

3.1 Định nghĩa độ tin cậy

Độ tin cậy là xác suất của một thiết bị hoạt động theo chức năng đạt yêu cầu trong khoảng thời gian xác định và dưới một điều kiện hoạt động cụ thể.

3.2 Tầm quan trọng của độ tin cậy

Đối với những hệ thống lớn như máy bay, phi thuyền, dây chuyền sản xuất công nghiệp, độ tin cậy đóng vai trò quan trọng. Tất cả các thành phần trong hệ thống được thiết kế đảm bảo độ tin cậy riêng nhằm đảm bảo độ tin cậy của hệ thống. Trên thế giới đã có những kinh nghiệm tương tự như: Một điện trở nhỏ trị giá 10 Cent khi có sự cố có thể làm hỏng chuyến bay của một tên lửa trị giá 300.000USD. Trong thực tế tổn thất về độ tin cậy không nhất thiết vì sự hư hỏng của những bộ phận phức tạp, có khi chỉ do làm sai chức năng của những bộ phận đơn giản như lắp ráp sai linh kiện điện, thuỷ lực...

3.3 Độ tin cậy là một đặc tính chất lượng

Độ tin cậy thường được thể hiện bằng:

- Thời gian hoạt động trung bình đến khi hư hỏng, nếu sản phẩm chỉ được sử dụng một lần rồi bỏ MTTF (*Mean Time To Failure*)
- Thời gian hoạt động trung bình giữa những lần hư hỏng, nếu sản phẩm có thể được sử dụng nhiều lần sau khi phục hồi. MTBF (*Mean Time Between Failures*)

Như vậy chỉ số độ tin cậy là thời gian hoạt động trung bình của một thiết bị giữa các lần ngừng máy do bảo trì.

3.4 Độ tin cậy của hệ thống

$$R_s = R_1 \cdot R_2 \cdot R_3 \cdot R_4 \cdot \dots \cdot R_n$$

Trong đó: R_s - độ tin cậy của hệ thống

R_i - độ tin cậy của thành phần thứ i

3.5 Chỉ số khả năng sẵn sàng

Là số đo hiệu quả bảo trì và được xem là số đo khả năng hoạt động của thiết bị mà không xảy ra vấn đề gì. Chỉ số này phụ thuộc vào đặc tính của hệ thống kỹ thuật và hiệu quả của công tác bảo trì.

Chỉ số khả năng sẵn sàng gồm 3 thành phần:

- Chỉ số độ tin cậy
- Chỉ số hỗ trợ bảo trì
- Chỉ số khả năng bảo trì

3.6 Chỉ số hỗ trợ bảo trì

Chỉ số hỗ trợ bảo trì được đo bằng thời gian chờ trung bình (*Mean Waiting Tim, MWT*) khi ngừng máy, nó chịu ảnh hưởng của tổ chức và chiến lược từ bộ phận sản xuất và bảo trì.

Chỉ số hỗ trợ bảo trì thể hiện khả năng của một tổ chức bảo trì, trong những điều kiện nhất định, cung cấp các nguồn lực theo yêu cầu để bảo trì một thiết bị

3.7 Chỉ số khả năng bảo trì

Chỉ số khả năng bảo trì được đo bằng thời gian sửa chữa trung bình (*Mean Time to Repair, MTTR*). Thời gian sửa chữa trung bình chịu ảnh hưởng rất lớn bởi các bản thiết kế thiết bị nghĩa là nó được xác định tùy thuộc vào giai đoạn thiết kế.

Chỉ số này thể hiện khả năng một thiết bị, trong những điều kiện sử dụng xác định được duy trì hoặc phục hồi lại tình trạng mà nó có thể thực hiện các trình tự và các nguồn lực nhất định trong những điều kiện nhất định.

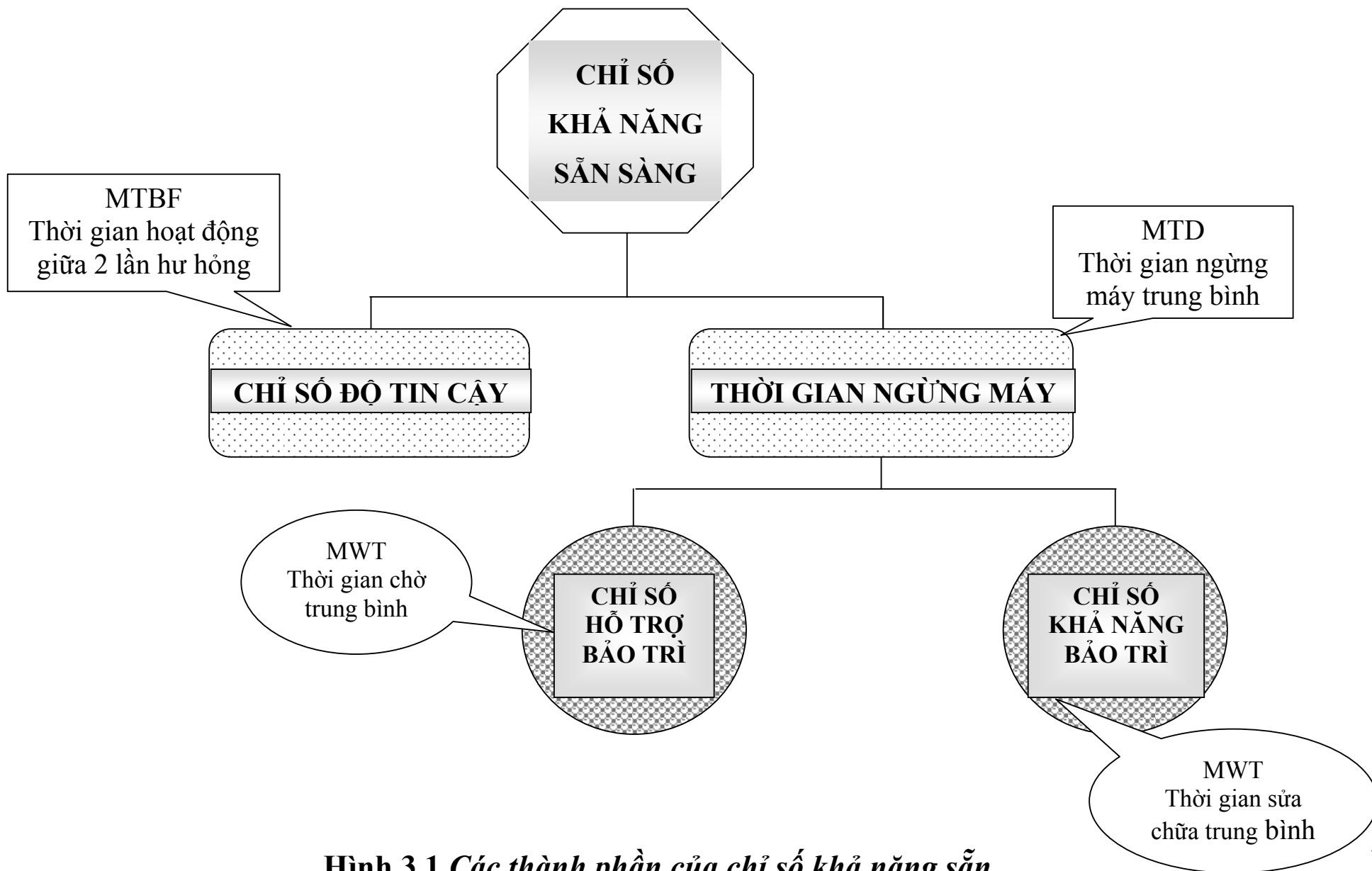
Để gia tăng chỉ số khả năng sẵn sàng phải có khả năng gia tăng chỉ số độ tin cậy, giảm chỉ số hỗ trợ bảo trì và chỉ số khả năng bảo trì.

3.8 Thời gian ngừng máy trung bình

Thời gian ngừng máy trung bình (*Mean Down Time, MDT*) là tổng của chỉ số hỗ trợ bảo trì (MWT) và chỉ số khả năng bảo trì (MTTR). Trong thực tế khó xác định thời gian chờ đợi và thời gian sửa chữa, người ta sử dụng MDT.

$$A = \frac{T_{up}}{T_{up} + T_{dm}} = \frac{MTBF}{MTTE + MDT} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR + MWT}$$

Trong đó: A - Chỉ số khả năng sẵn sàng.
 T_{up} - Tổng thời gian máy hoạt động.
 T_{dm} - Tổng thời gian ngừng máy để bảo trì.



Hình 3.1 Các thành phần của chỉ số khả năng sẵn

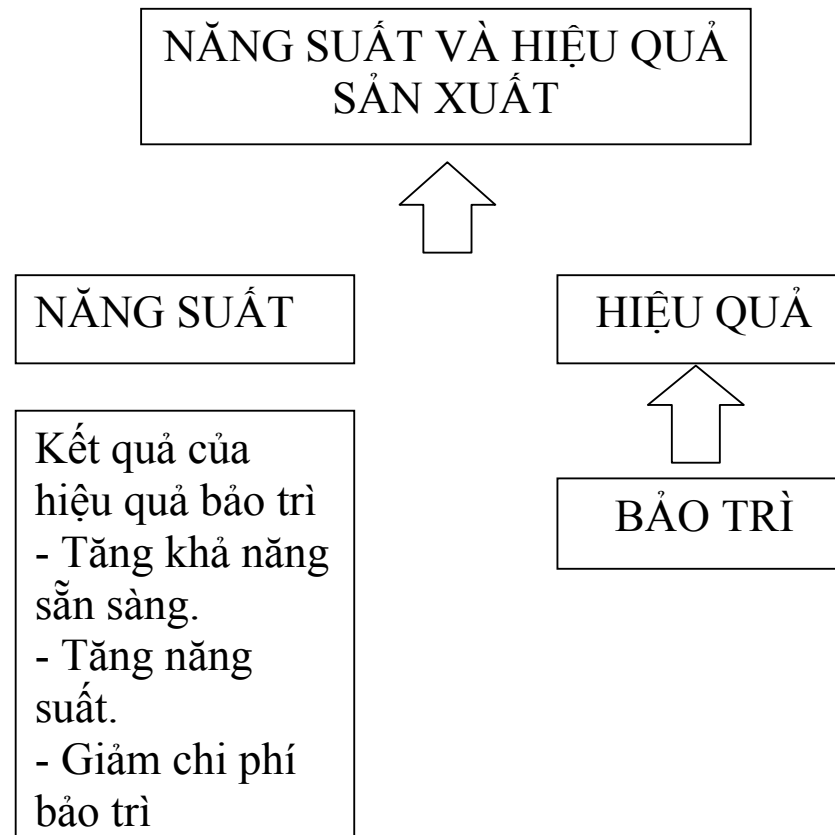
3.9 Năng suất và chỉ số khả năng sẵn sàng

Nếu thực hiện quản lý bảo trì đúng sẽ giúp năng suất trong quá trình sản xuất tăng . Sản xuất phụ thuộc phần lớn vào năng lực các thiết bị lắp đặt, tuy nhiên chúng còn phụ thuộc vào nhiều yếu tố khác như: các tổn thất do bảo trì, các tổn thất chất lượng, chạy không máy, làm ảnh hưởng đến sản xuất và năng suất. Để sử dụng 100% năng lực, thiết bị phải hoạt động liên tục và không được ngừng tại bất kỳ thời điểm nào khi nó đã được lên kế hoạch hoạt động, nghĩa là chỉ số khả năng sẵn sàng thấp thì sản lượng càng thấp.

Công tác bảo trì sẽ ảnh hưởng đến chỉ số khả năng sẵn sàng với một mức độ cao nên năng suất cũng bị ảnh hưởng trực tiếp. Khi đầu tư vào bảo trì, thời gian hoàn vốn để tăng năng suất phải được tính toán. Năng suất tăng làm tăng sản lượng, tăng chất lượng, giảm vốn đầu tư.....

Khi lập kế hoạch đầu tư vào công tác bảo trì thì yếu tố đầu tiên phải tính toán là tìm ra chỉ số khả năng sẵn sàng sau khi dự án đã thông qua. Yếu tố thứ hai là phải tính toán để tìm ra có bao nhiêu chỉ số khả năng sẵn sàng mới sẽ ảnh hưởng đến năng suất và sản lượng.

Hình 3.2 Ảnh hưởng của bảo trì đến năng suất và hiệu quả trong sản xuất



Các hoạt động từ công tác bảo trì sẽ làm gia tăng số % của chỉ số khả năng sẵn sàng, nhờ vậy năng suất sẽ gia tăng và làm lợi nhuận cao hơn.

Bảng 3.1 *Mối quan hệ giữa các chỉ số khả năng sẵn sàng và thời gian tương ứng*

Chỉ số khả năng sẵn sàng, %	Thời gian không sẵn sàng, %	Khả năng không sẵn sàng		
		Năm	Tháng	Ngày
0	100	8760 h	730 h	24 h
50	50	4380 h	365 h	12 h
80	20	1752 h	146 h	4,8 h
90	10	876 h	73 h	2,4
99	1	87,6 h	7,3 h	14,4'
99,9	0,1	8,76 h	43'	1,4'
99,99	0,01	53'	4,3'	8,6''
99,999	0,001	5,3'	26''	0,86''
99,9999	0,0001	32''	2,6''	0,086''

6 giờ một ngày - chỉ số sử dụng là 0,66 / 8 giờ một ngày - chỉ số sử dụng là 0,33.

3.10 Tính toán chỉ số khả năng sẵn sàng

a- Các công thức:

- A: Chỉ số khả năng sẵn sàng.
- MTBF (Thời gian trung bình giữa hai lần hư hỏng) = Độ tin cậy.
- MWT (Thời gian chờ đợi trung bình) = Chỉ số hỗ trợ bảo trì.
- MTTR (Thời gian sửa chữa trung bình) = Chỉ số khả năng bảo trì.

$$A = \frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MWT} + \text{MTTR}} \times 100\%$$

$$\text{Hoặc } A = \frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MDT}} \times 100\% ; \quad (\text{MDT} = \text{MWT} + \text{MTTR})$$

$$\text{Hoặc } A = \frac{T_{\text{up}}}{T_{\text{up}} + T_{\text{dm}}} \times 100\% ;$$

Trong đó: T_{up} - Tổng thời gian máy hoạt động (time up for production)

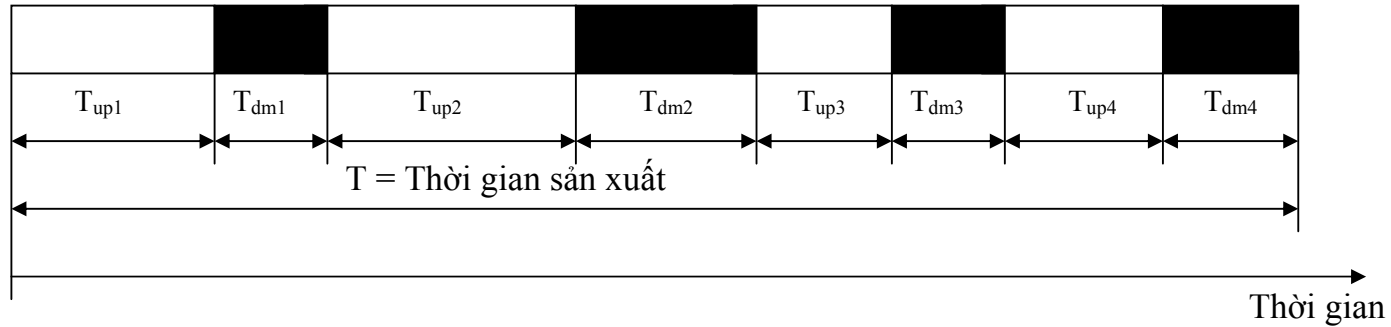
T_{dm} - Tổng thời gian ngừng máy để bảo trì.

$$MTBF = \frac{T_{up}}{a} \quad (\text{giờ/lần hư hỏng})$$

Trong đó: a – Số lần ngừng máy để bảo trì.

Trong thực tế khó thấy sự khác nhau giữa thời gian chờ và thời gian sửa chữa. Trong trường hợp đó thì sử dụng thời gian ngừng máy, có nghĩa là thời gian ngừng máy = thời gian chờ + thời gian sửa chữa.

$$\text{MDT} = T_{dm}/a \text{ (giờ/lần hư hỏng).}$$



Ngừng T_{dm}
 Hoạt động T_{up}

$$\text{MTBF} = \frac{T_{up1} + T_{up2} + T_{up3} + T_{up4}}{4}$$

$$\text{MDT} = \frac{T_{dm1} + T_{dm2} + T_{dm3} + T_{dm4}}{4}$$

$$T_{up} = (T - T_{dm}) ; \quad T_{md} = (T - T_{up}).$$

b – Tính toán:

Phải biết

- Số giờ hoạt động sản xuất (T_{up}).
- Thời gian ngừng máy để bảo trì (T_{dm}).
- Số lần ngừng máy (a).

Ví dụ: Tình trạng hiện tại

$$T_{up} = 940; \quad T_{dm} = 160 \text{ h}; \quad a = 70 \text{ lần.}$$

$$\Rightarrow \text{MTBF} = \frac{940}{70} = 13,4 \qquad \text{MDT} = \frac{160}{70} = 2,3$$

$$\Rightarrow \text{MTTR} = 0,7; \qquad \text{MWT} = 1,6.$$

$$A = \frac{940}{940 + 160} = 0,85 \text{ hay } \text{MDT} = \frac{13,4}{13,4 + 0,7 + 1,6} = 0,85 = 85\%$$

Bảng 3.2 Đánh giá các hoạt động bảo trì

Hiện tại	Hoạt động	kết quả đánh giá	
Số lần hư hỏng a = 70	Giám sát tình trạng có hệ thống, công tác bảo trì và bôi trơn định kỳ	Tốt a = 30	Chưa tốt a = 50
MTTR = 0,7 h MWT = 1,6 h MDT = 2,3 h	<ul style="list-style-type: none"> - Bảo trì phòng ngừa gia tăng trong kế hoạch. - Hệ thống thực hiện và các thủ tục để chuẩn bị và lập kế hoạch. - Cải thiện tài liệu kỹ thuật. - Cải thiện quản lý kho. 	MTTR = 0,7 h MWT = 0,8 h MDT = 1,5 h	MTTR = 0,7 h MWT = 1,2 h MDT = 1,9 h

c - Kết quả tốt

$$T_{dm} = a \times MDT = 30 \times 1,5 = 45 \text{ h.}$$

$$T_{up} = T - T_{dm} = 1.100 - 45 = 1.055 \text{ h}$$

$$A = \frac{1055}{1055 + 45} = 0,96$$

Sản xuất gia tăng 12,9 % + các chi phí bảo trì thấp hơn

d - Kết quả chưa tốt

$$T_{dm} = a \times MDT = 50 \times 1,9 = 95 \text{ h.}$$

$$T_{up} = T - T_{dm} = 1.100 - 95 = 1.005 \text{ h}$$

$$A = \frac{1005}{1005 + 95} = 0,91$$

Sản xuất gia tăng 7,1% + các chi phí bảo trì thấp hơn

Như vậy sản xuất gia tăng từ 7,1% đến 12,9 %.

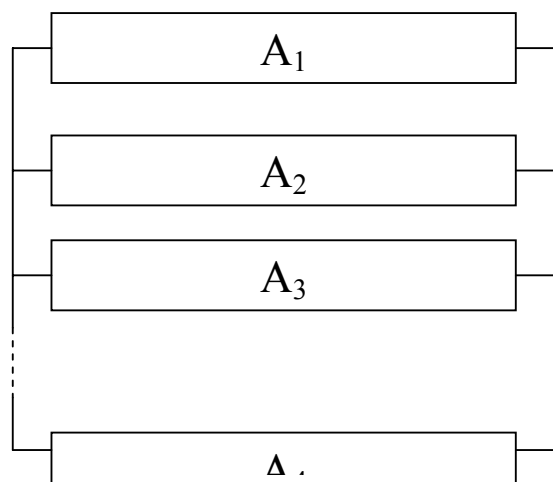
3.11 Chỉ số khả năng sẵn sàng trong những hệ thống sản xuất khác nhau.

a - Hệ thống nối tiếp



$$A_{\text{toàn bộ}} = A_1 \cdot A_2 \cdot A_3 \dots\dots\dots A_n$$

b - Hệ thống song song



$$A_{\text{toàn bộ}} = [A_1 \cdot A_2 \cdot A_3 \cdot A_4] + [A_1 \cdot A_2 \cdot A_3 \cdot (1 - A_4)] + [A_1 \cdot A_2 \cdot A_4 \cdot (1 - A_3)] + [A_1 \cdot A_3 \cdot A_4 \cdot (1 - A_2)] + [A_2 \cdot A_3 \cdot A_4 \cdot (1 - A_1)]$$

c - Hệ thống dự phòng

$$A_{\text{toàn bộ}} = 1 - [(1 - A_1) (1 - A_2) (1 - A_3) (1 - A_4) \dots\dots\dots (1 - A_n)]$$

3.12 Chỉ số hiệu quả thiết bị toàn bộ

Chỉ số hiệu quả thiết bị toàn bộ (OEE – Overall Equipment Effectiveness) được dùng để đánh giá một cách toàn diện hiệu quả sử dụng dây chuyền thiết bị trong sản xuất công nghiệp. OEE được tính như sau:

$$OEE = A \cdot H \cdot C$$

Trong đó: A - Chỉ số khả năng sẵn sàng.

H - Hiệu suất sử dụng thiết bị (*bằng sản lượng thực tế chia cho sản lượng mà dây chuyền thiết bị có thể làm ra được*).

C - Hệ số chất lượng (*bằng số lượng sản phẩm đạt yêu cầu chia cho tổng số lượng đã sản xuất*).

Trong sản xuất trình độ thế giới (world class manufacturing), người ta đưa ra giá trị OEE cần đạt như sau:

- A \geq 90%; - H \geq 95%; - C \geq 99%.

Nghĩa là $OEE \geq 85\% \geq (90\% \cdot 95\% \cdot 99\%)$).