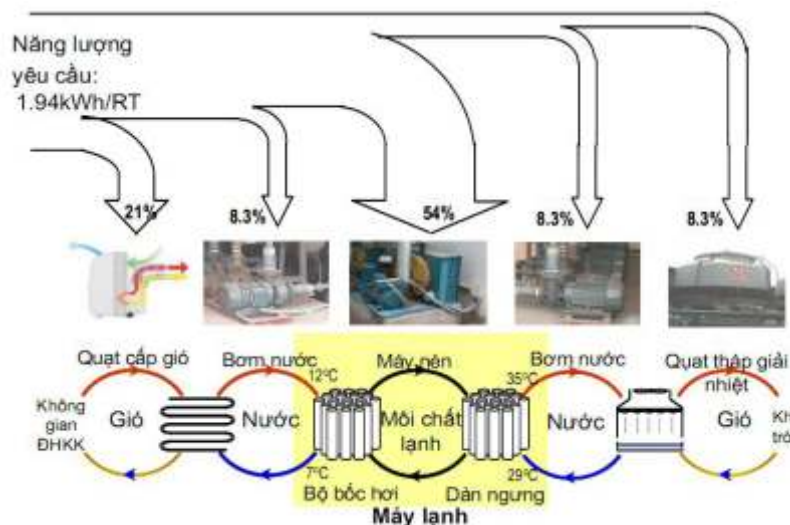
Phương trình trên cũng cho thấy, nhiệt độ thiết bị bay hơi tăng lên và nhiệt độ ở bình ngưng giảm xuống sẽ giúp tăng chỉ số COP<sub>Carnot</sub>. Nhưng COP<sub>Carnot</sub> chỉ là một tỷ số nhiệt độ, và không xét đến loại máy nén.

Vì vậy, hiệu quả năng lượng của hệ thống lạnh được thể hiện qua hệ số COP như sau:

$$\text{COP} = \frac{\text{Công suất lạnh (kWt)}}{\text{Công suất điện máy nén + thiết bị phụ trợ (kWe)}}$$

### 3.8.2. Mô tả dòng năng lượng

Hình ảnh dưới đây thể hiện vòng trao đổi nhiệt điển hình trong hệ thống lạnh.



Hình 62. Dòng năng lượng điển hình trong hệ thống lạnh

Nguồn: EnerTEAM

### 3.8.3. Các giải pháp tiết kiệm năng lượng

#### 3.8.3.1. Máy nén lạnh

Xem xét khả năng thay thế máy nén hiện tại bằng các máy nén hiệu suất cao hay khả năng lắp biến tần cho các các nén.

- Thay thế máy nén Piston bằng máy nén trục vít



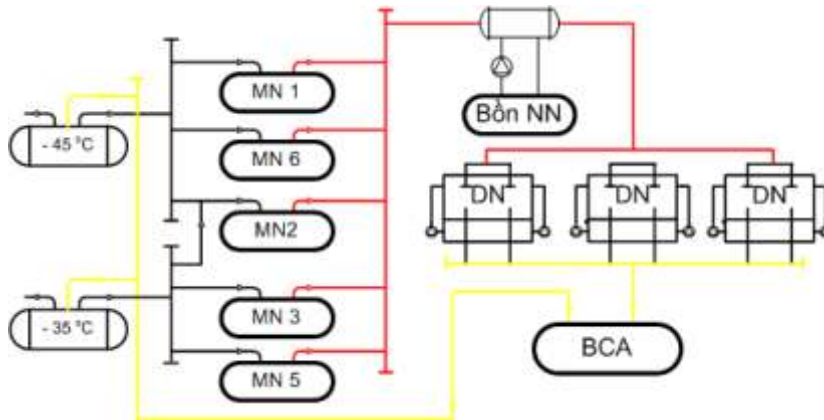
Máy nén Piston



Máy nén trục vít

- Lắp biến tần cho các máy nén có phụ tải lạnh không ổn định. Cách điều khiển này sẽ giúp giảm công suất lạnh của máy nén. Tuy nhiên, hiệu suất của máy nén cũng sẽ giảm
- Tránh vận hành non tải các máy nén: 2 máy nén cùng hoạt động ở 60% tải sẽ tiêu thụ ít điện năng hơn 1 máy nén hoạt động 100% tải và 1 máy nén hoạt động 20% tải
- Thu hồi nhiệt từ gas nóng ở đầu đẩy: Đối với các máy nén Piston, nhiệt độ của môi chất ở đầu đẩy có

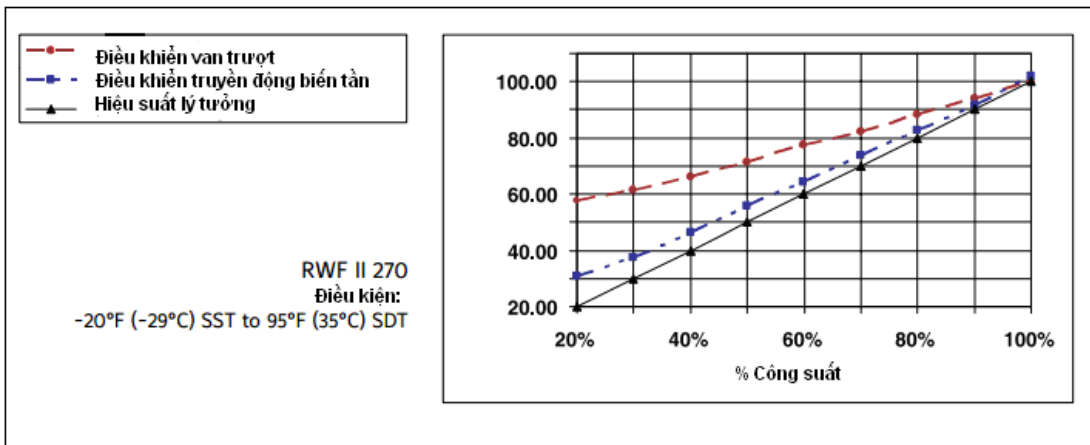
nhệt độ lớn hơn 100°C. Có thể lắp thiết bị trao đổi nhiệt để thu hồi lượng nhiệt này



Hình 63. Sơ đồ thu hồi nhiệt từ gas nóng

- Giảm nhiệt độ ngưng tụ: Nhiệt độ ngưng tụ giảm 5,5°C có thể giảm 20-25% năng lượng tiêu thụ
- Ứng dụng hệ thống điều khiển máy nén lạnh.

Điều khiển máy nén không đủ tải hoặc không hợp lý có thể làm tăng tổn thất năng lượng trong hệ thống làm lạnh, đặc biệt trường hợp các hệ thống làm lạnh có nhiều máy nén và có những nhu cầu làm lạnh khác nhau. Hiệu suất năng lượng của máy nén (loại máy nén kiểu trực vít) có thể giảm 30% khi vận hành ở chế độ non tải, như được minh họa trong hình dưới đây.



Hình 64. So sánh tiêu thụ công suất của các phương pháp điều khiển khác nhau (máy nén loại trực vít)

Theo hình trên, công suất tiêu thụ còn tương đối cao khi điều chỉnh công suất, ví dụ 50%, trong trường hợp sử dụng điều khiển bằng van trượt, mà có thể tránh được nếu sử dụng một hệ thống điều khiển chính xác.

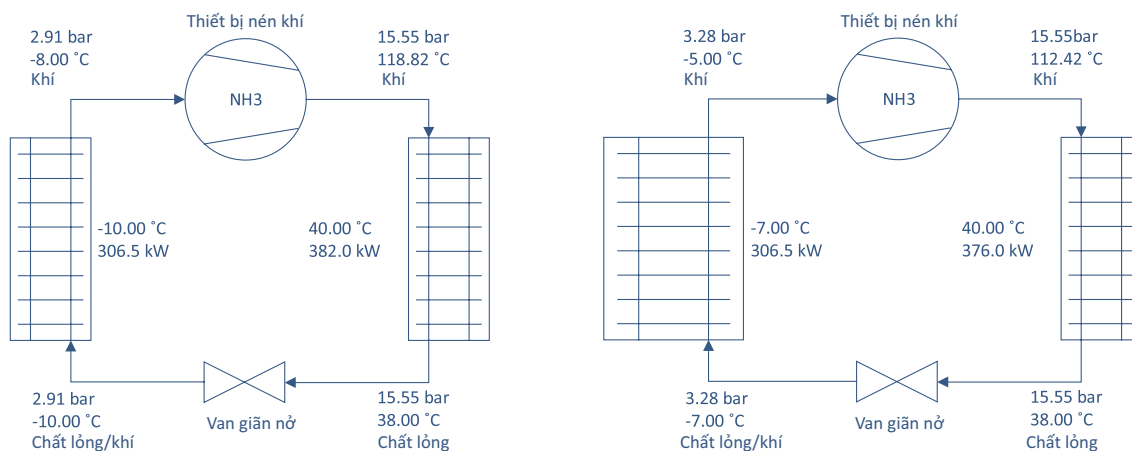
Giải pháp điều khiển áp dụng trong máy nén lạnh mới hoặc được nâng cấp có thể là phù hợp trong các trường hợp sau:

- Hệ thống hiện có là cũ và được trang bị hệ thống điều khiển cũ
- Thiết bị làm lạnh đã thay đổi so với thiết kế ban đầu (nhiều tổ máy hơn)
- Phương thức vận hành phụ tải đã thay đổi
- VSD đã được lắp đặt cho một số máy nén.

Thiết bị làm lạnh bao gồm nhiều loại và/hoặc nhiều cỡ máy nén







Hình 66. Nguyên lý của hai hệ thống làm lạnh và các số liệu kỹ thuật

Nguồn: LCTU (Bộ Công Thương)

Sự khác nhau ở đây chỉ là kích thước của thiết bị bay hơi. Tăng nhiệt độ của thiết bị bay hơi từ -10°C (phần bên trái của hình vẽ) lên -7°C (phần bên phải của hình vẽ) bằng cách tăng kích thước của thiết bị bay hơi thì có thể tiết kiệm được đến 9% lượng điện tiêu thụ cho thiết bị nén.

Bảng giá trị sau đây minh họa tác động của sự biến đổi nhiệt độ thiết bị bay hơi đối với mức tiêu thụ năng lượng của máy nén.

Bảng 52. Ảnh hưởng của nhiệt độ bay hơi đến mức tiêu thụ năng lượng của máy nén khí

Nhiệt độ thiết bị bay hơi (°C)	Công suất lạnh* (tấn)	Tiêu thụ năng lượng cụ thể	Mức tăng kW/tấn (%)
5,0	67,58	0,81	
0,0	56,07	0,94	16,0
-5,0	45,98	1,08	33,0
-10,0	37,20	1,25	54,0
-20,0	23,12	1,67	106,0

Ghi chú: \* Nhiệt độ bình ngưng 40°C

Nguồn: Asia Energy Efficiency

Một số chú ý đối với thiết bị bay hơi giúp tăng cao hiệu quả sử dụng năng lượng:

- Đối với các dàn bay hơi làm lạnh không khí, cần kiểm tra đảm bảo các quạt đang làm việc tốt và không bị cản trở
- Kiểm tra điều kiện bay hơi: đảm bảo thiết bị bay hơi đang ở tình trạng tốt, sạch sẽ, không bám tuyết
- Kiểm tra các van tiết lưu đã được cài đặt tốt và khả năng thay thế bằng van điện tử
- Xác định khu vực trao đổi nhiệt thích hợp cũng như hợp lý hóa yêu cầu nhiệt độ để đạt giá trị cao nhất có thể.

### 3.8.3.3. Tối ưu hoá thiết bị ngưng tụ

Giống như thiết bị bay hơi, nhiệt độ ngưng tụ của bình ngưng cũng rất quan trọng đối với tiêu thụ điện năng của thiết bị đông lạnh. Cứ tăng nhiệt độ của thiết bị ngưng tụ một độ thì tiêu thụ điện năng tăng 3%. Với bất kỳ môi chất làm lạnh, thì nhiệt độ ngưng tụ và áp suất ngưng tụ tương ứng sẽ phụ thuộc vào diện tích truyền nhiệt, hiệu quả của quá trình truyền nhiệt và loại làm mát sử dụng. Những yêu cầu



để tăng hiệu suất làm việc của thiết bị ngưng tụ giống với thiết bị bay hơi. Bảng giá trị sau đây minh họa tác động của sự biến đổi nhiệt độ thiết bị ngưng tụ đối với mức tiêu thụ năng lượng của máy nén.

*Bảng 53. Bảng số liệu sau minh họa tác động của sự biến đổi trong nhiệt độ bình ngưng đối với mức tiêu thụ năng lượng.*

Nhiệt độ ngưng (°C)	Công suất làm lạnh (tấn)	Tiêu thụ năng lượng cụ thể (kW/TR)	Mức tăng kW/TR (%)
26,7	31,5	1,17	-
35,0	21,4	1,27	8,5
40,0	20,0	1,41	20,5

*Nguồn: Asia Energy Efficiency*

Quan sát chung cho thấy áp suất của thiết bị ngưng tụ trong hệ thống lạnh công nghiệp tại Việt Nam là quá cao do những nguyên nhân sau:

- Các thiết bị ngưng tụ được bảo dưỡng kém (bị bám cặn)
- Có không khí trong thiết bị ngưng tụ
- Các thiết bị ngưng tụ quá nhỏ
- Vận hành các thiết bị ngưng tụ không hiệu quả.

Tiềm năng tiết kiệm năng lượng của biện pháp này là cao do nó có tác động đến tất cả các thiết bị giải nhiệt nối với thiết bị ngưng tụ. Khả năng tiết kiệm đặc trưng là từ 5% đến 15% tổng tiêu thụ điện năng sử dụng cho làm lạnh nếu tất cả các thiết bị ngưng tụ được thay đổi hoặc được đổi mới. Đầu tư cho những thay đổi này thường từ mức trung bình đến mức cao nên kéo theo thời gian hoàn vốn cũng từ trung bình đến cao đối với giải pháp này.

Tuy nhiên, nếu biện pháp này được thực hiện cùng trong thời gian tăng công suất lạnh thì đầu tư và thời gian hoàn vốn cho phần tăng kích thước thiết bị ngưng tụ có thể sẽ là thấp.

#### **3.8.3.4. Băng chuyền IQF**

Một số giải pháp tiết kiệm năng lượng được áp dụng cho hệ thống IQF như sau:

- Tăng áp suất bay hơi càng cao càng tốt, trong khi bảo đảm nhiệt độ quy trình theo yêu cầu. Nhiệt độ thiết bị bay hơi tăng 5,5°C sẽ giúp giảm mức tiêu thụ năng lượng của máy nén 20–25%
- Làm lạnh sơ bộ sản phẩm trước khi cấp đông
- Sử dụng băng chuyền IQF 2 cấp bay hơi.

Tổn thất nhiệt trong hệ thống cấp đông IQF gồm có:

- Tổn thất nhiệt qua kết cấu bao che của buồng cấp đông
- Tổn thất do động cơ quạt và truyền động của băng chuyền
- Tổn thất do lọt không khí qua cửa vào ra hàng.

#### **3.8.3.5. Tủ đông tiếp xúc và đông gió**

Một số giải pháp tiết kiệm năng lượng được áp dụng cho tủ đông tiếp xúc và đông gió như sau:

- Đảm bảo sản phẩm được chất đầy tủ khi cấp đông
- Lắp đặt biển tần để làm giảm tốc độ quạt khi cần thiết
- Làm lạnh sơ bộ sản phẩm trước khi cấp đông.

Tổn thất nhiệt trong tủ cấp đông gồm có:

- Tổn thất nhiệt qua kết cấu bao che
- Nhiệt làm lạnh các thiết bị trong tủ.

#### **3.8.3.6. Kho lạnh**

Một số giải pháp tiết kiệm năng lượng được áp dụng cho kho lạnh như sau:

- Luôn đóng cửa kho lạnh khi không có hoạt động xuất nhập hàng. Lắp cửa tự động cho kho
- Đảm bảo cách nhiệt kho lạnh còn hiệu quả: Kiểm tra nhiệt độ vách trong và ngoài kho lạnh.

#### **3.8.3.7 Máy sản xuất đá vẩy**

Một số giải pháp tiết kiệm năng lượng có thể được áp dụng tại máy sản xuất đá vẩy

- Nên ưu tiên vận hành đá vẩy vào giờ thấp điểm
- Làm lạnh nước trước khi cấp vào cối đá vẩy
- Bảo ôn tốt.

### **3.8.4. Các số liệu cần thu thập**

Nhằm khảo sát đánh giá hiệu quả của hệ thống lạnh, bảng thu thập số liệu đề xuất dùng để thu thập của hệ thống lạnh như sau:

Phần số	Máy nén làm lạnh	Đơn vị	Tham khảo máy			
			1	2	3	4
1	Kiểu dáng					
2	Loại					
3	Công suất (làm mát)	TR				
4	Máy làm lạnh					
A	Số ống	..				
B	Đường kính ống	m				
C	Tổng diện tích trao đổi nhiệt	m <sup>2</sup>				
D	Lưu lượng nước làm lạnh	m <sup>3</sup> /h				
E	Chênh lệch nhiệt độ nước làm lạnh	°C				
5	Bình ngưng					
A	Số ống					
B	Đường kính ống					
C	Tổng diện tích trao đổi nhiệt	m <sup>2</sup>				
D	Lưu lượng nước làm lạnh	m <sup>3</sup> /h				
E	Chênh lệch nhiệt độ nước làm lạnh	°C				
6	Bơm nước làm lạnh					
A	Số lượng	..				
B	Công suất	m <sup>3</sup> /h				
C	Cột áp	mWC				
D	Công suất định mức	kW				
E	Hiệu suất định mức	%				
7	Bơm nước ngưng					
A	Số lượng	..				
B	Công suất	m <sup>3</sup> /h				
C	Cột áp	mWC				
D	Công suất định mức	kW				
E	Hiệu suất định mức	%				
8	Tháp giải nhiệt					
A	Số lượng	..				
B	Công suất giải nhiệt	kCal/h				
C	Lưu lượng gió giải nhiệt	m <sup>3</sup> /h				
D	Công suất định mức của quạt	kW				
E	Nhiệt độ nước vào tháp	°C				
F	Nhiệt độ nước ra tháp	°C				
G	Nhiệt độ môi trường	°C				

## 3.9. Lò hơi

### 3.9.1. Giới thiệu

#### 3.9.1.1. Hơi nước

Hơi nước được xem là 1 phương tiện truyền nhiệt ứng dụng rộng rãi trong công nghiệp; được sản xuất từ các thiết bị sinh hơi, lò hơi và được phân phối qua hệ thống dẫn hơi do các đặc tính sau:

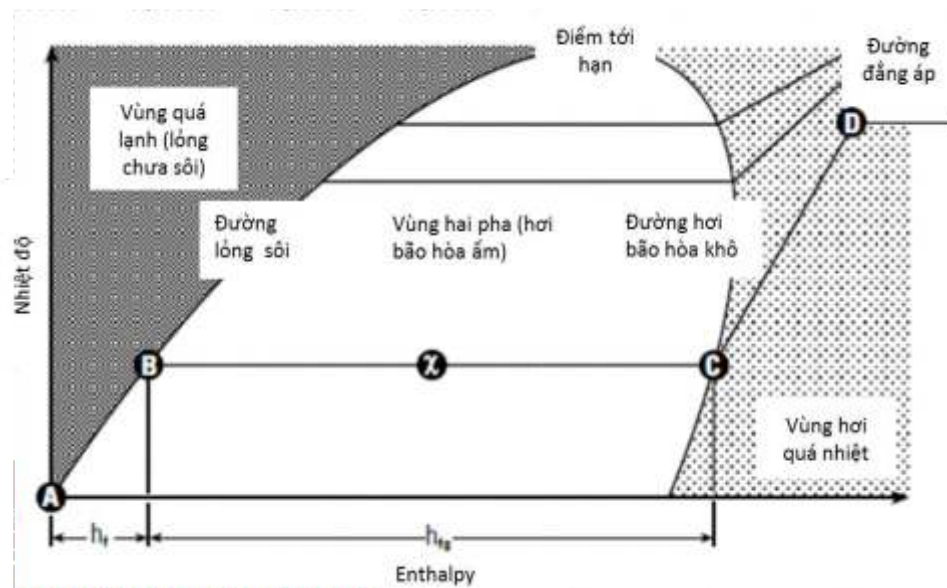
- Không độc hại
- Rẻ tiền
- Hệ số cấp nhiệt cao so với dùng điện
- Dễ dàng cung cấp tới mọi vị trí
- Kiểm soát chế độ nhiệt dễ dàng.

Thông số trạng thái (TSTT): dùng để xác định trạng thái của chất công tác/môi chất tải nhiệt. Các thông số trạng thái đo trực tiếp được: Áp suất, Nhiệt độ, Thể tích riêng.

Dưới đây là bảng đặc tính hơi nước.

*Bảng 54. Số liệu tính chất của hơi nước*

Áp suất		Nhiệt độ	Ấn nhiệt hóa hơi			Thể tích riêng bão hòa
Bar	kPa	°C	Nước (kJ/kg)	Hóa hơi (kJ/kg)	Hơi bão hòa (kJ/kg)	m <sup>3</sup> /kg
0	0	100	419	2257	2676	1,673
0,5	50	112	468	2226	2694	1,149
1,0	100	120	506	2201	2702	0,880
1,5	150	128	536	2181	2717	0,714
2,0	200	134	562	2163	2725	0,603
3,0	300	144	605	2133	2738	0,461
4,0	400	152	641	2108	2749	0,374
5,0	500	159	671	2086	2757	0,315
6,0	600	165	697	2066	2763	0,272
7,0	700	170	721	2048	2769	0,240
10,0	1000	184	782	2000	2782	0,177
14,0	1400	198	845	1947	2792	0,132



Hình 67. Sơ đồ chuyển hóa các thể của nước

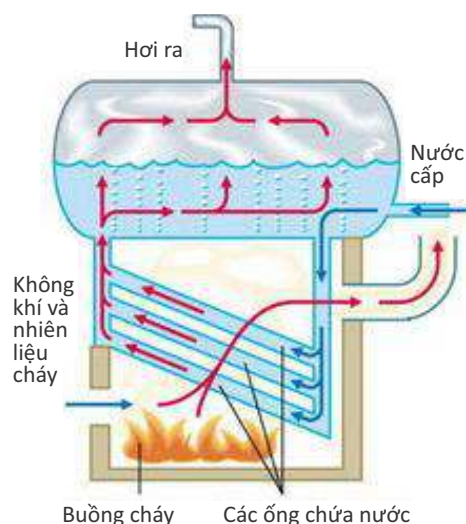
Nguồn: Asia Energy Efficiency

Sơ đồ trên miêu tả mối quan hệ giữa enthalpy, nhiệt độ của nước và hơi nước tại nhiều áp suất khác nhau. Vùng mô tả chất lỏng nằm ở bên trái của đường nước bão hòa và vùng mô tả hơi nước quá nhiệt nằm ở bên phải của đường hơi bão hòa. Đường nước bão hòa và hơi bão hòa giao nhau tại điểm tới hạn.

Để hiểu rõ hơn về đồ thị và quá trình chuyển hóa nước thành hơi, cần xem xét đường đẳng áp ABCD. Ban đầu, nước sẽ được đun nóng từ nhiệt độ tại điểm A cho đến nhiệt độ bão hòa tại điểm B. Nếu nhiệt vẫn tiếp tục được cung cấp, nước bão hòa sẽ dần chuyển đổi thành hơi bão hòa tại cùng nhiệt độ bão hòa cho đến khi nước chuyển hóa thành hơi 100%. Sau đó, nếu hơi vẫn được tiếp nhiệt thì hơi bão hòa sẽ chuyển thành hơi quá bão hòa. Nhiệt độ sẽ gia tăng trong quá trình chuyển đổi thành hơi quá bão hòa.

### 3.9.1.2. Giới thiệu về lò hơi

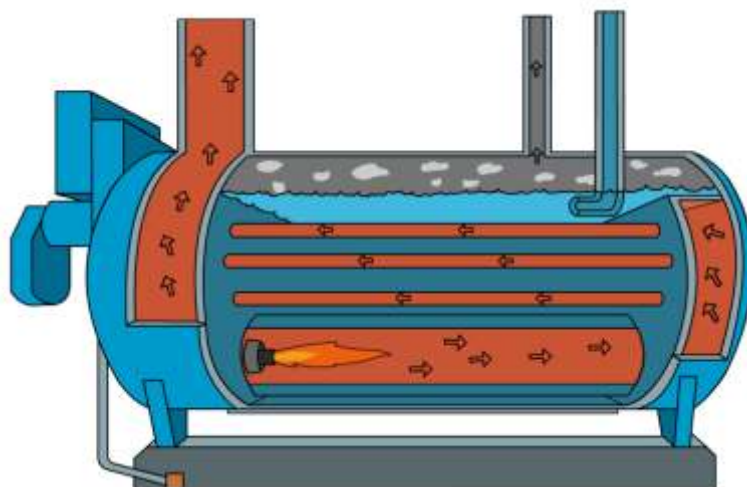
Nồi hơi lò hơi là thiết bị sử dụng nhiên liệu để đun sôi nước tạo thành hơi nước. Tùy theo nhu cầu sử dụng mà tạo ra nguồn hơi có nhiệt độ và áp suất phù hợp để đáp ứng cho các yêu cầu khác nhau.



Hình 68. Cấu tạo đơn giản của Lò hơi ống nước

### Một vài ví dụ về lò hơi

- Lò hơi ống lửa:



Hình 69. Lò hơi ống lửa

Bảng 55. Ưu điểm và nhược điểm của lò hơi ống lửa

Ưu điểm	Nhược điểm
Có thể dùng cho công suất thấp Dễ sử dụng và bảo trì Rẻ tiền	Đòi hỏi thể tích nước lớn Thời gian cho hơi đạt đến áp suất mong muốn lâu Hơi nhận được là hơi bão hòa ẩm

- Lò hơi ống nước:

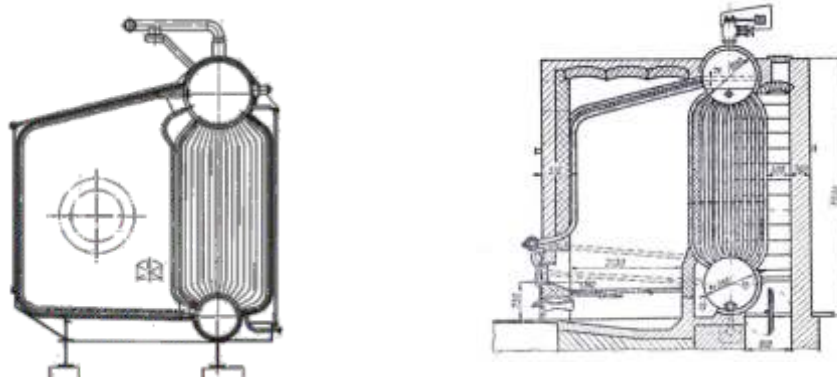


Hình 70. Hình Lò hơi ống nước

Bảng 56. Ưu điểm và nhược điểm của lò hơi ống nước

Ưu điểm	Nhược điểm
Hiệu suất nhiệt cao Có thể tạo được hơi quá bão hòa Thiết kế có thể linh hoạt	Lắp đặt khá phức tạp Đòi hỏi hệ thống điều khiển phức tạp

- Lò hơi ống nước có bao hơi:



Hình 71. Hình Lò hơi ống nước có bao hơi

Bảng 57. Ưu điểm và nhược điểm của lò hơi có bao hơi

Ưu điểm	Nhược điểm
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Phù hợp cho mọi loại nhiên liệu</li> <li>- Thông số cao (công suất, áp suất, khả năng sản xuất hơi quá nhiệt)</li> <li>- Chế độ tuần hoàn tốt</li> <li>- Ống nước uốn cong: có khả năng tự bù trừ giãn nở.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kích thước cồng kềnh. Thời gian lắp đặt lâu. Vốn đầu tư tăng</li> <li>- Yêu cầu chất lượng nước cao</li> <li>- Phải bố trí xả đáy tại nhiều vị trí. Vận hành phức tạp</li> <li>- Khó vệ sinh bề mặt ống.</li> </ul>

Giá hơi nước được tính tổng quát như sau:

$$Sc \text{ (Đồng/kg)} = \frac{(h'' - h')}{h} \cdot \frac{R}{(D \cdot GCV)}$$

$h''$ : enthalpy của hơi nước (kcal/kg)

$h'$ : enthalpy của nước cấp lò (kcal/kg)

$h$ : hiệu suất lò (%)

$R$ : giá nhiên liệu (Đồng/lít)

$D$ : tỷ trọng nhiên liệu lỏng (kg/lít)

$GCV$ : nhiệt trị thấp của nhiên liệu (kcal/kg).

### 3.9.1.3. Hiệu suất lò hơi

Xác định hiệu suất lò hơi là bước cần thiết để phân tích hiệu quả sử dụng năng lượng của lò hơi.

- Hiệu suất lò hơi được tính trực tiếp theo công thức dưới đây:

$$\text{Hiệu Suất Lò Hơi} = \frac{Q \times (h_g - h_f)}{q \times GCV} \times 100$$

$Q$  (kg/giờ): Lưu lượng hơi tạo ra mỗi giờ

$h_s$  (kcal/kg): Enthalpy của hơi bão hòa

$h_w$  (kcal/kg): Enthalpy của nước cấp

$m$  (kg/giờ): Khối lượng nhiên liệu sử dụng mỗi giờ

$GCV$  (kcal/kg nhiên liệu): Loại nhiên liệu và nhiệt trị

Ví dụ:

Hơi cần sinh ra: 2,5 tấn/giờ

Lượng dầu FO tiêu thụ: 180 lít/giờ (tỷ trọng dầu: 0,95 kg/lít)

Nhiệt độ nước cấp: 85°C

Nhiệt trị dầu FO: 9.800 kCal/kg

Enthalpy hơi tại áp suất 8 kg/cm<sup>2</sup>: 666kCal/kg (hơi bão hòa)

Enthalpy của nước cấp: 85 kCal/kg

Hiệu suất lò hơi:

$$\frac{2500 \times (666 - 85)}{180 \times 0,95 \times 9800} \times 100 = 86,67\%$$

Ưu điểm	Nhược điểm
Ít thông số yêu cầu Tính toán nhanh Sử dụng ít thiết bị đo	Thiếu thông tin tổn thất cụ thể

- Xác định hiệu suất lò hơi theo phương pháp gián tiếp. Hiệu suất lò hơi được xác định gián tiếp thông qua việc xác định các tổn thất qua lò theo công thức dưới đây:

$$\text{Hiệu suất lò hơi} = 100\% - (q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6 + q_7)$$

Các tổn thất của hệ thống lò hơi gồm:

$q_1$  (%) : Tổn thất qua khói thải

$q_2$  (%) : Tổn thất thoát do đốt cháy hydro trong nhiên liệu

$q_3$  (%) : Tổn thất do hơi ẩm trong nhiên liệu

$q_4$  (%) : Tổn thất do hơi ẩm trong không khí

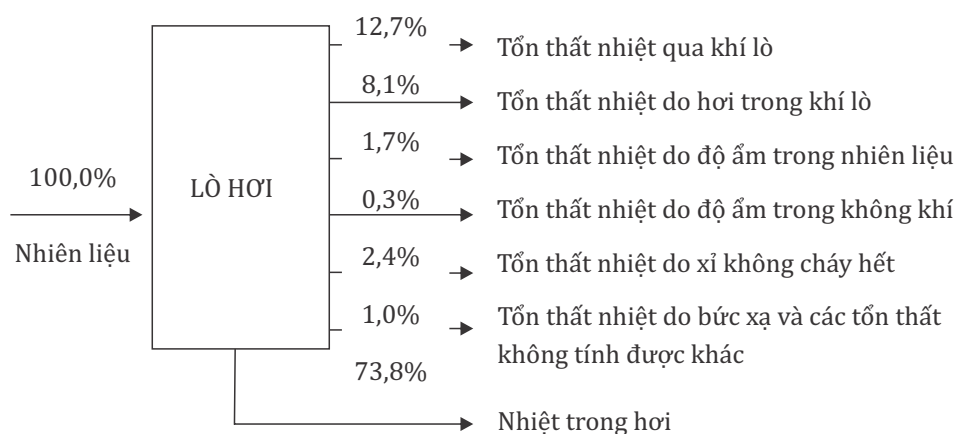
$q_5$  (%) : Tổn thất do nhiên liệu cháy chưa hết trong tro

$q_6$  (%) : Tổn thất qua xả đáy

$q_7$  (%) : Tổn thất qua bức xạ đối lưu và tổn thất khác

Tổn thất nhiệt qua lò hơi được xác định từ cân bằng nhiệt lò hơi





Hình 72. Những tổn thất điển hình của lò hơi đốt than

Nguồn: Asia Energy Efficiency

Ví dụ tính toán hiệu quả hoạt động của lò hơi thông qua phương pháp gián tiếp (các công thức tính tổn thất được thể hiện trong các tool dạng bảng tính excel)

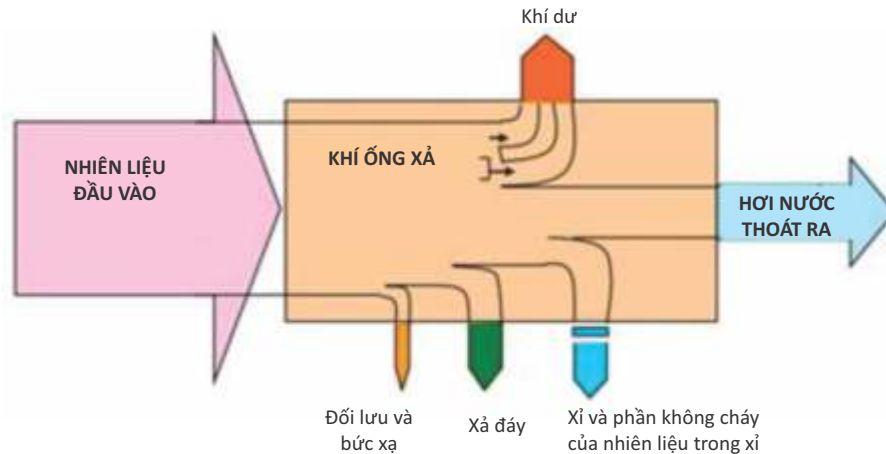
Bảng 58. Bảng tính hiệu quả hoạt động của lò hơi

STT	Tham khảo thông số	Đơn vị	Độc	
			Than	Dầu FO
<b>1</b>	<b>Phân tích tuyệt đối</b>			
	Carbon	%	46,15	82,7
	Hydro	%	3,06	10,9
	Oxy	%	10,21	0,5
	Sulphur	%	0	3,5
	Nitơ	%	1,58	0,4
	Độ ẩm	%	7,2	0,1
	Xỉ	%	31,8	0,1
<b>2</b>	GCV nhiên liệu	KCal/kg	4400	9856
<b>3</b>	O <sub>2</sub> trong khí lò	%		7,8
<b>4</b>	CO <sub>2</sub> trong khí lò	%	8,5	9,9
<b>5</b>	Nhiệt độ khí lò (T <sub>f</sub> )	°C	180,4	181
<b>6</b>	Nhiệt độ môi trường xung quanh (T <sub>a</sub> )	°C	31	31
<b>7</b>	Độ ẩm trong không khí	Kg/kg khí khô	0,018	0,018
<b>8</b>	Cháy trong xỉ	%	10	0
<b>9</b>	GCV xỉ	KCal/kg	800	0
<b>10</b>	Khí dư cấp (EA)	%	<b>75</b>	<b>59</b>
	$(O_2 \times 100)/(21 - O_2)$			
<b>11</b>	Nhu cầu không khí trên lý thuyết (TAR) $[11.43 \times C + \{34,5 \times (H_2 - O_2/8)\} + 4,32 \times S]/100$	kg/kg nhiên liệu	<b>5,89</b>	<b>13,34</b>
<b>12</b>	Lượng khí cấp thực tế AAS $\{1 + EA/100\} \times$ không khí trên lý thuyết	kg/kg nhiên liệu	<b>10,31</b>	<b>21,23</b>
<b>13</b>	% tổn thất nhiệt do khí lò khô	%	<b>11,42</b>	<b>8,48</b>
	$\{k \times (T_f - T_a)\} / \% CO_2$			
	Trong đó, k (hằng số Seigert)			
	= 0,65 với than			
	= 0,56 với dầu			
	= 0,40 cho NG	<b>0,65</b>		
<b>14</b>	% tổn thất nhiệt do bay hơi nước tạo thành do có H <sub>2</sub> trong nhiên liệu $[9 \times H_2 \{584 + 0,45(T_f - T_a)\}] / GCV$ nhiên liệu	%	<b>4,08</b>	<b>6,48</b>
<b>15</b>	% tổn thất nhiệt do bay hơi từ độ ẩm trong nhiên liệu $[M \times \{584 + 0,45 \times (T_f - T_a)\}] / GCV$ nhiên liệu	%	<b>1,07</b>	<b>0,01</b>
<b>16</b>	% tổn thất nhiệt do độ ẩm trong không khí $\{AAS \times \text{Độ ẩm} \times 0,45 (T_f - T_a) \times 100\} / GCV$ nhiên liệu	%	<b>0,28</b>	<b>0,26</b>
<b>17</b>	% tổn thất nhiệt do cháy trong xỉ $\{x_i \times (100 - \text{cháy trong xỉ}) \times GCV \text{ of xỉ} / 100\} / GCV$ nhiên liệu	%	<b>5,20</b>	<b>0,00</b>
<b>18</b>	Tổn thất do bức xạ và tổn thất không tính được	%	<b>2,00</b>	<b>2,00</b>
<b>19</b>	Tổng lượng tổn thất	%	<b>24,05</b>	<b>17,24</b>
<b>20</b>	Hiệu suất	%	<b>75,95</b>	<b>82,76</b>

### 3.9.2. Mô tả dòng năng lượng

#### Sơ đồ Sankey

Sơ đồ Sankey dưới đây miêu tả sự chuyển hóa năng lượng đầu vào từ nhiên liệu thành năng lượng hơi nước, nhiệt và các dòng năng lượng tổn thất. Phần lớn năng lượng bị tổn hao do khí dư, do nhiên liệu chưa cháy hết hoặc tổn thất qua xả đáy.



Hình 73. Sơ đồ Sankey hiệu suất lò hơi

Nguồn: Asia Energy Efficiency

### 3.9.3. Các giải pháp tiết kiệm năng lượng

#### 3.9.3.1. Bảo ôn đường ống phân phối và các thiết bị sử dụng

Các đường ống phân phối hơi và các thiết bị cấp, sử dụng hơi không được bảo ôn tốt sẽ gây ra thất thoát nhiệt lượng. Lượng nhiệt tổn thất khi không bảo ôn đường ống và lò hơi được trình bày trong các bảng sau.

Bảng 59. Bảng tổn thất nhiệt do không cách nhiệt

Độ chênh nhiệt độ giữa hơi và nhiệt độ không khí °C	Kích thước ống									
	15 mm	20 mm	25 mm	32 mm	40 mm	50 mm	65 mm	80 mm	100 mm	150 mm
	W/m									
56	54	65	79	103	108	132	155	188	233	324
67	68	82	100	122	136	168	198	236	296	410
78	83	100	122	149	166	203	241	298	360	500
89	99	120	146	179	205	246	289	346	434	601
100	116	140	169	208	234	285	337	400	501	696
111	134	164	198	241	271	334	392	469	598	816
125	159	191	233	285	285	394	464	555	698	969
139	184	224	272	333	333	458	540	622	815	1133
153	210	255	312	382	382	528	623	747	939	1305
167	241	292	357	437	437	602	713	838	1093	1492
180	274	329	408	494	494	676	808	959	1190	1660
194	309	372	461	566	566	758	909	1080	1303	1852

Nguồn: EnerTEAM

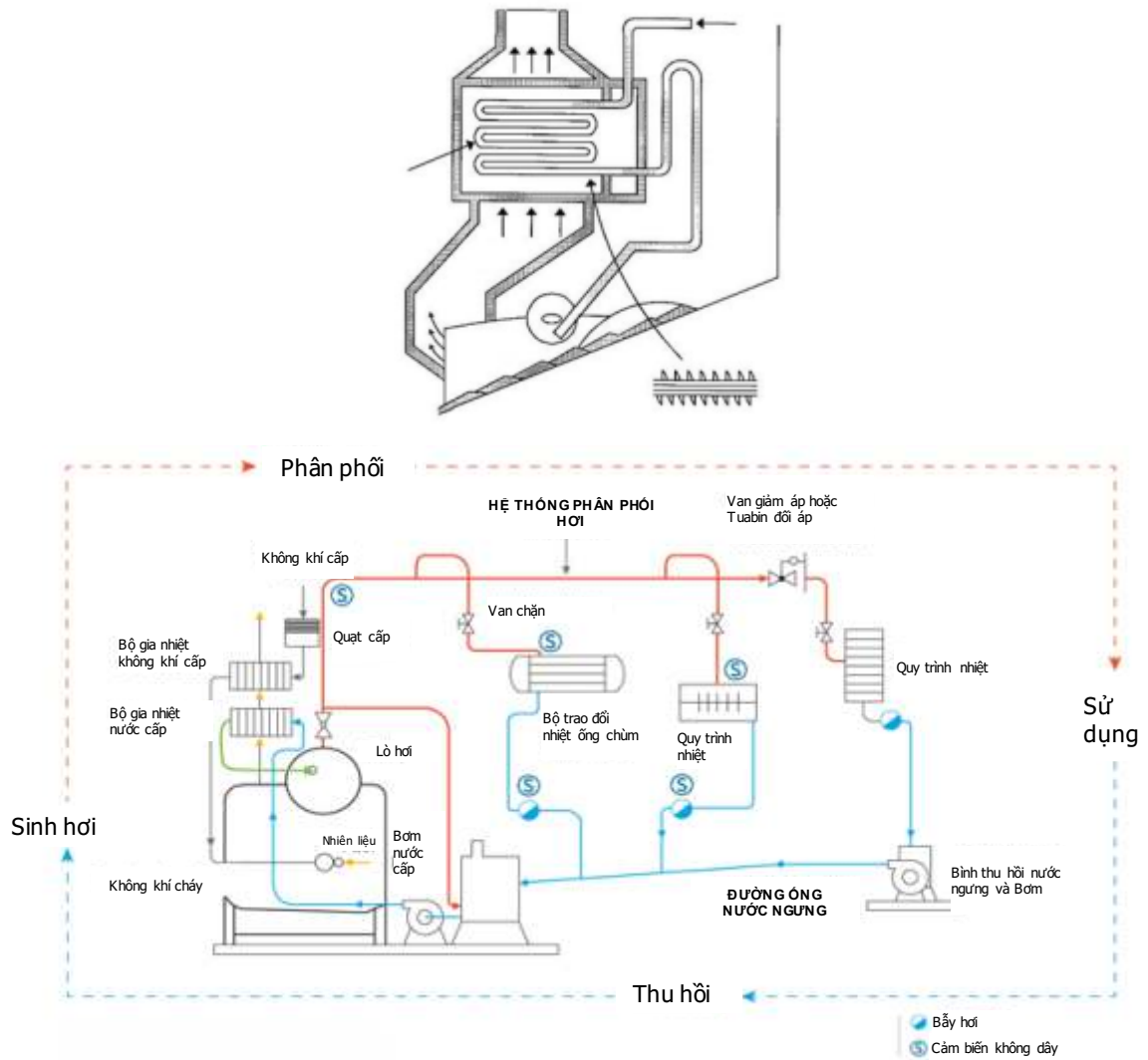
Bảng 60. Tổn thất nhiệt do không cách nhiệt lò hơi

<b>Tổn thất nhiệt trên 1 m ống</b>		501 W/m
Chiều dài đường ống để trần		32,0 m
<b>Lượng nhiệt tổn thất</b>		16.032 W
Áp suất hơi		5 bar
<b>Thông tin sản xuất</b>	Thời gian vận hành hàng năm	7.920 giờ/năm
	Giá thành sản xuất hơi	516.250,0 Đồng/tấn
	Lượng hơi tổn thất tương đương	20,94 kg/giờ
	<b>Chi phí tổn thất hàng năm</b>	<b>85.609.121</b> Đồng/năm

<b>TÍNH BỀ DÀY CÁCH NHIỆT</b>		
	Nhiệt độ hơi sản xuất	150,9 °C
<b>Đặc tính ống dẫn hơi</b>	Đường kính ngoài ống dẫn hơi	100 mm
	Đường kính trong ống dẫn hơi	90 mm
	Hệ số dẫn nhiệt ống dẫn hơi	50 W/m.độ
<b>Đặc tính lớp cách nhiệt</b>	Nhiệt độ bề mặt cách nhiệt	50 °C
	Hệ số dẫn nhiệt vật liệu cách nhiệt	0,051 W/m.độ
	Lượng nhiệt tổn thất mong muốn	100 W/m
	<b>Bề dày cách nhiệt cần thiết</b>	<b>19</b> mm

### 3.9.3.2. Lắp bộ tận dụng nhiệt khói thải để hâm nóng nước cấp cho lò hơi

Khí thải của lò hơi thường được thải ra với nhiệt độ cao. Do đó, thu hồi nhiệt từ khí thải để đun nóng sơ bộ nước cấp là một giải pháp tiết kiệm năng lượng hiệu quả. Để thực hiện phương án này, cần lắp đặt thêm thiết bị trao đổi nhiệt.



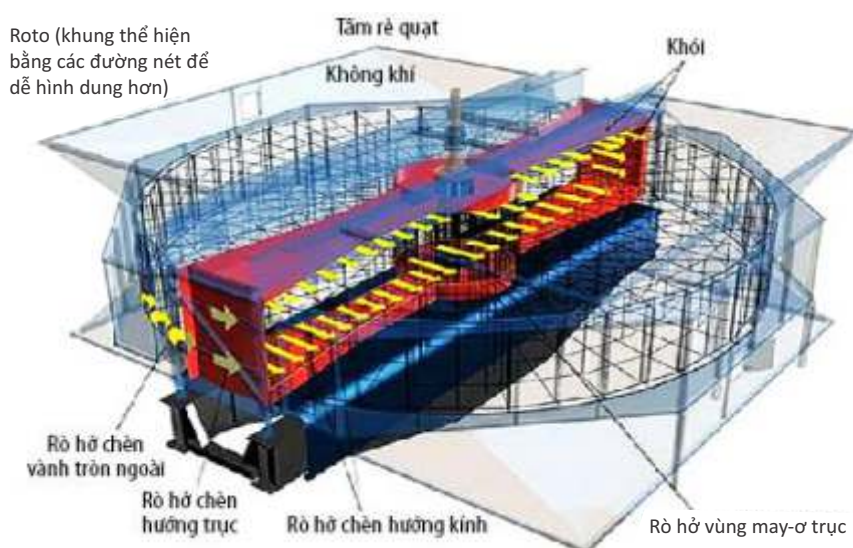
Hình 74. Sơ đồ lắp đặt bộ tận dụng nhiệt khói thải

Nguồn: Bộ năng lượng Mỹ

Bộ thu hồi nhiệt Economizer ngoài hâm nước cấp còn có thể sấy không khí.



a. Bộ hâm nước



b. Bộ sấy không khí

Hình 75. Bộ hâm nước (a) và bộ sấy không khí (b)

### 3.9.3.3. Tối ưu hoá vận hành quy trình

Điều kiện vận hành của lò hơi có thể tối ưu hóa nhằm giảm thất thoát năng lượng. Một số giải pháp có thể được áp dụng như sau:

- Điều chỉnh tối ưu tỉ số nhiên liệu/không khí sẽ duy trì được hiệu suất cháy cao
- Đánh giá lại kích cỡ lò liên quan đến phụ tải hơi
- Kiểm soát tự động xả đáy lò hơi để bảo vệ sự hình thành cặn
- Kiểm soát tốc độ cho quạt cấp gió, quạt hút khói thải.

### 3.9.3.4. Cải tiến và thay thế

Trước khi xem xét bất kỳ biện pháp nào dưới đây thì đều phải đánh giá đầy đủ bao gồm cả thử nghiệm mức năng lượng tiết kiệm và phân tích chi phí – lợi nhuận.

- Lắp đặt thiết bị phân tích khói để giám sát khói thải
- Thu hồi nhiệt thải từ khói thải
- Thay thế các lò hơi hiệu suất thấp
- Thay thế lò hơi nhiên liệu hoá thạch bằng lò hơi dùng nhiên liệu sinh khối.

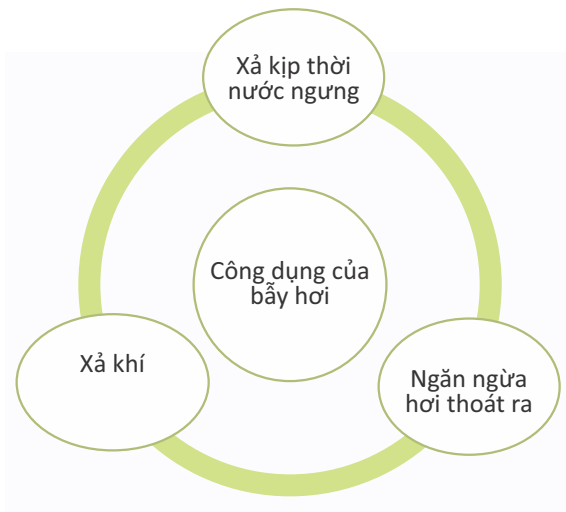
### 3.9.3.5. Lắp đặt và kiểm soát bẫy hơi hợp lý để thu hồi nước ngưng

Bẫy hơi có 3 chức năng chính:

- Xả kịp thời nước ngưng
- Ngăn ngừa hơi thoát ra
- Xả khí.

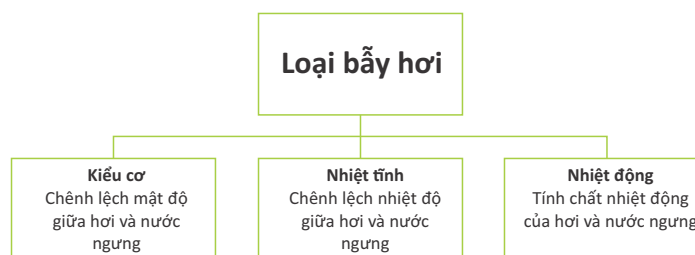


Hình 76. Các loại bẫy hơi



Hình 77. Công dụng của bẫy hơi

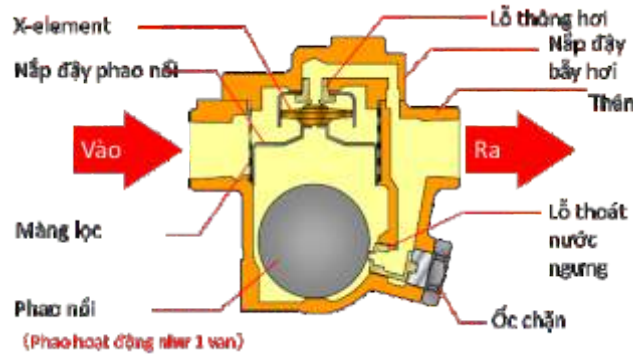
Có 3 loại bẫy hơi theo nguyên lý làm việc như sau.



Hình 78. Phân loại bẫy hơi

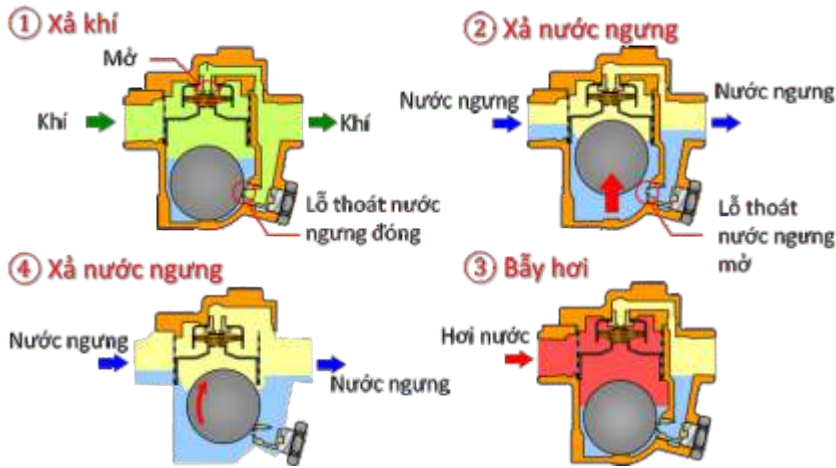
Bẫy cơ - Phao tự do

- Cấu tạo:



Hình 79. Cấu tạo của bẫy cơ - phao tự do (Nguồn từ TLV)

- Nguyên lý hoạt động



Hình 80. Nguyên lý hoạt động của bẫy cơ - phao tự do

- Khi bẫy hơi nguội, X-element và lỗ xả khí mở xả không khí ban đầu ra ngoài. Khi nước ngưng nhiệt độ thấp tiến vào bẫy hơi, phao nổi lên để nước ngưng xả ra ngoài. Quá trình xả nước ngưng và không khí diễn ra đồng thời.
- Khi không khí ban đầu và nước ngưng nhiệt độ thấp đã được xả ra ngoài, nước ngưng nhiệt độ cao gia nhiệt X-element và đóng lỗ xả không khí để hơi không thoát ra ngoài, lúc này nước ngưng vẫn được xả ra.
- Khi nước ngưng đã được xả ra hết và hơi nước chiếm phần không gian bên trong bẫy thì phao chìm xuống và X-element đóng lại, ngăn không cho hơi nước thoát ra để tránh rò rỉ.

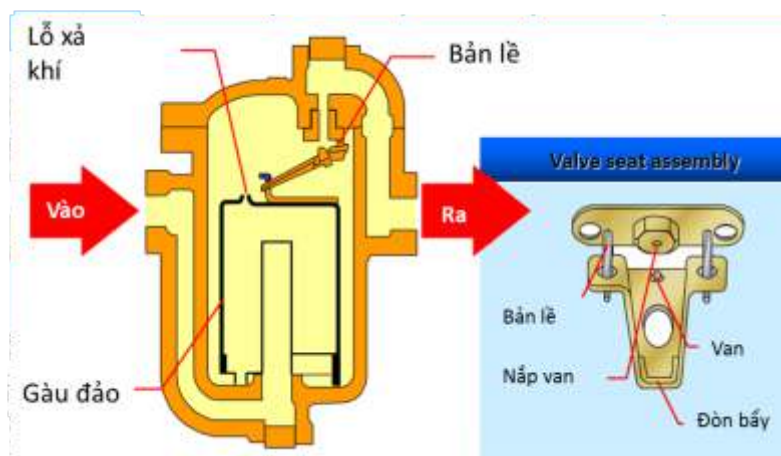
Bảng 61. Ưu điểm và khuyết điểm của bẫy cơ kiểu phao tự do

Ưu điểm:	Khuyết điểm:
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Liên tục thải nước ngưng tại nhiệt độ hơi</li> <li>- Có thể xử lý các nước ngưng nặng hay nhẹ</li> <li>- Có công suất lớn</li> <li>- Kháng cự lại sự va chạm của nước ngưng</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bẫy hơi hoạt động ở chênh áp cao cần có orifice là lỗ nhỏ hơn</li> </ul>



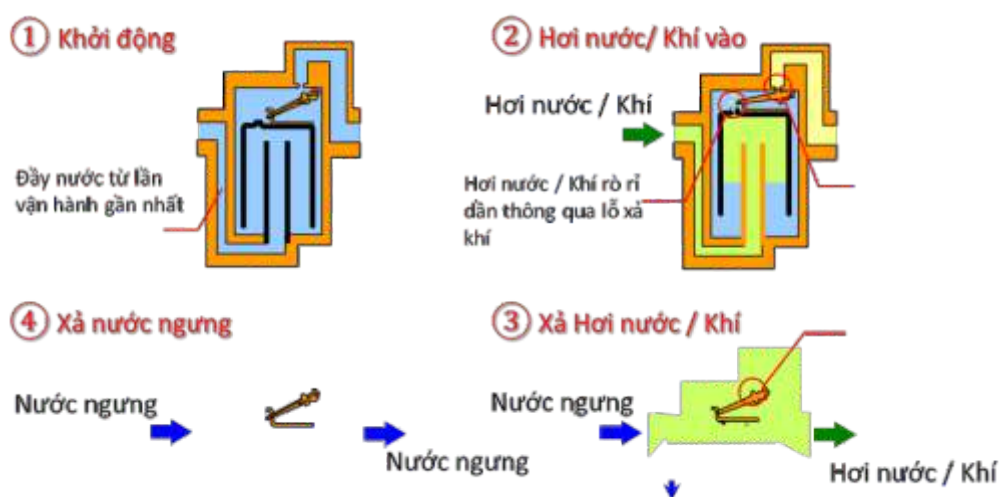
Bẫy cơ - Gàu đảo (ly úp)

- Cấu tạo:



Hình 81. Cấu tạo của bẫy cơ gàu đảo (Nguồn từ TLV)

- Nguyên lý hoạt động



Hình 82. Nguyên lý hoạt động của bẫy cơ gàu đảo

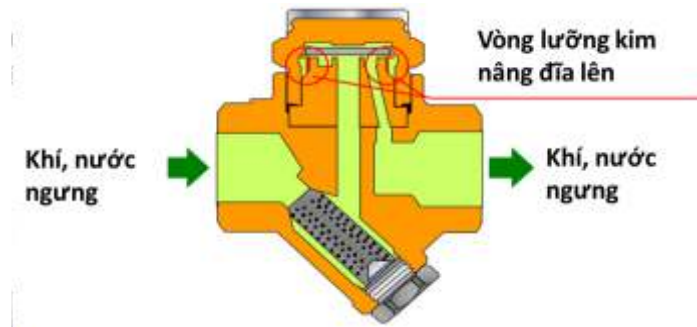
- Ban đầu trong bẫy vẫn còn chứa đầy nước từ lần hoạt động trước, gàu ở trạng thái chìm, lỗ xả mở.
- Khi bẫy hơi hoạt động, không khí/hơi nước tiến vào bẫy hơi nâng phần dưới của gàu lên đóng lỗ xả lại.
- Bẫy hơi sẽ đóng cho đến khi hơi nước trong bẫy ngưng tụ hoặc nước ngưng đi vào. Gàu sẽ chìm xuống và van xả sẽ được mở.
- Nước ngưng được thải ra ngoài, và sau đó chu trình được tiếp tục lặp lại.

Bảng 62. Ưu điểm và khuyết điểm của bẫy cơ kiểu gàu đảo

Ưu điểm:	Khuyết điểm:
Chịu đựng được áp suất cao Chịu đựng được sự va chạm của nước ngưng tụ	Khả năng xả khí chậm Thất thoát hơi dễ xảy ra nếu như bẫy hơi bị mất mực nước đóng kín

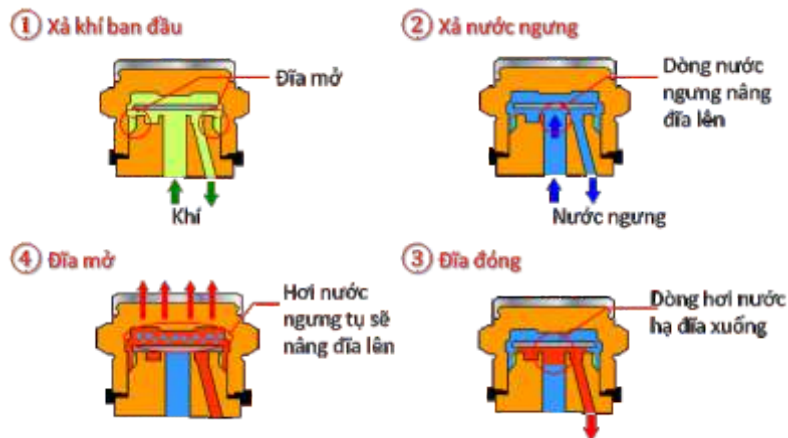
**Bẫy nhiệt động**

- Cấu tạo:



Hình 83. Cấu tạo của bẫy nhiệt động (Nguồn từ TLV)

- Nguyên lý hoạt động



Hình 84. Nguyên lý hoạt động của bẫy nhiệt động

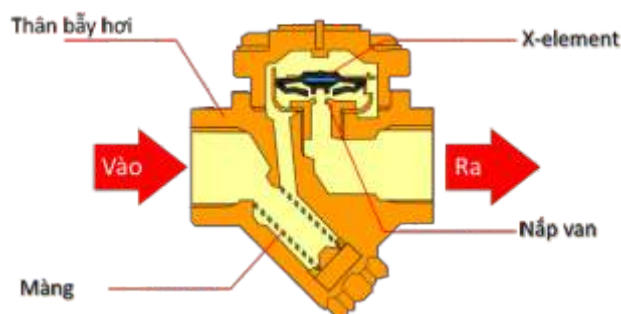
- Vào lúc bắt đầu, áp suất vào nâng đĩa lên, nước ngưng lạnh và không khí lập tức được đẩy ra khỏi vành đai bên trong ở dưới đĩa, ra ngoài qua cửa thải.
- Dòng nước ngưng qua cửa vào trong buồng dưới đĩa làm giảm áp suất và giải phóng hơi nước chuyển động ở vận tốc cao. Vận tốc cao tạo ra vùng áp suất thấp ở dưới đĩa, đẩy đĩa về phía vành đai.
- Cùng lúc đó, áp suất hơi hình thành bên trong buồng, ở trên đĩa, đẩy nó xuống chống lại nước ngưng vào cho đến khi nó đập lên vành đai trong và ngoài. Vào lúc này hơi nước ở buồng phía trên tạo ra áp suất mặt trên đĩa bằng với áp suất mặt dưới.
- Cuối cùng, áp suất ở buồng phía trên giảm khi hơi nước ngưng tụ. Đĩa được nâng lên bởi nước ngưng áp suất cao, và chu trình được lặp lại.

Bảng 63. Ưu điểm và khuyết điểm của bẫy nhiệt động

Ưu điểm:	Khuyết điểm:
Kết cấu đơn giản, nhỏ, gọn nhẹ	Luôn luôn có hơi xả kèm theo nước ngưng
Có khả năng ngưng tụ lớn	Hiệu suất thấp
Có thể lắp ngang hoặc đứng	Đầu xả của bẫy hơi gây sự ồn ào

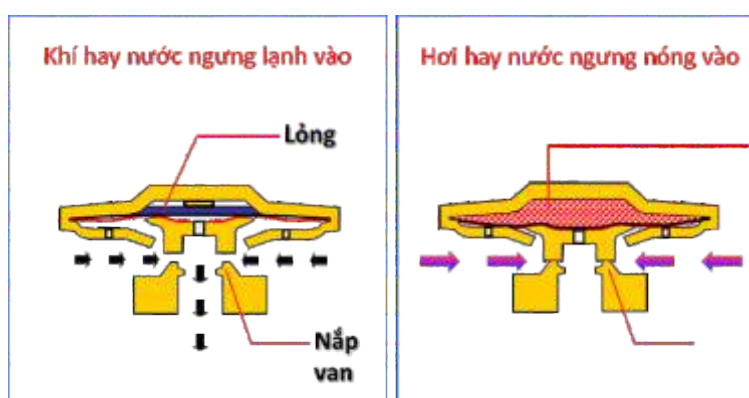
### Bẫy nhiệt tĩnh - cân bằng áp lực

- Cấu tạo:



Hình 85. Cấu tạo của bẫy nhiệt tĩnh - cân bằng áp lực (Nguồn từ TLV)

- Nguyên lý hoạt động



Hình 86. Nguyên lý hoạt động của bẫy nhiệt tĩnh - cân bằng áp lực

Khi nước ngưng tụ đi qua bẫy hơi cân bằng áp lực, nhiệt sẽ được truyền vào chất lỏng bên trong capsule. Chất lỏng sẽ được bốc hơi trước khi hơi nước đi vào. Áp suất bay hơi bên trong capsule sẽ làm cho chất lỏng giãn nở và đóng van lại. Tổn thất nhiệt từ bẫy sau đó làm mát nước xung quanh, khiến cho hơi nước ngưng tụ, capsule đóng lại, mở van, và xả nước ngưng tụ cho đến khi hơi nước đi vào trở lại. Chu trình sẽ được lặp lại.

Bảng 64. Ưu điểm và khuyết điểm của bẫy nhiệt tĩnh - cân bằng áp lực

Ưu điểm:	Khuyết điểm:
Kết cấu đơn giản, nhỏ, gọn nhẹ Dễ bảo trì Công suất lớn	Van không mở cho đến khi nhiệt độ nước ngưng tụ thấp hơn nhiệt độ hơi

Dưới đây là một số lưu ý khi lựa chọn bể hơi.

*Bảng 65. Lựa chọn loại bể hơi phù hợp với phạm vi ứng dụng*

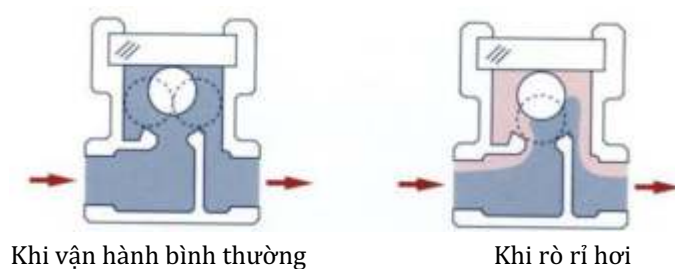
Ứng dụng	Đặc điểm	Bể hơi thích hợp
Ống dẫn hơi	Công suất nhỏ Áp suất thay đổi thường xuyên Áp suất thấp - Áp suất cao	Nhiệt động Cơ khí: Phao
Thiết bị Nồi nấu Bộ gia nhiệt Bộ sấy Bộ trao đổi nhiệt.	Công suất lớn Thay đổi nhiệt độ và áp suất là không mong muốn Hiệu suất của thiết bị là vấn đề	Cơ khí Phao Gàu đảo
Dụng cụ đo	Độ tin cậy cao	Nhiệt động Nhiệt tĩnh

Có 2 dạng hư hỏng liên quan đến bể hơi:

- Hư hỏng dạng mở: Thất thoát hơi làm tăng chi phí sản xuất
- Hư hỏng dạng đóng: búa nước gây hỏng sản phẩm, thiết bị.

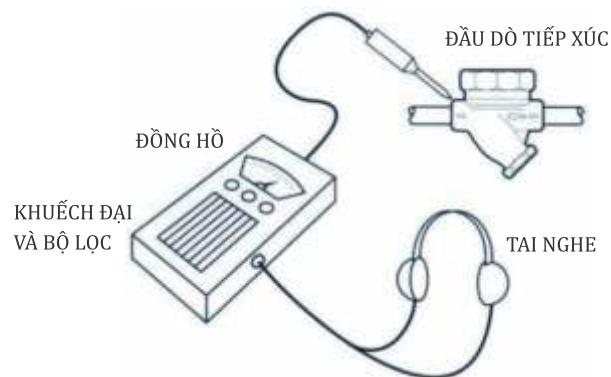
Kiểm tra rò rỉ, và kiểm tra bể hơi.

Quan sát bằng mắt cho phép quan sát dòng lưu chất xả sau bể hơi khi bể vẫn nối với ống thu hồi nước ngưng. Ứng dụng bị hạn chế do: kính quan sát cần được bảo dưỡng, tăng chi phí đầu tư.



*Hình 87. Quan sát hoạt động của bể hơi*

- Đo nhiệt độ: nếu chênh lệch T của hơi vào và hơi nước ngưng tụ thấp thì có thể bể hơi đang hoạt động tốt
- Phương pháp siêu âm: Dùng thiết bị phát hiện rò rỉ bằng âm thanh để nhận biết hoạt động của bể hơi.



Hình 88. Máy đo siêu âm

- Phương pháp đo độ dẫn điện phát hiện rò rỉ bằng thiết bị Spira-tec.



Hình 89. Máy đo độ dẫn điện

Thiết bị SLDS Spira-tec được sử dụng để kiểm tra rò rỉ bất kỳ loại bẫy hơi nào dù đang trong quá trình hoạt động.

### 3.9.4. Số liệu cần thu thập

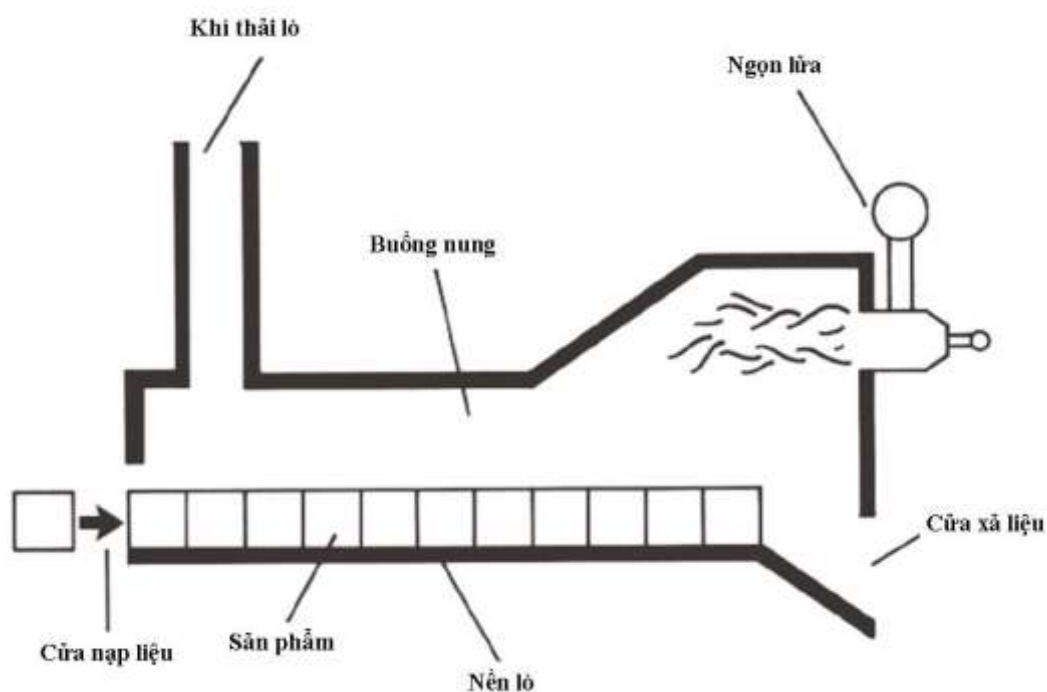
Các thông số cần cho quá trình tính toán hiệu suất lò hơi:

- Thành phần nhiên liệu (%C, %H<sub>2</sub>, %O<sub>2</sub>, %S, % độ ẩm, % độ tro)
- Nhiệt độ khói thải của lò hơi
- Nhiệt độ môi trường xung quanh
- Độ ẩm của không khí
- Phân tích khí cháy : % O<sub>2</sub> hoặc CO<sub>2</sub> trong khói thải
- Nhiên liệu và nhiệt trị (GCV) kCal/kg
- Nhiệt trị của xỉ
- Lượng nước xả đáy
- Đo nhiệt độ nhiên liệu.

## 3.10. Lò nung

### 3.10.1. Giới thiệu

Lò nung là thiết bị được sử dụng để làm tan chảy kim loại cho quá trình đúc, hoặc để gia nhiệt cho vật liệu để làm thay đổi hình dạng (ví dụ: cán, rèn) hoặc thuộc tính vật liệu (xử lý nhiệt).



Hình 90. Cấu tạo lò nung

#### 3.10.1.1. Bộ phận chính lò nung

- Hệ thống cung cấp nhiệt lượng: đốt nhiệt liệu hoặc nguồn điện
  - Đốt nhiên liệu: nhiệt lượng được sinh ra từ đốt hỗn hợp khí và nhiên liệu có thành phần thích hợp
  - Lò nung điện: nhiệt lượng sinh ra từ điện trở, từ trở hoặc hồ quang điện.
- Vỏ lò nung (thành lò nung): Vỏ lò nung được dùng để chống lại tổn hao nhiệt đối với môi trường xung quanh. Lớp vỏ lò nung trở với tác động nhiệt
- Hệ thống truyền động lò nung: Nguyên liệu được cấp vào và lấy ra khỏi lò nung bởi hệ thống truyền động. Năng lượng của lò nung có thể bị tổn thất suốt quá trình này
- Trao đổi nhiệt: sử dụng nhiệt khí thải để gia nhiệt cho không khí, nguyên liệu trước khi vào lò nung hoặc sử dụng cho mục đích gia nhiệt khác
- Thiết bị và điều khiển: Bao gồm các sensor và bộ điều khiển hệ thống: hệ thống cung cấp nhiệt liệu, hệ thống cung cấp nguyên liệu, đo lường khí thải, hệ thống truyền động...

### 3.10.1.2. Phân loại lò nung

Bảng 66. Phân loại lò nung

Phương pháp phân loại	Phân loại
Nhiên liệu đốt	Dầu
	Khí
	Than
Chế độ xử lý nguyên liệu	Mé
	Định kỳ (rèn, cán lại, nôi)
	Liên tục
Phương pháp truyền nhiệt	Bức xạ
	Đối lưu
Thu hồi nhiệt thải	Thu hồi nhiệt thải
	Tái tạo nhiệt thải

### 3.10.1.3. Đánh giá hiệu quả lò nung

Hiệu suất lò nung tăng lên khi phần trăm nhiệt được chuyển vào nguyên liệu tăng lên. Hiệu suất lò nung được tính bằng 2 phương pháp:

- Phương pháp trực tiếp:

Hiệu suất của lò nung được xác định bằng lượng nhiệt hữu ích hấp thụ vào nguyên liệu, chia cho tổng lượng nhiệt của nhiên liệu tiêu thụ.

$$\text{Hiệu suất của lò} = \frac{\text{Nhiệt thực tế cấp vào lò}}{\text{Nhiệt tỏa từ nhiên liệu đốt}}$$

Nhiệt hấp thụ (Q) trong nguyên liệu xác định bằng công thức:  $Q = m \times C_p \times (t_2 - t_1)$

$Q$  = lượng nhiệt hấp thụ trong nguyên liệu, kCal

$m$  = khối lượng nguyên liệu, kg

$C_p$  = nhiệt dung riêng của nguyên liệu, kCal/kg.°C

$t_o$  = nhiệt độ lò nung hoạt động, °C

$t_{amb}$ : nhiệt độ bằng đầu của nguyên liệu, °C.

- Phương pháp gián tiếp:

Hiệu suất lò nung bằng phương pháp gián tiếp, bằng cách trừ tổn thất do khí thải, tổn thất do hơi ẩm trong nhiên liệu, tổn thất do mở lò, tổn thất do thành lò và các tổn thất khác không tính toán được từ nhiệt lượng cung cấp vào lò nung.

- Tổn hao nhiệt qua khí thải

$$\% \text{ Tổn thất qua khí lò} = \frac{m \times C_p \times \Delta T \times 100}{\text{GCV của nhiên liệu}}$$

$m$  = khối lượng của không khí và nhiên liệu: (không khí + dầu)

$C_p$  = nhiệt dung riêng

$\Delta T$  = chênh lệch nhiệt độ của khí thải và nhiệt độ môi trường.

GCV = nhiệt trị của nhiên liệu, kCal/kg.

- Tổn hao nhiệt do hơi ẩm có trong dầu:

$$\% \text{ Tổn thất nhiệt do hơi ẩm trong dầu} = \frac{m \times \{584 + 0.45 \times (T_{fg} - T_{amb})\}}{\text{GCV của nhiên liệu}} \times 100$$

$m$  = khối lượng hơi ẩm có trong 1 kg dầu

$T_f$  = nhiệt độ khí thải, °C

$T_{amb}$  = nhiệt độ môi trường, °C

- Tổn hao nhiệt do thành phần H có trong nhiên liệu:

$$\% \text{ Tổn hao nhiệt do thành phần H có trong nhiên liệu} = \frac{9 \times H_2 \times \{584 + 0.45 \times (T_{fg} - T_{amb})\}}{\text{GCV của nhiên liệu}} \times 100$$

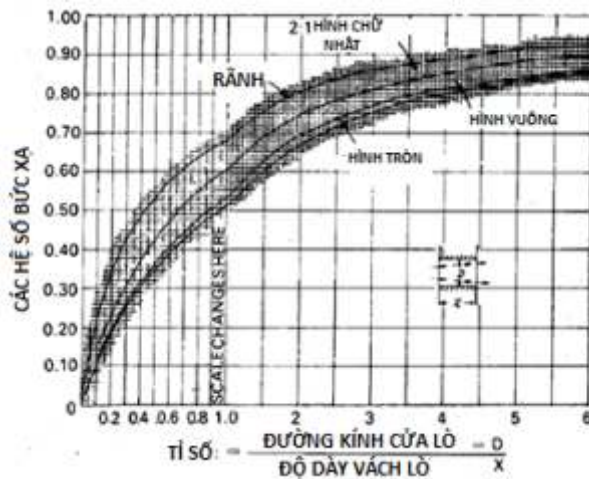
$m_{H_2}$  = khối lượng H có trong 1 kg dầu.

- Tổn hao nhiệt do mở lò nung:

**Tổn hao nhiệt do mở lò nung**

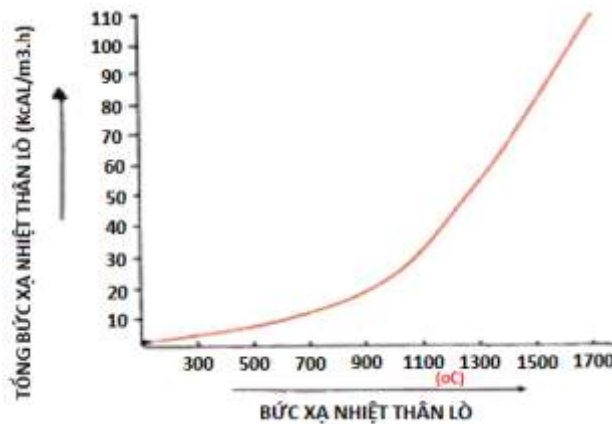
$$= \frac{(\text{Hệ số bức xạ của thể đen do phát xạ} \times \text{emissivity} \times \text{Hệ số bức xạ} \times \text{Diện tích mở}) \times 100}{\text{Lượng dầu} \times \text{GCV}}$$

Hệ số bức xạ qua cửa lò và hệ số bức xạ qua thân lò có thể xác định dựa vào các hình dưới đây.



Hình 91. Hệ số bức xạ mở cửa lò

Nguồn: BEE, 2005

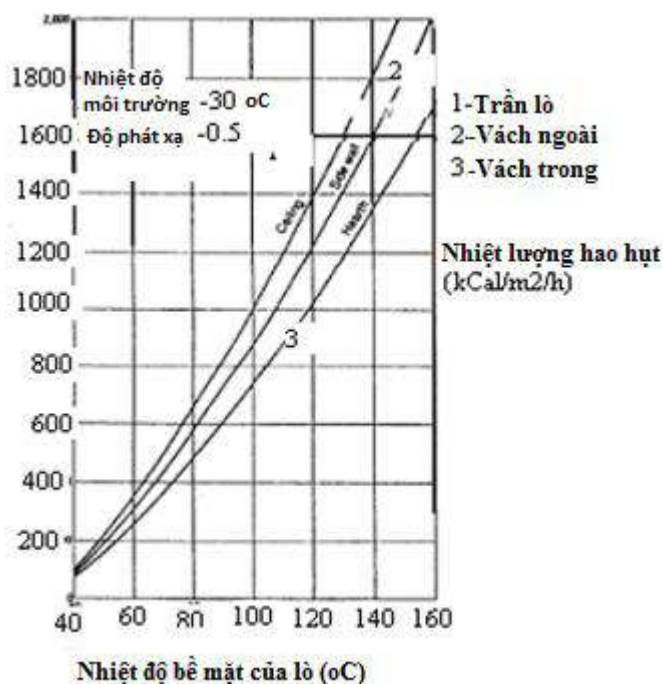


Hình 92. Bức xạ nhiệt thân lò theo nhiệt độ

Nguồn: BEE, 2005



- **Tổn hao nhiệt qua thành lò nung:** để xác định lượng nhiệt lượng tổn hao qua vỏ lò nung, đầu tiên là nhiệt lượng tổn hao qua mái, vỏ lò nung ở khu vực chính, và tổn hao nhiệt ở các khu vực khác lò nung.



Hình 93. Nhiệt lượng tổn hao qua trần, thân, và đáy lò nung

Nguồn: BEE, 2005

- **Tổn hao nhiệt ở mái và thân lò nung.**

Nhiệt độ trung bình bề mặt lò nung từ bảng 2.5.1:  $t_{st}^{\circ C}$

Nhiệt lượng tổn hao ở nhiệt độ  $t_{st}^{\circ C}$ , kCal/m²hr

Diện tích khu vực lò nung từ bảng thu thập

Như vậy, tổng nhiệt lượng tổn hao ở mái và thân lò nung: Nhiệt lượng tổn hao ở nhiệt độ  $t_{st}^{\circ C}$  x Diện tích lò nung  $m^2 =$  kCal/hr.

- **Tổn hao nhiệt ở những khu vực khác:**

Nhiệt độ trung bình bề mặt khu vực khác lò nung từ bảng 2.5.1:  $t_{ost}^{\circ C}$

Nhiệt lượng tổn hao ở nhiệt độ  $t_{ost}^{\circ C}$ , kCal/m²hr

Diện tích khu vực  $m^2$

Như vậy, tổng nhiệt lượng tổn hao khu vực khác: Nhiệt lượng tổn hao ở nhiệt độ  $t_{ost}^{\circ C}$  kCal/m²hr x Diện tích  $m^2$ , kCal/hr.

$$\% \text{ Tổn thất nhiệt: } = \frac{(\text{tổn thất nhiệt I} + \text{tổn thất nhiệt ii}) \times 100}{\text{Lượng dầu} \times \text{GCV}}$$

- **Tổn hao không đo được:**

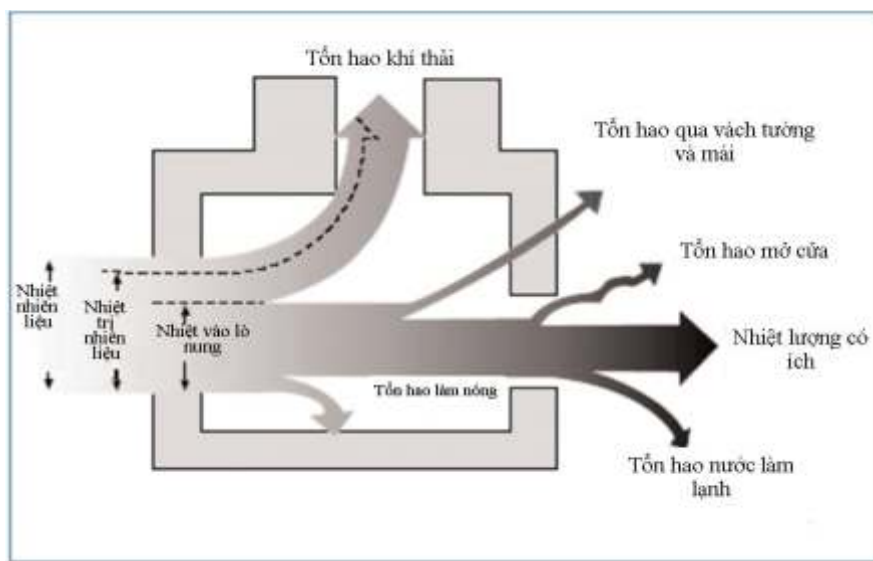
Những tổn thất này bao gồm: tổn thất lưu trữ nhiệt, tổn thất khi nạp liệu, mở lò, tổn thất do cháy không hoàn toàn, tổn thất do truyền qua thân lò, tổn thất do hình thành cặn.

Cộng tất cả các tổn hao nhiệt lượng lò nung ở trên để xây dựng bảng cân bằng năng lượng.

### 3.10.2. Mô tả dòng năng lượng trong lò nung

Tổng nhiệt năng cung cấp cho lò nung từ đốt cháy nhiên liệu hoặc sử dụng điện năng. Nhiệt lượng mong muốn dùng để gia nhiệt hoặc làm nóng nguyên liệu. Nhiệt lượng không dùng để gia nhiệt cho nguyên liệu gọi là nhiệt lượng hao phí.

Các dòng năng lượng được mô tả trong hình dưới đây:



Hình 94. Tổn hao nhiệt trong lò nung

Nguồn: Asia Energy Efficiency

Tổn hao nhiệt lò nung bao gồm:

- Tổn hao nhiệt qua khí thải: một lượng nhiệt lớn lò nung thất thoát ra ngoài lò nung thông qua khí thải lò nung
- Tổn hao nhiệt do độ ẩm nhiên liệu: nhiên liệu luôn luôn có hơi ẩm, vì vậy sẽ có một lượng nhiệt thất thoát để làm nóng, làm bay hơi hơi ẩm trong nhiên liệu
- Tổn hao nhiệt do thành phần H có trong nhiên liệu: khi cháy H kết hợp với  $O_2$  trong không khí để tạo thành hơi ẩm. Một phần nhiệt lượng của nhiên liệu cháy sẽ bị tổn hao do phản ứng này
- Tổn hao do mở lò nung: nhiệt bị mất do có các khe hở hoặc khi mở cửa lò nung. Lượng nhiệt tổn hao này khá đáng kể. Ngoài ra sự tổn hao cũng do quá trình lọc khí
- Tổn hao nhiệt ở thân và trần lò nung: Khí nhiệt độ bên trong luôn lớn hơn bên ngoài, nhiệt lượng sẽ thất thoát qua trần, tường, khuếch tán ra môi trường xung quanh.

Ngoài ra còn có một số tổn thất nhiệt khác, mà việc xác định định lượng gặp khó khăn. Một số tổn thất có thể đề cập ở đây:

- Tổn hao nhiệt lưu trú trong lò nung: Khi lò nung bắt đầu hoạt động, thì cấu trúc bên trong, hệ thống cách nhiệt cũng được nung theo, nhiệt này chỉ mất đi khi tắt lò nung
- Tổn hao nhiệt do hệ thống làm lạnh lò nung: nước và không khí thường dùng để làm lạnh các thiết bị, băng chuyền, hệ thống cán... nhưng nhiệt cũng bị hấp thụ bởi hệ thống làm lạnh
- Tổn hao do đốt cháy không hoàn toàn: Nhiệt lượng bị mất mát nếu nhiên liệu không bị cháy hoàn toàn. Hơn nữa nhiên liệu này sẽ mang theo một lượng nhiệt ra ngoài lò nung qua hệ thống thải nhiên liệu
- Tổn hao nhiệt do hình thành cặn.

Bảng 67. Cân bằng năng lượng lò nung

NHIỆT LƯỢNG VÀO			NHIỆT TỐN THẤT		
Bao gồm	kCal/kg	%	Bao gồm	kCal/ kg	%
Đốt cháy nhiên liệu			Tổn hao nhiệt qua khí thải		
Điện năng			Tổn hao nhiệt do hơi ẩm có trong dầu:		
			Tổn hao nhiệt do thành phần H có trong nhiên liệu		
			Tổn hao do hệ thống làm mát		
			Tổn hao do mở lò		
			Tổn hao qua trần, thành lò nung		
			Tổn hao nhiệt qua khí thải		
Tổng cộng					

### 3.10.3. Các giải pháp tiết kiệm năng lượng

Nhiệm vụ của một kiểm toán viên là giảm tổn hao nhiệt lượng và vận hành hệ thống lò nung tối ưu. Cơ hội tiết kiệm lò nung rất lớn, được đề cập dưới đây.

#### 3.10.3.1. Đốt cháy hoàn toàn nhiên liệu với lượng khí dư ít nhất

Để đốt cháy hoàn toàn nhiên liệu với lượng không khí ít nhất thì cần phải điều khiển các yếu tố sau:

- Sự xâm nhập không khí
- Duy trì áp suất lò nung
- Chất lượng nhiên liệu
- Kiểm soát không khí dư
- Lắp đặt thiết bị hiệu chỉnh tỉ số lượng khí dư và nhiên liệu.

#### 3.10.3.2. Phân phối nhiệt lượng

Lò nung được thiết kế để đảm bảo trong một thời gian nhất định sẽ nung sản phẩm lên một nhiệt độ mong muốn mà tiêu thụ một lượng nhiên liệu ít nhất.

Phân bố môi lửa được sử dụng để đốt cháy lò nung, yêu cầu chung của phân bố môi lửa là:

- Ngọn lửa không nên tiếp xúc hoặc tắt nghẽn bởi vật rắn
- Ngọn lửa của môi lửa không được bao trùm lên nhau
- Môi lửa nên có xu hướng lấp đầy lò nung, môi lửa không nên đặt song song đối diện nhau, nên đặt chệch nhau một đoạn. Lưu ý ngọn lửa không được tiếp xúc trần lò nung
- Trong lò nung nhỏ sử dụng dầu, thì môi lửa và ngọn lửa vàng sẽ nâng cao sự đồng nhất của nhiệt lượng. Nhưng ngọn lửa không nên quá dài vì nó sẽ tiếp xúc với cửa lò và ống khói lò nung
- Giữ sạch bề mặt lò nung bằng quạt bồ hóng
- Đốt cháy hoàn toàn trên bề mặt bức xạ
- Giữ các thiết bị trao đổi nhiệt sạch sẽ

Lựa chọn, lắp đặt môi lửa, quạt hiệu quả.

### 3.10.3.3. Thu hồi nhiệt khí thải

Nhiệt khí thải cần được thu hồi để gia nhiệt nguyên liệu đầu vào, gia nhiệt không khí vào lò, và những quá trình khác.

- Gia nhiệt cho nguyên liệu

Khi nguyên liệu thô được gia nhiệt bởi nhiệt khí thải thì lượng nhiên liệu cần để cung cấp làm nóng nguyên liệu được giảm bớt.

- Gia nhiệt không khí vào lò nung

Năng lượng khí thải được thu hồi để gia nhiệt cho không khí vào lò. Do thể tích không khí sau khi gia nhiệt tăng thêm, nên chú ý để chọn đường kính ống dẫn và quạt phù hợp. Hơn nữa, nếu khí thải có thành phần S, có thể gây ra tắc nghẽn bởi bụi bẩn và chất hóa học.

- Sử dụng nhiệt thải như là một nguồn năng lượng cho các quá trình khác:

Hơi nóng này có thể làm sản xuất hơi nóng hoặc nước nóng. Thỉnh thoảng, nhiệt khí thải có thể được sử dụng để làm nóng các thiết bị khác như bồn chứa, lò phản ứng v.v

### 3.10.3.4. Giảm thiểu tổn hao nhiệt qua vỏ lò nung

Có một số cách làm giảm nhiệt tổn hao qua vỏ lò nung:

- Chọn vật liệu làm tường lò nung phù hợp
- Tăng bề dày lò nung
- Lắp đặt gạch cách nhiệt
- Lên kế hoạch hoạt động cho lò nung.

### 3.10.3.5. Chống tổn hao qua mở lò

Có một số cách để giảm thất thoát do mở lò:

- Cần lưu ý mở cửa vừa đủ để làm việc và đóng kín sau khi làm việc xong
- Hạn chế mở cửa lò và thời gian mở cần ngắn
- Kiểm tra rò rỉ lò nung thường xuyên.

### 3.10.3.6. Điều khiển quạt hút

Nếu áp suất bên trong lò nung thấp hơn áp suất bên ngoài thì không khí có thể tràn vào bên trong thông qua khe cửa hoặc khe hở và ảnh hưởng trực tiếp đến tỉ lệ không khí và nhiên liệu. Điều đó sẽ ảnh hưởng đến nhiệt độ hoạt động lò nung hoặc sự đồng nhất nhiệt độ lò nung. Để tránh hiện tượng này, lò nung cần lắp đặt quạt hút hoặc lắp đặt điều khiển áp suất để duy trì áp suất lò nung luôn lớn hơn áp suất bên ngoài

### 3.10.3.7. Lò nung hoạt động ở nhiệt độ tối ưu

Điều quan trọng là lò nung phải hoạt động ở nhiệt độ tối ưu. Nhiệt độ ở mỗi loại lò nung là khác nhau. Nhiệt độ lò nung càng cao thì sự mất mát nhiệt lò nung càng lớn, tăng lượng dư Oxy, tăng quá trình khử Cacbon, giảm tuổi thọ lò nung. Tự động hóa nhiệt lò nung hoạt động sẽ tránh những sự cố đáng tiếc ở trên.

Lò nung phôi thép	1200 °C
Lò nung cán thép	1200 °C
Lò nung cán tấm	800 °C
Lò nung luyện dẻo Bogie	650 -750 °C

### 3.10.3.8. Sử dụng tối ưu lò nung

Một trong yếu tố quan trọng ảnh hưởng hiệu suất lò nung chính là nhiệt lượng cung cấp cho nguyên liệu. Có thể xem xét khối lượng nguyên liệu đưa vào lò nung, cách sắp xếp nguyên liệu trong lò nung và thời gian đốt nguyên liệu trong lò nung.

### 3.10.3.9. Nguyên liệu tối ưu

Nếu lò nung hoạt động dưới công suất so với công suất thiết kế, dẫn đến hiệu suất lò nung thấp. Nếu vận hành lò nung hoạt động quá công suất cho phép, thì nguyên liệu khó đạt đến nhiệt độ yêu cầu trong khoảng thời gian cho phép.

Lò nung hoạt động đúng công suất sẽ làm tăng hiệu suất lò nung, khi đó lượng nhiên liệu cung cấp cho 1 kg nguyên liệu thành phẩm là thấp nhất.

### 3.10.3.10. Sắp xếp nguyên liệu tối ưu

Việc đưa nguyên liệu vào trong lò nung nên được sắp xếp sao cho:

- Nguyên liệu nhận nhiều nhiệt từ nguồn cung cấp nhiệt
- Khí nóng được lưu chuyển hiệu quả xung quanh bề mặt nguyên liệu.

### 3.10.3.11. Thời gian lưu trú nguyên liệu trong lò nung tối ưu

Nhiên liệu tiêu thụ thấp nhất và chất lượng sản phẩm sẽ tốt nhất nếu nguyên liệu chỉ ở trong lò nung đến khi đạt đến yêu cầu vật lý và đặc tính sản phẩm. Nếu thời gian nguyên liệu lưu trú quá lâu sẽ làm tăng tốc độ oxy hóa bề mặt nguyên liệu, làm giảm chất lượng sản phẩm. Nếu thời gian nguyên liệu quá ít, sẽ dẫn tới nhiệt độ lò nung cao. Nhiệt độ lò nung càng cao thì tổn hao càng lớn trong cùng một đơn vị thời gian.

Để sử dụng tối ưu lò nung cần được lên kế hoạch từ giai đoạn thiết kế, bằng cách lựa chọn kích cỡ, loại lò nung phù hợp với kế hoạch sản xuất.

### 3.10.3.12. Sử dụng gốm cách nhiệt (Hệ số phản xạ cao)

Gốm cách nhiệt trong lò nung làm tăng tốc độ và hiệu suất truyền nhiệt, đồng nhất nhiệt độ lò nung, tăng tuổi thọ lò nung. Hệ số phản xạ của vật liệu giảm khí tăng nhiệt độ lò nung, trong khi gốm cách nhiệt lại tăng dần. Đặc tính nổi trội này đưa đến việc áp dụng phủ gốm cách nhiệt lên bề mặt nóng. Đặc tính nổi bật của lò nung có gốm cách nhiệt là hoạt động ở nhiệt độ cao 1350°C, tuổi thọ lớn.

### 3.10.3.13. Lựa chọn kiểu lò nung

Lựa chọn kiểu lò nung nhằm tối ưu hóa năng lượng sử dụng. Nhà sản xuất lò nung và người sử dụng lò nung nên xem xét một số yếu tố sau về lựa chọn lò nung:

- Kiểu lò nung
- Loại nguyên liệu
- Có hệ thống thoát xỉ không
- Diện tích lò nung
- Nhiệt độ hoạt động

- Mức độ bào mòn và tác động
- Cấu trúc truyền động của nguyên liệu trong lò nung
- Khả năng chịu nhiệt của cấu trúc và sự biến động nhiệt động
- Khả năng tương thích hóa học đến môi trường lò nung
- Trao đổi nhiệt và nguồn nhiên liệu
- Giá thành.

### 3.10.4. Các số liệu cần thu thập

#### 3.10.4.1. Danh sách thông tin cần khảo sát

Không dễ làm một bảng thu thập thông tin về lò nung, bởi vì các phương án nâng cao hiệu suất các lò nung là rất đa dạng và tùy thuộc vào nhiều yếu tố. Sau đây là một số ý có thể áp dụng với lò nung:

- Kiểm tra khe hở, sử dụng cửa hay màn che để tránh sự xâm nhập không khí bên ngoài
- Kiểm tra  $O_2$ ,  $CO$ ,  $CO_2$  và điều khiển tỉ lệ khí dư và nhiên liệu phù hợp
- Cải thiện sơ đồ môi lửa, bộ điều khiển đốt cháy, và các thiết bị khác
- Luôn đảm bảo phòng nung luôn có áp suất lớn hơn bên ngoài
- Sử dụng sợi gốm cách nhiệt đối với lò nung kiểu mẻ
- Điều khiển lò hoạt động với công suất tối ưu
- Lắp thêm bộ thu hồi nhiệt
- Kiểm tra chu kỳ vận hành và giảm thời gian nghỉ
- Lắp bộ điều khiển nhiệt độ
- Đảm bảo ngọn lửa không tiếp xúc với nguyên liệu.

### 3.10.4.2. Thông số đo lò nung

Bảng 68. Thông số và dụng cụ đo lò nung

STT	Thông số cần đo	Vị trí đo	Dụng cụ đo	Giá trị
1	Nhiệt độ hoạt động	ở lò nung	Đo nhiệt độ	°C
2	Nhiệt độ khí thải lò nung (T <sub>fg</sub> )	Chỗ khí thoát ra, ống khói	Đo nhiệt độ	°C
3	Nhiệt độ môi trường (t <sub>amb</sub> )	Xung quanh lò nung	Đo nhiệt độ, độ ẩm	°C, %RH
4	Phân tích khí thải	Chỗ khí thoát ra, ống khói	Đo thành phần của khói thải, nhiệt độ	°C, % của Oxy, CO, CO2
5	Nhiệt độ bề mặt lò nung	Bề mặt lò nung	Đo nhiệt độ tiếp xúc	°C
6	Nhiệt độ bề mặt ở các bề mặt khác	Bề mặt khác	Đo nhiệt độ tiếp xúc	°C

### 3.10.4.3. Bảng thu thập số liệu

Bảng 69. Thu thập thông tin lò nung

STT	Đơn vị												
- Tên gọi													
- Mã hiệu													
- Nhiên liệu (dầu DO, FO, than, gas...)													
- Công suất thiết kế	tấn/giờ												
- Diện tích lò nung	m <sup>2</sup>												
- Diện tích cửa nạp liệu													
- Diện tích cửa lò	m <sup>2</sup>												
- Bề dày lò nung	mm												
- Lưu lượng nước hệ thống làm lạnh (nếu có)	M <sup>3</sup> /giờ												
- Số lần đo		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
- Nhiệt độ môi trường	°C												
- Nhiệt độ hoạt động	°C												
- Nhiệt độ khói	°C												
- Nhiệt độ bề mặt lò nung khu vực 1	°C												
- Oxygen	%												
- CO	ppm												
- CO <sub>2</sub>	%												
- Ghi chú													

## 4. CÁC YÊU CẦU VỀ AN TOÀN LAO ĐỘNG

Công việc kiểm toán năng lượng đòi hỏi kiểm toán viên phải đi khảo sát rất nhiều khu vực trong nhà máy và các tòa nhà như trạm biến thế, kho đông lạnh, khu vực nồi hơi, khu xử lý nước thải, vv. Mỗi nơi luôn có tiềm ẩn những yếu tố nguy hiểm cũng như yếu tố có hại đối với kiểm toán viên. Việc đánh giá an toàn tại cơ sở sản xuất phụ thuộc vào cán bộ quản lý và cán bộ an toàn tại cơ sở sản xuất. Do đó, kiểm toán viên cần trao đổi với các cán bộ này để có những biện pháp an toàn làm việc phù hợp. Một số vấn đề phổ biến về an toàn sau đây trong công tác kiểm toán năng lượng mà kiểm toán viên cần được trang bị.

### 4.1. An toàn điện

Điện năng đóng vai trò rất quan trọng trong sản xuất và đời sống, nhưng nó cũng tiềm ẩn rất nhiều nguy hiểm. Điện có thể gây ra những tai nạn rất nghiêm trọng nếu không tuân theo những tiêu chuẩn kỹ thuật an toàn. Dòng điện đi qua cơ thể con người sẽ gây tê liệt hệ thần kinh, cháy da, sưng màng phổi, huỷ hoại cơ quan hô hấp và tuần hoàn máu. Công việc đánh giá hệ thống điện và hiệu quả sử dụng điện năng của các thiết bị chiếm phần lớn số lượng công việc của kiểm toán viên. Do đó, kiểm toán viên cần có sự hiểu biết về an toàn điện.

Các tai nạn điện có thể xảy ra là tai nạn do điện giật và tai nạn do phóng điện. Để ngăn ngừa các tai nạn này xảy ra, kiểm toán viên cần nắm rõ sơ đồ điện của các khu vực khảo sát và đặc biệt lưu ý tới các khu vực có nguồn điện cao thế. Sau đó, kiểm toán viên cần thảo luận với cán bộ quản lý về các biện pháp an toàn làm việc trong các khu vực có nguồn điện nguy hiểm. Công cụ bảo hộ lao động khi làm việc với điện phải phù hợp với TCVN hoặc tiêu chuẩn quốc tế.

Một số phương tiện bảo hộ khi làm việc với điện:

- Quần áo được may bằng vật liệu chống cháy do phóng điện (tiêu chuẩn ASTM F1506), có đặc tính không dẫn điện, và có tay áo dài cũng như ống quần dài
- Mũ bảo hộ đáp ứng tiêu chuẩn Hiệp Hội Quốc Tế về An Toàn Thiết Bị (International Safety Equipment Association) Z89.1 Class E hoặc các tiêu chuẩn tương đương
- Kính bảo hộ có tấm chắn 2 bên và không dẫn điện
- Mang găng tay hoặc ủng cao su khi đi vào khu vực hạn chế tiếp xúc với nguồn điện. Khi mua và sử dụng, kiểm toán viên cần lựa chọn loại găng có khả năng cách điện phù hợp với điện áp của nguồn
- Do sự cố về điện có thể gây ra những tiếng ồn độc hại, các dụng cụ bảo vệ thính giác cũng rất cần thiết.










Một số văn bản pháp luật liên quan đến an toàn điện:

- Nghị định 14/2014/NĐ-CP quy định chi tiết thi hành Luật điện lực về an toàn điện
- Thông tư 31/2014/TT-BCT quy định chi tiết một số nội dung về an toàn điện
- Thông tư 39/2013/TT-BLĐTBXH ban hành quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về an toàn lao động đối với giày hoặc ủng cách điện.

### 4.2. An toàn hóa chất

Công việc kiểm toán năng lượng không đòi hỏi kiểm toán viên sử dụng hóa chất nhưng kiểm toán viên có thể cần đi vào những khu vực có chứa hóa chất có hại. Việc nhận diện các mối nguy từ hóa chất bằng tên hoặc cấu trúc phân tử của nó đòi hỏi chuyên môn cao về lĩnh vực hóa chất và cần được đào tạo trong thời gian dài. Tuy nhiên, kiểm toán viên có thể nhận diện được những mối nguy dựa trên nhãn hóa chất để có đồ bảo hộ phù hợp nếu phải đi vào những khu vực này.



Hình đồ	Nguy cơ	Hình đồ	Nguy cơ
 Bom nổ	- Nổ	 Bình khí	- Khí dưới áp suất
 Ngọn lửa	- Có thể gây cháy	 Ăn mòn	- Gây bỏng da
 Lửa trên vòng tròn	- Có tính oxy hóa	 Đầu lâu xương chéo	- Độc cấp tính
 Nguy cơ sức khỏe	- Độc mãn tính	 Dấu chấm than	- Có hại tới sức khỏe
 Môi trường	- Nguy hại tới môi trường		

Hình 95. Cảnh báo nguy cơ hóa chất

Tùy thuộc vào điều kiện thực tiễn của nhà máy/tòa nhà, các loại thiết bị bảo hộ cần thiết để ngăn chặn sự tiếp xúc với hóa chất như sau:

Thiết bị bảo hộ	Mục đích bảo hộ
Kính bảo hộ có che chắn 2 bên	Bảo vệ mắt khỏi bị tổn thương do hóa chất văng ra như: dung môi, khí độc, bụi, ...
Găng tay chống thấm (găng cao su)	Bảo vệ da khỏi bị nhiễm hóa chất khi tay chạm vào các thiết bị có dính hóa chất
Khẩu trang	Bảo vệ tránh những hạt bụi lơ lửng và chống lại mùi khó chịu của các chất dung môi bay hơi
Giày bảo hộ (giày chống ướt)	Bảo vệ da không bị phơi nhiễm với những vị trí làm việc luôn có hóa chất lỏng dính trên sàn.

Một số văn bản pháp luật liên quan đến an toàn hóa chất:

- Thông tư 04/2012/TT-BCT hướng dẫn phân loại và ghi nhãn đối với hóa chất
- Thông tư 20/2013/TT-BCT quy định về kế hoạch và biện pháp phòng ngừa, ứng phó sự cố hóa chất trong lĩnh vực công nghiệp.

### 4.3. An toàn với thiết bị áp lực

Thiết bị áp lực là thiết bị dùng để tiến hành các quá trình nhiệt học hoặc hóa học, cũng như chứa các hóa chất ở điều kiện áp suất lớn hơn áp suất khí quyển. Hiện nay, theo các quy phạm an toàn, những thiết bị làm việc với áp suất từ 0,7 bar trở lên được coi là thiết bị chịu áp lực. Một số ví dụ về thiết bị chịu áp lực như: bình gas LHP, lò hơi, hệ thống chiller, máy nén khí, ... Công việc kiểm toán đòi hỏi

kiểm toán viên đưa ra các giải pháp tiết kiệm năng lượng và các giải pháp này thường liên quan đến việc thay đổi phương thức vận hành cũng như thay đổi điều kiện hoạt động của thiết bị áp lực. Do đó, việc nắm được các thông số kỹ thuật về an toàn cho thiết bị chịu áp lực sẽ giúp ích cho kiểm toán viên đưa ra các giải pháp tiết kiệm năng lượng phù hợp.



*Hình 97. Thiết bị áp lực*

Một trong những nguyên nhân chính của các vụ nổ thiết bị áp lực là do quá trình làm việc đã để cho áp suất làm việc vượt quá giới hạn cho phép (áp suất làm việc lớn nhất cho phép) của thiết bị. Việc đề xuất các giải pháp tiết kiệm năng lượng đòi hỏi kiểm toán viên đưa ra các giải pháp không chỉ sử dụng năng lượng hiệu quả mà còn phù hợp với các tiêu chí an toàn để vận hành thiết bị. Để thỏa mãn được hai điều kiện này, kiểm toán viên cần tham khảo các tài liệu liên quan đến thiết bị khảo sát như bản vẽ, bảng thông số kỹ thuật, biên bản kiểm định, và quy trình vận hành thiết bị của cơ sở sản xuất. Đối chiếu các thông số trên tài liệu thu thập với các tiêu chí trong văn bản pháp luật (TCVN, QCVN...) hay tiêu chuẩn quốc tế (ISO, ASME...) sẽ giúp kiểm toán viên xác định được các điều kiện vận hành phù hợp cho thiết bị. Ngoài ra, tham khảo các chuyên gia kỹ thuật hoặc nhà cung ứng thiết bị cũng là giải pháp hữu ích cho kiểm toán viên.

Một số văn bản pháp luật liên quan đến an toàn đối với thiết bị áp lực:

- TCVN 8366:2010 Tiêu chuẩn quốc gia về bình chịu áp lực – yêu cầu về thiết kế và chế tạo
- QCVN 01:2008/BLĐTBXH Quy chuẩn quốc gia về an toàn lao động đối với nồi hơi và bình chịu áp lực
- 50/2015/TT-BLĐTBXH Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về an toàn lao động đối với hệ thống lạnh.

#### 4.4. An toàn làm việc trên cao

Kiểm toán viên năng lượng đôi khi phải leo lên mái nhà của tòa nhà hoặc đi lên cao để thu thập dữ liệu thiết bị. Mối nguy hiểm khi làm việc ở độ cao là việc có thể gây ra sự mất cân bằng cơ thể không mong đợi và dẫn đến sự té ngã của kiểm toán viên. Có một số biện pháp an toàn để kiểm soát nguy cơ ngã:

- Phương pháp tiếp cận đầu tiên là xem xét các hoạt động đòi hỏi cần làm việc ở trên cao và tìm kiếm các giải pháp thay thế khác như làm cùng việc đó ngay tại vị trí mặt đất
- Nếu không thể loại bỏ hoàn toàn nguy hiểm ngã, cần lắp đặt cầu thang, rào chắn, rào cản, và hệ thống hạn chế đi lại để giảm bớt nguy cơ ngã
- Phương pháp bảo vệ cuối cùng là sử dụng các thiết bị chống rơi như dây móc, dây buộc, neo, vv..



*Hình 98. An toàn khi làm việc trên cao*

Một số văn bản pháp luật liên quan đến an toàn đối với làm việc trên cao:

- QCVN 23:2014/BLDTBXH: Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia đối với hệ thống chống rơi ngã cá nhân
- TCVN 7802: 2007: Hệ thống chống rơi ngã cá nhân
- TCVN 8207: 2009: Phương tiện chống rơi ngã cá nhân.

Tài liệu này chỉ trình bày một số vấn đề phổ biến liên quan đến an toàn trong công tác kiểm toán năng lượng. Để đánh giá chính xác về an toàn sao phù hợp với công việc của từng kiểm toán viên, cơ sở sản xuất cần cung cấp và thảo luận với kiểm toán viên về những thông tin của thiết bị và quy trình sản xuất cũng như thông báo các mối nguy hiểm tiềm tàng trong cơ sở. Ngoài ra, tăng cường huấn luyện về an toàn vệ sinh lao động (ATVSLĐ) tại các đơn vị có chức năng huấn luyện về ATVSLĐ do Bộ Lao Động cấp giấy phép cũng giúp cho kiểm toán viên có những kiến thức chung về ATVSLĐ.

## PHỤ LỤC

*Bảng 70. Bảng tính toán tiết kiệm năng lượng*

Bảng tính tiết kiệm năng lượng được chia ra thành nhiều trang (sheet), mỗi trang đề cập đến một vấn đề liên quan đến TKNL, bao gồm:	
1.	Hoá đơn tiền điện: hỗ trợ việc phân tích & tính toán điện tiêu thụ, giá thành, hệ số công suất, ...
2.	Đồ thị phụ tải theo giờ: hỗ trợ việc xây dựng đồ thị phụ tải dựa theo kết quả ghi nhận điện năng tiêu thụ hàng giờ
3.	Đồ thị phụ tải theo phút: hỗ trợ việc xây dựng đồ thị phụ tải dựa theo kết quả đo đạc điện năng hàng phút
4.	Bù công suất phản kháng: hỗ trợ việc tính toán hệ số công suất, hệ số bù đắp và dung lượng công suất phản kháng cần sử dụng
5.	Chuyển đổi phụ tải: hỗ trợ việc tính toán chuyển đổi phụ tải một cách đơn giản
6.	Đèn sợi đốt & compact: hỗ trợ việc tính toán so sánh giữa hai loại đèn này
7.	Chấn lưu sắt từ & chấn lưu điện tử: hỗ trợ việc tính toán so sánh giữa việc sử dụng đèn huỳnh quang có các loại chấn lưu khác nhau
8.	Lựa chọn động cơ: hỗ trợ việc đánh giá hiệu suất động cơ
9.	Động cơ hiệu suất cao: so sánh hiệu quả của động cơ hiệu suất cao
10.	Động cơ VS-VSD: đánh giá hiệu quả việc chuyển đổi động cơ VS sang động cơ thường sử dụng VSD
11.	Bơm - biến tần: đánh giá hiệu quả của hệ thống bơm sử dụng biến tần
12.	Hiệu suất bơm: hỗ trợ việc đánh giá và tính toán hiệu suất bơm
13.	Hiệu suất lò hơi - Trực tiếp: hỗ trợ việc tính toán hiệu suất lò hơi theo phương pháp trực tiếp
14.	Hiệu suất lò hơi - Gián tiếp: hỗ trợ việc tính toán hiệu suất lò hơi theo phương pháp gián tiếp
15.	Cách nhiệt: hỗ trợ việc tính toán tổn thất trên đường ống và bề dày lớp cách nhiệt
16.	Rò rỉ hơi: hỗ trợ việc đánh giá lượng hơi rò rỉ
17.	Hiệu suất của hệ thống làm lạnh nước (chiller)
18.	Tháp giải nhiệt: Hiệu quả làm việc của tháp giải nhiệt
19.	Các phụ lục khác

Bảng 71 Bảng giá điện lưới

TT	Đối tượng áp dụng giá	01/01/2007	01/03/2009	01/03/2010	01/03/2011	20/12/2011	01/07/2012	22/12/2012	01/08/2013	01/06/2014	16/03/2015	
1	<b>Giá bán điện cho Các ngành sản xuất sản xuất</b>											
1.1	Cấp điện áp từ 110 kV trở lên											
	a) Giờ bình thường	785	835	898	1043	1102	1158	1217	1277	1267	1388	
	b) Giờ thấp điểm	425	455	496	646	683	718	754	792	785	869	
	c) Giờ cao điểm	1590	1690	1758	1862	1970	2074	2177	2284	2263	2459	
1.2	Cấp điện áp từ 22 kV đến dưới 110 kV											
	a) Giờ bình thường	815	870	935	1068	1128	1184	1243	1305	1283	1405	
	b) Giờ thấp điểm	445	475	518	670	710	746	783	822	815	902	
	c) Giờ cao điểm	1645	1755	1825	1937	2049	2156	2263	2376	2354	2556	
1.3	Cấp điện áp từ 6 kV đến dưới 22 kV											
	a) Giờ bình thường	860	920	986	1093	1164	1225	1286	1350	1328	1453	
	b) Giờ thấp điểm	480	510	556	683	727	773	812	852	845	934	
	c) Giờ cao điểm	1715	1830	1885	1999	2119	2224	2335	2449	2429	2637	
1.4	Cấp điện áp dưới 6 kV											
	a) Giờ bình thường	895	955	1023	1139	1216	1278	1339	1406	1388	1518	
	b) Giờ thấp điểm	505	540	589	708	767	814	854	897	890	983	
	c) Giờ cao điểm	1775	1900	1938	2061	2185	2306	2421	2542	2520	2735	

2	<b>Giá bán điện cho kinh doanh, dịch vụ</b>										
2.1	Cấp điện áp từ 22 kV trở lên										
	a) Giờ bình thường	1410	1540	1648	1713	1808	1909	2004	2104	2007	2125
	b) Giờ thấp điểm	770	835	902	968	1022	1088	1142	1199	1132	1185
	c) Giờ cao điểm	2615	2830	2943	2955	3117	3279	3442	3607	3470	3699
2.2	Cấp điện áp từ 6 kV đến dưới 22 kV										
	a) Giờ bình thường	1510	1650	1766	1838	1939	2046	2148	2255	2158	2287
	b) Giờ thấp điểm	885	960	1037	1093	1153	1225	1286	1350	1283	1347
	c) Giờ cao điểm	2715	2940	3028	3067	3226	3388	3557	3731	3591	3829
2.3	Cấp điện áp dưới 6 kV										
	a) Giờ bình thường	1580	1727	1846	1863	1965	2074	2177	2285	2188	2320
	b) Giờ thấp điểm	915	995	1065	1142	1205	1279	1343	1410	1343	1412
	c) Giờ cao điểm	2855	3100	3193	3193	3369	3539	3715	3900	3742	3991

Ghi chú:

- Giờ bình thường: từ 4h00 – 9h30; 11h30 – 17h00; 20h00 – 22h00 từ thứ 2 đến thứ 7 và từ 4h00 – 22h00 trong ngày chủ nhật
- Giờ cao điểm: từ 9h30 – 11h30 và 17h00 – 20h00 từ thứ 2 đến thứ 7
- Giờ thấp điểm: từ 22h00 – 4h00 ngày hôm sau của tất cả các ngày trong tuần
- Giá bán điện cho các loại hình doanh nghiệp/tổ chức khác xem thêm trên website của EVN (<http://www.evn.com.vn/>).

Bảng 72. Bảng chuyển đổi đơn vị sang TOE

Loại năng lượng	Đơn vị	Năng lượng sử dụng (**) (MJ/Unit)	TOE tương đương (*)	Hệ số phát thải (tấn CO <sub>2</sub> /đơn vị)
Điện	kWh	3,6	0,0001543	0,0006612
Than cốc	tấn	31.402,5	0,70 – 0,75	3,36
Than cám loại 1, 2	tấn	29.309,0	0,70	2,88
Than cám loại 3, 4	tấn	25.122,0	0,60	2,47
Than cám loại 5, 6	tấn	20.935,0	0,50	2,06
Dầu DO	tấn	42.707,4	1,02	3,16
	1.000 lít	36.845,6	0,88	2,73
Dầu FO	tấn	41.451,3	0,99	3,21
	1.000 lít	39.357,8	0,94	3,05
LPG	tấn	45.638,3	1,09	2,88
Khí tự nhiên (NG)	1000 m <sup>3</sup>	37.683,0	0,9	2,11
Xăng ô-tô, xe máy (Gasoline)	tấn	43.963,5	1,05	3,05
	1.000 lít	34.752,1	0,83	2,41
Nhiên liệu phản lực (Jet Fuel)	tấn	43.963,5	1,05	3,08

Note:

- (\*) Hệ số TOE theo quy định trong Công văn số 3505/BCT-KHCN, ngày 19 tháng 4 năm 2011
- (\*\*) Hệ số chuyển đổi năng lượng được tính toán dựa trên giá trị qui đổi 1 TOE = 41.870 MJ bởi IPCC (<http://www.ipcc.ch/ipccreports/sres/emission/index.php?idp=167>). Giá trị này chỉ mang tính chất tham khảo, khuyến cáo sử dụng kết quả nhiệt trị được kiểm định cho loại nhiên liệu thực tế đang sử dụng

Bảng 73. Hệ số phát thải CO<sub>2</sub> của các loại nhiên liệu

Loại năng lượng	Giá trị	Đơn vị
Điện lưới (*)	0,6612	kg CO <sub>2</sub> /kWh
Than cốc	0,1070	kg CO <sub>2</sub> /MJ
Than anthracite	0,0983	kg CO <sub>2</sub> /MJ
Dầu DO	0,0741	kg CO <sub>2</sub> /MJ
Dầu FO	0,0774	kg CO <sub>2</sub> /MJ
LPG	0,0631	kg CO <sub>2</sub> /MJ
NG	0,0561	kg CO <sub>2</sub> /MJ
Xăng ô-tô, xe máy (Gasoline)	0,0693	kg CO <sub>2</sub> /MJ
Nhiên liệu phản lực (Jet Fuel)	0,070	kg CO <sub>2</sub> /MJ
Gỗ và phế phẩm gỗ	0,112	kg CO <sub>2</sub> /MJ
Các loại biomass khác	0,100	kg CO <sub>2</sub> /MJ

Nguồn: IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories", ban hành năm 2006

**Note:**

- (\*) Hệ số phát thải của điện lưới Việt Nam được ban hành hàng năm bởi Cục Khí tượng Thủy văn và Biến đổi Khí hậu, Bộ Tài nguyên và Môi trường ([http://www.noccop.org.vn/modules.php?name=Airvariable\\_ldoc&menuid=33](http://www.noccop.org.vn/modules.php?name=Airvariable_ldoc&menuid=33))
- Đối với hệ số phát thải CO<sub>2</sub> cho các loại năng lượng khác xem thêm trên IPCC (<https://www.ipcc.ch/meetings/session25/doc4a4b/vol2.pdf>).



Bảng 74. Các biện pháp kiểm soát về đo lường và chu kỳ kiểm định phương tiện đo

TT	Tên phương tiện đo	Biện pháp kiểm soát về đo lường				Chu kỳ kiểm định
		Phê duyệt mẫu	Kiểm định			
			Ban đầu	Định kỳ	Sau sửa chữa	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
<b>Lĩnh vực đo độ dài</b>						
1	Thước cuộn	-	x	-	-	
<b>Lĩnh vực đo dung tích, lưu lượng</b>						
2	Đồng hồ nước lạnh cơ khí	x	x	x	x	60 tháng
3	Đồng hồ nước lạnh có cơ cấu điện tử	x	x	x	x	36 tháng
4	Đồng hồ xăng dầu	x	x	x	x	12 tháng
5	Đồng hồ khí dầu mỏ hóa lỏng	x	x	x	x	x
6	Đồng hồ khí công nghiệp	x	x	x	x	12 tháng
7	Phương tiện đo dung tích thông dụng	-	x	x	x	24 tháng
<b>Lĩnh vực đo áp suất</b>						
8	Áp kế lò xo	-	x	x	x	12 tháng
9	Áp kế điện tử	-	x	x	x	12 tháng
<b>Lĩnh vực đo nhiệt độ</b>						
10	Nhiệt kế y học điện tử tiếp xúc có cơ cấu cực đại	-	x	x	-	06 tháng
11	Nhiệt kế y học điện tử bức xạ hồng ngoại đo tai		x	x	x	12 tháng
<b>Lĩnh vực đo hóa lý</b>						
12	Phương tiện đo độ ẩm hạt nông sản	-	x	x	x	12 tháng
13	Tỷ trọng kế	-	x	x	x	24 tháng
14	Phương tiện đo nồng độ khí thải xe cơ giới	-	x	x	x	12 tháng
15	Phương tiện đo nồng độ SO <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> , CO, NO <sub>x</sub> trong không khí	-	x	x	x	12 tháng
16	Phương tiện đo pH, nồng độ oxy hòa tan, độ dẫn điện, độ đục của nước, tổng chất rắn hòa tan trong nước	-	x	x	x	12 tháng
<b>Lĩnh vực đo điện, điện tử</b>						
17	Công tơ điện xoay chiều 1 pha	x	x	x	x	60 tháng
18	Công tơ điện xoay chiều 3 pha	x	x	x	x	24 tháng
<b>Lĩnh vực đo quang học</b>						
19	Phương tiện đo độ rọi	-	x	x	x	12 tháng

Nguồn: Thông tư số 23/2013/TT-BKHCN, ngày 26/9/2013

Trong đó:

- Ký hiệu "x": Biện pháp phải được thực hiện đối với phương tiện đo;
- Ký hiệu "-": Biện pháp không phải thực hiện đối với phương tiện đo.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

	Ngày ban hành	Nội dung
Luật số 50/2010/QH12	17/6/2010	Sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả
Nghị định 21/2011/NĐ-CP	29/3/2011	Quy định chi tiết và biện pháp thi hành Luật sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả
Thông tư 09/2012/TT-BCT	20/4/2012	Quy định về việc lập kế hoạch, báo cáo thực hiện kế hoạch năng lượng tiết kiệm và hiệu quả; thực hiện kiểm toán năng lượng
Thông tư số 23/2013/TT-BKHCN	26/9/2013	Quy định về đo lường đối với phương tiện đo nhóm II
Thông tư 02/2014/TT-BCT	16/1/2014	Quy định về Quy định về định mức tiêu hao năng lượng trong ngành công nghiệp Hoá chất
Thông tư 19/2016/TT-BCT	14/9/2016	Quy định về định mức tiêu hao năng lượng trong ngành công nghiệp sản xuất bia và nước giải khát
Thông tư 20/2016/TT-BCT	20/9/2016	Quy định về định mức tiêu hao năng lượng trong ngành công nghiệp sản xuất Thép

**Chương trình Hỗ trợ Năng lượng, Bộ Công thương/ GIZ**

—  
Tầng 4, Phòng 042A, Lầu 4 Tòa nhà Coco,  
14 Thụy Khuê, Quận Tây Hồ, Hà Nội, Việt Nam

T +84 (0)24 3941 2605  
F +84 (0)24 3941 2606

E [office.energy@giz.de](mailto:office.energy@giz.de)  
W [www.giz.de](http://www.giz.de)