



A XIX-a Conferință internațională – multidisciplinară  
„Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii românești”,  
CLUJ NAPOCA, 2019

## **PERSPECTIVE COMPLEXE ALE INDICATORILOR DE EVALUARE A ECHIPAMENTELOR**

Livia Dana BEJU

### **COMPLEX PERSPECTIVES OF THE EQUIPMENT EVALUATION INDICATORS**

The paper examines the Overall equipment effectiveness - (OEE) and “Asset utilization (AU)” indicators. Although their computational relationships are known, a deeper understanding of each term is needed in order to obtain a profound knowledge about the production system and also to know how information is collected and used in a company. It is also useful to appreciate the agility level of the production flow by analyzing the OEE values. This knowledge allows managers to make accurate and constructive decisions.

Keywords: OEE, set-up, availability, performance, quality, benchmarking

Cuvinte cheie: OEE, disponibilitate, performanță, calitate, analiză comparativă

### **1. Introducere**

În mediul concurențial global de astăzi, suntem în mod constant presați să realizăm tot mai mult cu cât mai puține resurse. Companiile cer angajaților să devină mai productivi, mai eficienți ... mai "agili". Se vorbește frecvent în companii despre planificarea strategică, maparea fluxului de valori, eliminarea pierderilor. Cum pot managerii să ia deciziile care descoperă valorile, elimină pierderile și permit o planificare strategică adecvată pentru viitor? Răspunsul este acela că

deciziile adecvate se pot lua doar dacă sunt oferite managerilor date puternice, complete, bine sintetizate și prezentate sugestiv.

Au fost concepute câteva metodologii pentru optimizarea producției. Cele clasice sunt Six Sigma, Sistemul de producție Toyota și Lean Manufacturing. În zilele noastre, a fost dezvoltat conceptul Smart Manufacturing, care este în concordanță cu Industria 4.0. Fiecare dintre aceste metodologii a dezvoltat metode specifice de analiză.

Indicatorul cheie de la care se pleca inițial a fost rata calității produselor realizate, care se calculează ca raport între produsele bune de prima dată, la totalul produselor realizate. Plecând de la acest indicator, companiile dezvoltă proiecte 6 Sigma.

În Sistemul de producție Toyota și în Lean Manufacturing, unul dintre cele mai importante metrici este „Eficacitatea totală a echipamentului - Overall equipment effectiveness - OEE”. Alături de acesta se folosește și metrica „Utilizarea activelor (Asset utilization - AU)”. Amândouă permit gestionarea eficientă a facilităților și oferă suporturi solide pentru deciziile de afaceri potențial dificile. O mare confuzie, totuși, constă în definirea și înțelegerea lor, când și unde să fie folosite.

Lucrarea de față își propune să aprofundeze aspecte legate de calculul acestor indicatori.

## **2. Calculul indicatorilor OEE și „Utilizarea activelor”**

În marea majoritatea a companiilor industriale de azi, sistemul de fabricație Toyota, respectiv Lean Manufacturing sunt cele mai folosite metode de organizare și optimizare. Fiecare companie folosește un set propriu de metrici pentru analiză, dar, indicatorul OEE este probabil cel mai folosit. Deși există relații oferite de literatura de specialitate pentru calcularea metricilor, calcularea lor efectivă și utilizarea lor necesită înțelegerea mai aprofundată a semnificației lor.

„Eficacitatea totală a echipamentului” (OEE) și „Utilizarea activelor” sunt definite după cum urmează [1]:

*Eficacitatea totală a echipamentului = Disponibilitatea (up-time) x Rata de performanță x Calitatea*

*Utilizarea activelor = Disponibilitatea în raport cu durata calendaristică considerată x Rata de performanță x Calitatea*

După cum se poate observa, AU și OEE sunt similare - calculele pentru rata de performanță și calitate sunt aceleași, în schimb

apare o diferență în calcularea disponibilității. Ambele metrici se pot calcula pentru un echipament sau pentru un flux de fabricație.

### 3. Disponibilitatea

În ingineria sistemelor, disponibilitatea operațională este o măsură a duratei de timp în care un sistem a fost disponibil pentru a fi utilizat, în comparație cu durata în care ar fi trebuit să fie disponibil. Disponibilitatea operațională este exprimată ca procentul de timp în care echipamentul poate funcționa corect atunci când este necesar pentru producție. Nu înseamnă că mașina are o utilizare ridicată și că rulează tot timpul. Este posibil ca echipamentul să nu funcționeze deloc. Punctul cheie este acela că echipamentul trebuie să fie disponibil atunci când este necesar. Deci, relația corectă pentru disponibilitatea operațională este:

*Disponibilitatea operațională = Timpul în care echipamentul poate funcționa efectiv / Timpul în care echipamentul este necesar să funcționeze*

Cheia acestui indicator este aceea de a fi o măsură a fiabilității echipamentelor. În japoneza termenul poartă numele de „ka-dou-ritsu”. „KA” - înseamnă "poate" sau "este capabil să", „ka-dou” înseamnă "se poate mișca" sau "este capabil să ruleze" [3].

Relația de calcul a disponibilității este prezentată în literatură:

$$\text{Disponibilitatea} = \text{Timp de operare} / \text{Timp disponibil}$$

unde:

- *Timpul disponibil = (Timpul normal de lucru + ore suplimentare) - (timpul planificat de nefuncționare)*
- *Timpul de operare = Timpul de disponibil - timpul de nefuncționare*

Timpul planificat de nefuncționare se referă la durata preluării și încheierii schimbului, precum și la durata ședinței de lucru programate.

Timpul de nefuncționare se referă la:

- Timpul de nefuncționare pentru diagnosticare, atunci când apar erori neașteptate;
- Timpul de nefuncționare pentru localizarea erorilor;

- Timpul de nefuncționare datorat întârzierilor logistice legate de obținerea de piese de schimb sau de software;
- Timpul de nefuncționare pentru instalarea și reconfigurarea pieselor de schimb și a software-ului.

Teoretic acestea sunt duratele de nefuncționare ale unui flux de producție. Practic unele companii care au durate de schimbare a fabricației mari, pe care nu le-au redus la durate mai mici de 10 minute, preferă să adauge acest timp la durata de nefuncționare. În acest caz termenul „disponibilitatea operațională” își pierde semnificația de a fi o măsură a fiabilității echipamentelor.

Taiichi Ohno a considerat că timpii de schimbare a fabricației reprezintă o pierdere, care ar trebui redusă la minim. Prin implementarea de proiecte „Single Minute exchange of Die”, durata schimbării fabricației este redusă la valori sub 10 minute, în timp ce proiecte actuale de tip „One-Touch Exchange of Die” reduc această durată la valori sub 100 secunde. În sistemul de fabricație Toyota acești timpi (pierderi) sunt considerați la calculul eficacității fluxului.

Atunci când se calculează metrica „Utilizarea activelor”, se ia în considerație disponibilitatea în raport cu durata calendaristică, care se calculează ca raport între durata de operare împărțită la durata calendaristică luată în considerare.

Să analizăm un exemplu:

Considerăm un flux de fabricație care lucrează două schimburi a câte opt ore fiecare (480 min). În fiecare schimb există o durată planificată în care nu se lucrează (la preluarea și finalizarea schimbului și în timpul unei ședințe de lucru – Considerăm 30 min). Rezultă un timp disponibil de 450 min pe schimb, respectiv 900 min pe zi. Dacă în timpul zilei, echipamentul a avut probleme și nu a lucrat 90 min (defecțiuni ale echipamentelor), rezultă un timp în care acesta a putut să funcționeze efectiv de 810 min. Rezultă o disponibilitate (up-time) de 0,9 (90 %).

Calculul mult mai realist se efectuează pentru durata unei luni. În acest caz, compania trebuie să dețină un sistem de preluare a informațiilor de pe linia de fabricație.

Taiichi Ohno consideră că „Disponibilitatea operațională” trebuie să fie de 100 %.

Atunci când analizăm „utilizarea activelor”, vom considera calendarul 24/7/365. Putem calcula corect „disponibilitatea în raport cu durata calendaristică”, pentru o perioadă de cel puțin o săptămână. Considerăm cinci zile lucrătoare. Timpul de operare este  $810 \cdot 5 =$

4050 min. Timpul disponibil calendaristic într-o săptămână este  $24 \cdot 60 \cdot 7 = 10080$  min. Rezultă o "disponibilitate în raport cu durata calendaristică" de  $4050/10080 = 0,4$  (40 %).

Deci, dacă sistemul analizat operează 810 min pe zi, up-time-ul este de 90 %, în timp ce „disponibilitatea în raport cu durata calendaristică” 40 %. Ce diferență!

Care indicator este corect? Când este folosit fiecare dintre ele? Nu cumva ne încurcam în termeni? Definierea relațiilor de calcul este foarte asemănătoare. În unele materiale ce indică modul de calcul al OEE, pentru disponibilitate se folosește termenul englezesc de „up-time”, în altele termenul de „availability”. Este important să înțelegem semnificația termenilor iar organizația să își definească o terminologie comună. Când se configurează sistemele de captare a datelor pentru a determina calcularea up-time/disponibilitate, este important să se preia date corecte și bine înțelese.

OEE este folosit pentru a înțelege cât de bine funcționează sistemele sau bunurile, pe baza cerințelor actuale ale afacerii și a programelor de producție.

„Utilizarea activelor” permite o mai bună înțelegere a modului în care sistemul de producție este utilizat în prezent și permite o înțelegere a planificării viitoare a afacerii, prin analiza tipului de producție care poate fi realizat.

În unele industrii (petrol, chimie de specialitate etc.), timpul programat este egal cu timpul calendaristic, iar în acest caz „disponibilitatea” = „up-time” și OEE și UA sunt egale.

#### **4. Performanța**

Performanța sistemului sau rata de producție (operare) este cel de al doilea factor din calculul OEE.

Deși echipamentul funcționează, nu realizează o producție suficientă, datorita ciclurilor de fabricație mai lente, inactivității cauzate de nevoi ale personalului, interferenței cu alte mașini, vitezei mici de funcționare, ajustărilor, testărilor, micilor întreruperi etc.

Relația de calcul pentru performanța este [2]:

*Performanța = Timpul de ciclu ideal \* Numărul de piese realizate / Timpul de operare*

Timpul ideal al ciclului de fabricație este cel mai rapid ciclu de timp pe care îl poate realiza procesul analizat, în condiții optime. Prin

urmare, atunci când „timpul de ciclu ideal” este înmulțit cu numărul de piese realizate, se obține „timpul de operare net”, care este cel mai scurt timp în care se poate realiza numărul respectiv de piese.

Performanța nu poate să depășească niciodată 100 %. O valoare mai mare de 100 % indică de obicei faptul că timpul ideal de ciclu este setat incorect (este prea mare).

Termenul japonez pentru rata de producție este be-dou-ritsu. Be înseamnă "a face bani" sau "a lucra" [3]. Taiichi Ohno a subliniat că adevăratul obiectiv al unui echipament nu este de a fi "capabil să ruleze" ci de "a face bani". Producerea pieselor care nu sunt vândute chiar acum, nu face bani, conform filosofiei Toyota.

Considerând exemplul de mai sus, dacă echipamentul este capabil să producă 10000 piese pe zi, dar cererea este de 8500 piese pe zi, atunci rata de producție este  $8500/10000 = 0,85$  sau 85 %.

Valoarea cererii de producție trebuie să fie doar cea care este cerută în aval și bazată pe cererea reală a clienților. Încercarea de a crește performanța, fără să existe o cerere reală de produse, conduce la supraproducție.

Pentru a îmbunătăți rata de operare ar trebui acționat în domeniul marketingului și al vânzărilor, deoarece aceasta rată este un indicator al încărcării capacității disponibile, care produce ceea ce este necesar procesului din aval. Taiichi Ohno a declarat că rata de operare nu poate să fie 100 %, știind că realizarea acestei ținte ar duce la încărcarea capacității cu semifabricate care nu sunt necesare acum (supraproducție).

Tabelul 1

	Ianuarie	Februarie	Martie	.....
Ținta Bekido	85 %	85 %	85 %	
Cantitatea de produse	57516	63003	68410	
Bekido (Performanța)	83,92 %	89,97 %	90,35 %	
Non - Bekido	16,08 %	10,03 %	9,65 %	
Defecțiuni utilaj	3,73 %	0,21 %	1,32 %	
Schimbare scule	0,62 %	0,93 %	0,29 %	
Schimbare fabricație	0,99 %	0,48 %	0,85 %	
Reglaje	1,59 %	1,59 %	0,36 %	
Probe	0,00 %	0,00 %	0,16 %	
Lipsa scule	0,00 %	0,00 %	0,00 %	
Lipsa piese	0,00 %	0,00 %	0,00 %	
Lipsa operator	0,00 %	0,00 %	0,00 %	
Altele	0,00 %	0,07 %	0,00 %	
Rebuturi	0,17 %	0,01 %	0,06 %	
Timp neidentificat	8,99 %	7,14 %	6,61 %	

Practic, valoarea ideală a ratei de producție depinde de filosofia serviciului clienți și de politica de „backlog”. Dacă rata de operare a fost de 100 %, atunci înseamnă că vânzările spre aval se potrivesc exact cu capacitatea completă a echipamentului analizat. Acest lucru este puțin probabil să se întâmple. Totuși valori mari ale parametrului se pot obține atunci când planificarea este netezită prin proiecte Heijunka, sau dacă există o întârziere și implicit ordine în așteptare.

Din experiența Toyota, o rata de producție de 85 % este o limită realistă iar companiile analizează performanța sistemelor de producție (rata Bekido) și evoluția acestora în timp. (Tabel 1)

## 5. Calitatea

Cel de al treilea factor al indicatorului OEE este „calitatea”, dată de procentul de produse bune:

*Rata calității = Produsele finite de calitate bună / Producția totală*

În japoneză această rată poartă numele de Choko.

## 6. Analiza OEE

Se pune problema de a analiza valorile OEE pentru ca managementul să înțeleagă situația companiei și să ia deciziile corecte. Prin urmare, ce informații ne oferă OEE? În ce situație se află fluxul analizat? Desigur depinde de ramura industrială. De asemenea, o companie ar trebui să analizeze valorile OEE ale concurenței [2]. Totuși...

Un scor OEE de 100 % caracterizează o producție perfectă. Se fabrică numai piese bune, cât mai repede posibil, fără timp de oprire.

Un scor OEE de 85 % este considerat a fi atins de companiile de clasă mondială, foarte performante. Pentru multe companii, este un obiectiv de atins pe termen lung.

Un scor OEE de 60 % este destul de tipic pentru producători și indică faptul că există destul loc pentru îmbunătățire.

Un scor OEE de 40 % nu este deloc neobișnuit pentru companiile producătoare care abia încep să urmărească și să-și îmbunătățească performanțele de fabricație. Este un scor redus și în majoritatea cazurilor poate fi ușor îmbunătățit prin măsuri clare (de

exemplu, prin urmărirea motivelor de oprire și prin analiza și îmbunătățirea celor mai mari surse de timp de nefuncționare - una câte una).

## 7. Concluzii

■ Desi OEE si „Utilizarea activelor” sunt indicatori clasici de evaluare a echipamentelor si activității unor fluxuri de producție, este necesară înțelegerea corectă a modului de utilizare a informațiilor.

■ Este de subliniat faptul că „disponibilitatea” se referă la fiabilitatea echipamentelor fără a se adăuga pierderi legate, de exemplu, de schimbarea fabricației.

■ În legătură cu creșterea performanței echipamentelor, este de remarcat că focalizarea companiei ar trebui să fie pe creșterea vânzărilor și nu pe creșterea artificială a performantei care ar duce la supraproducție.

■ Înțelegerea mai profundă a aspectelor legate de calculul indicatorilor face ca preluarea de informații să fie corectă iar rezultatele metricilor să fie utilizate eficient în implementarea îmbunătățirilor.

## BIBLIOGRAFIE

[1] \* \* \* [https://en.wikipedia.org/wiki/Overall\\_equipment\\_effectiveness](https://en.wikipedia.org/wiki/Overall_equipment_effectiveness)

[2] What is Overall Equipment Effectiveness? <https://www.oeo.com/>

[3] \* \* \* Lesson of OEE <https://wenku.baidu.com/view/de8dc985bceb19e8b8f6ba5a>

Prof. Dr. Ing. Livia Dana BEJU  
Universitatea "Lucian Blaga" din Sibiu  
Facultatea de Inginerie  
Departamentul Inginerie Industrială si Management  
E-mail: livia.beju@ulbsibiu.ro