

CONSIDERAȚII PRIVIND MENTENANȚA UTILAJELOR DE PRODUCȚIE

Deneș Călin, *Universitatea „Lucian Blaga”, Sibiu, România*
Greco Valentin, *Universitatea „Lucian Blaga”, Sibiu, România*

REZUMAT: Lucrarea prezintă unele aspect cu privire la mentenanța utilajelor de producție (mașinilor-unelte, instalațiilor, liniilor de fabricație, aparatelor, etc.) pe baza cărora se poate asigura o exploatare (utilizare, folosire) mai eficientă a acestora. Se propune o abordare interesantă a urmării funcționării utilajelor, care permite: colectarea informațiilor relevante, evidențierea motivelor de nefuncționare identificarea unor soluții de creștere a fiabilității utilajelor; calculul costului reparațiilor și determinarea bugetului necesar activităților de mentenanță; determinarea pierderilor cauzate de nefuncționare și evaluarea mai realistă a capacității de producție. De asemenea, sunt prezentate și unele instrumente care îmbunătățesc managementul mentenanței și asigură o exploatare mai eficientă a utilajelor.

Cuvinte cheie: mentenanță, utilaje de producție, fiabilitate, mentenabilitate, disponibilitate

1. INTRODUCERE

Performanțele firmelor producătoare sunt dependente, printre altele, de productivitatea utilajelor de producție utilizate. Aceasta depinde nu numai de caracteristicile tehnice ale utilajelor ci și de disponibilitatea acestora. Disponibilitatea utilajelor este asigurată mai ales prin menținerea lor în stare de bună funcționare, componenta de bază fiind reprezentată de fiabilitatea acestora. Iată de ce, este bine să se acorde importanța cuvenită acestei probleme. Dacă se are în vedere și faptul că elementul central al teoriei fiabilității este defectarea (căderea) și mai ales că acest eveniment poate fi cauzat de o exploatare neadecvată, problema analizei fiabilității utilajelor este pe deplin justificabilă pentru oricine.

Este bine cunoscut faptul că utilajele de

CONSIDERATIONS ON THE MAINTENANCE OF PRODUCTION EQUIPMENT

Deneș Călin, *„Lucian Blaga”
University, Sibiu, România*
Greco Valentin, *„Lucian Blaga”
University, Sibiu, România*

ABSTRACT: This paper presents some aspects of maintenance of production equipment (machine tools, facilities, production lines, equipment, etc.) based on which it can be ensured a more effective use (exploitation, service). It proposes an interesting approach to tracking equipment operation, which allows: gathering relevant information, outlining the reasons for downtime, identifying solutions to increase equipment reliability, repair cost calculation and determination of necessary budget for maintenance activities, determine the losses caused by downtime and more realistic assessment of the production capacity. Some tools that enhance maintenance management activities and ensure more effective use of equipment are also presented.

Keywords: maintenance, production equipment, reliability, maintainability, availability

1. INTRODUCTION

Performance of manufacturing companies is dependent, among other things on the productivity of the equipment used in production. This depends not only on the technical characteristics of equipment but also their availability. Availability of equipment is provided mainly by keeping them in good operating condition, the main component being their reliability. That is why it is appropriate to give due weight to this issue. If one takes into account the fact that the core of reliability theory is the failure (collapse) and especially that this event may be caused by improper operation, equipment reliability analysis problem is fully justifiable for everyone.

It is well known that production equipment can not operate at all times, there are periods

producție nu pot funcționa tot timpul, existând perioade de întreținere, de reparare sau pur și simplu de neutilizare a lor din diverse motive. Toate aceste perioade de stagnare trebuie reduse la minimum pentru o mai eficientă utilizare a utilajelor, respectiv pentru creșterea disponibilității lor.

Pentru creșterea disponibilității utilajelor trebuie îmbunătățită atât fiabilitatea cât și mentenabilitatea lor. La prima vedere, acestea pot fi realizate și cad în sarcina producătorilor de utilaje. Dar, este oare posibil să aibă contribuții (în acest sens) și utilizatorii utilajelor? Răspunsul nu poate fi altul decât cel afirmativ.

În privința mentenabilității utilajelor, posibilitățile de intervenție a utilizatorilor sunt în general reduse, capacitatea utilajelor de a fi repute în funcționare fiind în general definită de modul în care utilajul a fost proiectat și realizat de producător. Totuși, unele intervenții menite să îmbunătățească capacitatea utilajelor de a fi repute în funcționare pot fi realizate și de utilizator. Acestea pot viza aspecte omise de către producător și care pot conduce la eficientizarea repunerilor în funcționare sau chiar a unor activități de întreținere.

Domeniul în care utilizatorul poate avea contribuții majore, cu efecte economice benefice, este cel al fiabilității utilajelor, deoarece capacitatea acestora de a se menține în stare de bună funcționare este dependentă în mare măsură și de modul în care se realizează exploatarea. Acțiunile prin care este posibilă creșterea fiabilității utilajelor pot fi deduse de către utilizatori prin analiza și interpretarea informațiilor colectate în timpul exploatării utilajelor sau din experiența anterioară legată de utilizarea altor utilaje. Demersul este condiționat de urmărirea evoluției stărilor utilajelor și de colectarea datelor relevante.

O altă modalitate de creștere a disponibilității utilajelor este legată de activitățile de mentenanță, respectiv de managementul acestora. Dacă în mod tradițional mentenanța desemna doar activitățile de întreținere și reparare, astăzi se aplică tot mai frecvent

of maintenance, repair or simply they are not used for various reasons. All these periods of stagnation should be minimized for a more efficient use of equipment, namely to increase their availability.

To increase the availability of equipment, their reliability and maintainability have to be improved. At first glance, they can be made and borne by equipment manufacturers. But is it possible to have contributions (in this sense) also the users of machinery? The answer can not be other than yes.

Regarding the maintainability of equipment, opportunities for user intervention are generally low, the ability of equipment to be re-set in operation is generally defined by how the equipment was designed and made by the manufacturer. However, some interventions designed to improve the ability of equipment to be brought into operation can be made also by the user. They can address issues omitted by the manufacturer and can lead to efficient restoration of function or even maintenance activities.

The area where the user can have major contributions, with beneficial economic effects, is the reliability of equipment, because their ability to maintain function depends largely also on how the operation is performed. Actions that can increase equipment reliability can be derived by users through analysis and interpretation of information collected during operating machinery or from previous experience related to use of other equipment. This approach is conditioned by following the evolution of equipment status and relevant data collection.

Another way of increasing the availability of equipment is related to maintenance activities, i.e. management of these activities. If traditionally maintenance designates only maintenance and repair activities, today the concept of total productive maintenance (TPM) is applied more frequently, which adds to the traditional maintenance activities all other activities (technical, economic or organizational) made in order to obtain maximum profit from any equipment [1, 2].

conceptul de mentenanță productivă totală (TPM), care adaugă la activitățile tradiționale de menenanță toate celelalte activități (tehnice, economice sau organizatorice) realizate cu scopul de a obține de la orice utilaj maximum de profit [1, 2]. Așadar, mentenanța productivă totală este un concept cu o arie largă de cuprindere, care integrează conceptele de disponibilitate, fiabilitate și mentenabilitate, la rândul său fiind integrat în conceptul de calitate totală.

Maximizarea profitului obținut din exploatarea utilajelor de producție poate fi posibilă prin implementarea unor noi activități de mentenanță (altele decât cele tradiționale), creșterea ponderii activităților de mentenanță preventivă în raport cu cele de menenanță corectivă și prin utilizarea unor instrumente sau metode moderne de management al activităților de mentenanță.

2. URMĂRIREA ȘI ANALIZA FUNCȚIONĂRII UTILAJELOR

Dacă se urmărește evoluția în timp a stărilor unui utilaj, se poate trasa o diagramă ca cea prezentată în figura 1. Diagrama relevă faptul că sunt posibile trei stări distincte ale unui utilaj: starea de bună funcționare (F), starea de reparare (R), sau starea de staționare (S) provocată de alte cauze decât repararea (staționări, așteptări, întârzieri, lipsă de comenzi, etc.).

Thus, total productive maintenance is a concept with a wide range of coverage, which integrates the concepts of availability, reliability and maintainability, being itself also integrated into the concept of total quality.

Maximizing profits from the exploitation of production equipment can be possible by implementing new maintenance activities (other than the traditional ones), increasing number of preventive maintenance activities compared with corrective maintenance activities and using modern tools or methods of maintenance activities management.

2. TRACKING AND INVESTIGATING THE FUNCTIONING OF MACHINES

If one follows the evolution of the state of a machine, one can draw a diagram like the one shown in Figure 1. The diagram shows that there are three possible distinct states of a machine: good working condition (F), state of repair (R) or stationary (S) caused by reasons other than repair (stationary, expectations, delays, lack of orders, etc.).

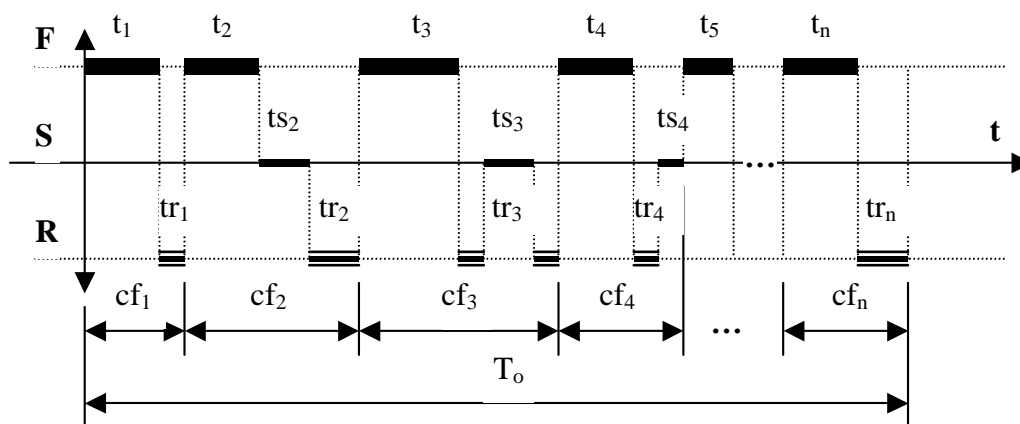


Figura 1. Evoluția reală a stărilor unui utilaj
Figure 1. The real state of a machine

Timpul total de observare a evoluției utilajului (T_o) este alcătuit din mai multe cicluri de funcționare cf_i , $i \in \{1, n\}$, care au durată variabilă. Aceasta se explică prin faptul că timpii de bună funcționare (t_i), timpii de reparare (tr_i) și timpii de staționare (ts_i) au valori variabile.

Aceeași perioadă de observare poate fi descrisă, în medie, cu ajutorul a „n” cicluri de funcționare de aceeași durată (cf), denumite cicluri echivalente de funcționare, pentru care timpii caracteristici se înlocuiesc cu mediile obținute pentru întreaga perioadă de observare (figura 2):

The total time of observation of the evolution of the machine (T_o) is composed of several functioning cycles cf_i , $i \in \{1, n\}$, with variable duration. This is explained by the fact that times of good functioning (t_i), repair times (tr_i) and stationary times (ts_i) have variable values.

Same period of observation can be described, on average, using "n" functioning cycles of the same duration (cf), called equivalent operating cycles for which characteristic times are replaced by time average for the entire period of observation (Figure 2):

$$MTBF = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{n}, \quad MTR = \frac{\sum_{i=1}^n tr_i}{n}, \quad MTS = \frac{\sum_{i=1}^n ts_i}{n} \quad (1)$$

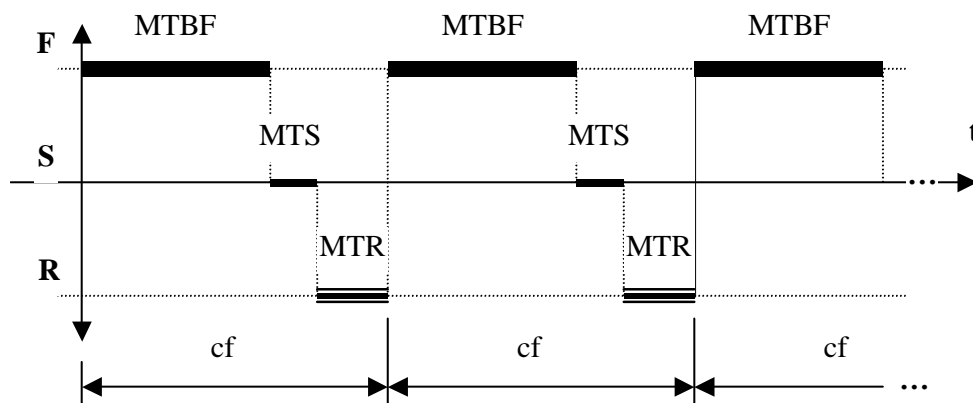


Figura 2. Evoluția echivalentă a stărilor unui utilaj
Figure 2. Evolution of equivalent status of a machine

Relațiile (1) exprimă valori medii semnificative cu privire la exploatarea utilajelor: media timpului de bună funcționare (MTBF), media timpului de reparare (MTR) și media timpului de staționare (MTS). Pe baza relațiilor (1) se determină alte mărimi caracteristice privind fiabilitatea utilajelor, respectiv intensitatea de defectare (λ), intensitatea reparațiilor (μ) sau coeficientul de disponibilitate (K_a):

Relations (1) express significant mean values of the use of machines: average time of good functioning (MTBF), average time to repair (MTR) and average stationary time (MTS). Based on relations (1) other characteristics regarding the reliability of the equipment are determined, namely the failure intensity (λ), the intensity of repair (μ) or availability coefficient (K_a):

$$\lambda = \frac{1}{MTBF}, \quad \mu = \frac{1}{MTR}, \quad K_a = \frac{MTBF}{MTBF + MTR + MTS} \quad (2)$$

Dacă se acceptă faptul ca majoritatea elementelor componente ale utilajelor sunt de natură mecanică și că intensitatea de defectare este aproximativ constantă, atunci se poate utiliza modelul repartiției exponențiale [4]. În conformitate cu acesta, fiabilitatea $R(t)$ și disponibilitatea $A(t)$ se pot determina cu relațiile:

$$R(t) = e^{-\lambda t}, \quad A(t) = \frac{\mu}{\lambda + \mu} + \frac{\lambda}{\lambda + \mu} \cdot e^{-(\lambda + \mu)t}; \quad (3)$$

în timp ce nonfiabilitatea $F(t)$ și indisponibilitatea $U(t)$ se pot determina din considerente de complementaritate statistică:

$$F(t) = 1 - R(t), \quad U(t) = 1 - A(t). \quad (4)$$

Cunoașterea mărimilor determinate cu relațiile (1), (2), (3) și (4) conferă informații prețioase cu privire la fiabilitatea utilajelor de producție. Calculele sunt posibile doar dacă valorile timpilor luați în considerare în relațiile de calcul anterior prezentate sunt cunoscute. Iată că prima categorie de informații care trebuie culese de-a lungul timpului de exploatare a utilajelor sunt informațiile referitoare la timpii specifici ciclurilor de funcționare. Însă informațiile care trebuie înregistrate nu trebuie să se rezume doar la cele de natură temporală. Se pot adăuga alte categorii de informații relevante, privitoare la: tipul defectărilor (căderilor), cauzele de defectare, tipurile pieselor înlocuite, furnizorii pieselor de schimb, costurile reparațiilor, motivele staționărilor, numărul și identitatea persoanelor care au intervenit (eventual alte informații considerate relevante de către fiecare utilizator).

Informațiile de natură temporală se pot prelucra relativ ușor. Pentru exemplificare, în figurile 3 și 4 se prezintă capturi de ecran realizate la prelucrarea informațiilor temporale referitoare la 10 cicluri de funcționare reală a unui utilaj, cu ajutorul unei aplicații MS-Excel, fundamentată pe relațiile de calcul prezentate anterior.

If one accepts that most of the equipment components are mechanical and the intensity of damage is approximately constant, then we can use the exponential distribution model [4]. In accordance therewith, the reliability $R(t)$ and the availability $A(t)$ can be determined by relations:

while non-reliability $F(t)$ and unavailability $U(t)$ can be determined from considerations of statistical complementarity:

Knowing the values determined by relations (1), (2), (3) and (4) provides valuable information on the reliability of production equipment. The calculations are only possible if the values of the times taken into account in the previously submitted calculation relationships are known. Therefore the first category of information to be collected during the operating time of the equipment is information regarding the specific time cycles. But the information to be recorded shall not be limited only to the temporal nature. You can add other types of relevant information concerning: the type of failures, failure causes, types of parts replaced, parts suppliers, repair costs, reasons for stops, number and identity of persons who have intervened (or other information considered relevant for each user).

Temporal information can be relatively easily processed. For example, Figures 3 and 4 show screenshots from processing temporal information regarding 10 cycles on a real machine, with an MS-Excel application, based on the calculation relations presented above.

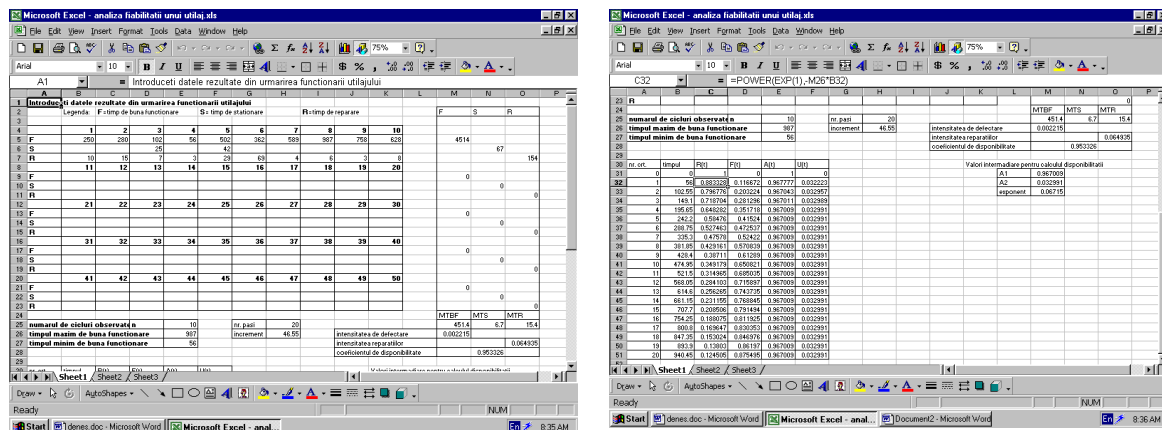


Figura 3. Colectarea datelor de intrare și realizarea calculului
 Figure 3. Collection of input data and making calculations

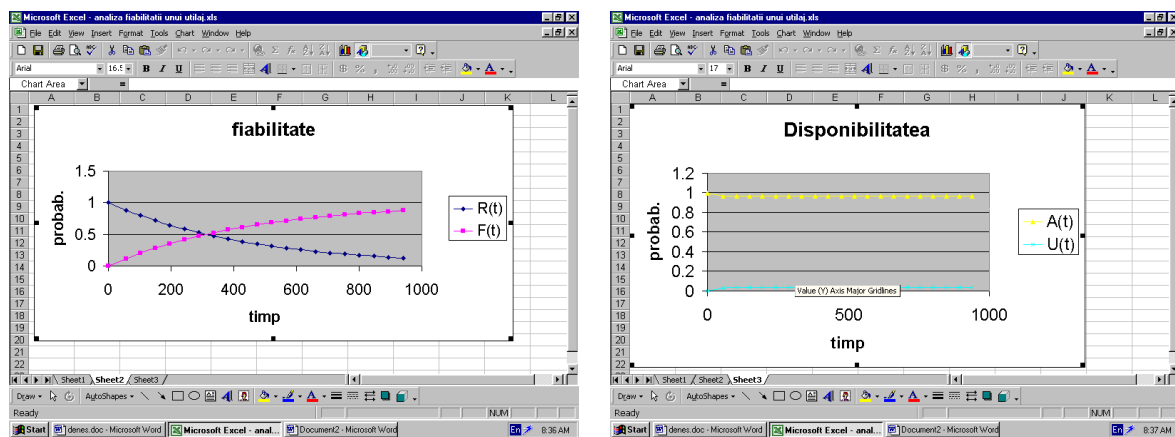


Figura 4. Reprezentări grafice semnificative
 Figure 4. Significant graphics

Valorile obținute pot fi deosebit de utile și pentru efectuarea unor calcule economice. Astfel, cu ajutorul lor și cu al celorlalte informații colectate (înregistrate) se poate calcula, de exemplu, costul total al reparațiilor pentru „n” cicluri de funcționare (C_R):

$$C_R = n \cdot (MTR \cdot x \cdot s + N \cdot C_N), \tag{5}$$

în care: x reprezintă numărul mediu de muncitori utilizați la o reparație; s – salariul tarifar orar mediu, plătit celor care efectuează reparația; N – numărul mediu de piese de schimb înlocuite la o reparare; C_N – costul mediu al unui reper înlocuit [3].

De asemenea, se pot face calcule mai obiective privind capacitatea de producție a

The values obtained can be particularly useful for making economic calculations. Thus, with their help and with the other information collected (recorded) it can be calculated, for example, the total cost of repairs for "n" cycles (C_R):

where: x represents the average number of workers utilized to repair, s - average hourly salary paid to those who carried out repairs, N - the average number of parts replaced at a repair, C_N - average cost of a part replaced [3].

More objective calculations can be made regarding the production capacity of each

fiecărui utilaj, deoarece acestea se bazează pe date reale obținute din urmărirea fiecărui utilaj în parte. Capacitatea de producție a unui utilaj (C_{p_i}) se poate corecta (C_p) cu ajutorul coeficientului de disponibilitate (K_a):

$$C_p = C_{p_i} \cdot K_a , \quad (6)$$

iar pierderile suferite ca urmare a staționării și reparării utilajelor pe durata celor „n” cicluri de funcționare (P) se pot estima cu relația:

$$P = C_R + P_h \cdot (MTR + MTS) \cdot n , \quad (7)$$

unde P_h reprezintă valoarea pierderilor pentru o oră de nefuncționare a utilajului [3].

Cu ajutorul informațiilor obținute se fundamentează apoi, pe considerente obiective, unele dintre deciziile manageriale din domeniul mentenanței. Se pot adopta astfel noi strategii de mentenanță, se pot face propuneri de achiziție de noi utilaje, sau se poate reorganiza compartimentul de mentenanță. Prin utilizarea unor aplicații electronice se înlocuiesc tradiționalele fișe de urmărire a funcționării utilajelor cu mijloace de stocare și prelucrare mai moderne, care pot fi integrate în sisteme informatice mai cuprinzătoare. Informațiile obținute din utilizarea acestor instrumente de lucru pot fi folosite și de alte compartimente ale firmei, efectele utilizării fiind sporite. Se produc, astfel, efecte favorabile privind mai buna exploatare a utilajelor folosite de firme, putându-se asigura o creștere semnificativă a profitului obținut.

3. INSTRUMENTE CARE ÎMBUNĂTĂȚESC MANAGEMENTUL ACTIVITĂȚILOR DE MENTENANȚĂ

Managementul ne pune la dispoziție o multitudine de metode care au ca obiectiv ameliorarea continuă a mentenanței. Cum

machine, because they are based on real data obtained from monitoring each machine individually. Production capacity of a machine (C_{p_i}) can be corrected (C_p) with availability coefficient (K_a):

and losses due to downtime and repairing equipment during the "n" cycles (P) can be estimated by the relationship:

where P_h is the amount of losses for an hour of downtime of the machine [3].

With the information obtained is then based, on objective considerations, some of the maintenance management decisions. It may take up new maintenance strategies, one can make proposals to acquire new equipment, or one can reorganize the maintenance department. The use of such applications replace traditional electronic records tracking equipment operation by means of modern storage and processing, which can be integrated into more comprehensive systems. Information obtained from the use of these tools can be used by other departments of the company, increasing the effects of the usage. Thus, favorable effects of better use of equipment used in production occur, and could ensure a significant increase in profit.

3. TOOLS TO IMPROVE MAINTENANCE MANAGEMENT ACTIVITIES

Management provides us with a variety of methods aimed at continuous improvement of maintenance. As management is art and science at the same time, creativity leads to acquisition of methods from related fields and to their application in maintenance activities,

managementul este și artă, și știință în același timp, creativitatea conduce la preluarea de metode din domenii conexe și aplicarea acestora în mentenanță, ba chiar mai mult, la extinderea aplicabilității unora dintre ele din domeniile de înaltă tehnologie către întreprinderile mici și mijlocii. În aceste sens, o mare parte de instrumentele utilizate în domeniul managementului calității sunt utilizate, cu adaptările de rigoare, în domeniul managementului mentenanței, ca instrumente sau metode specifice.

Aplicarea unei singure metode de management al mentenanței nu este suficientă. Obținerea unui rezultat punctual nu poate să încante decât pe moment un mentenor sau un șef de serviciu. Panoplia de metode, descrisă în lucrările [1] și [2], are în vedere orientarea opțiunii managerilor spre o abordare strategică a mentenanței și urmărirea obținerii de rezultate la nivel global.

Aplicabilitatea acestor metode trebuie încadrată într-un proces continuu de ameliorare a mentenanței, analog îmbunătățirii continue a calității, care reprezintă elementul specific al calității totale, în care conceptul de mentenanță este integrat. Abordările caracteristice metodelor de management al mentenanței au întotdeauna un caracter cel puțin multidisciplinar, întărind astfel conlucrarea dintre serviciile întreprinderii.

Este evident faptul că, pentru a fi cu adevărat eficienți în managementul mentenanței, este necesară optimizarea aplicării globale a tuturor metodelor cunoscute și dezvoltarea unor metode noi, mai performante.

Pe baza relațiilor (1) ... (7) se poate deduce ce trebuie urmărit în aplicarea instrumentelor (metodelor) de management al mentenanței: creșterea mediei timpului de bună funcționare (MTBF), scăderea mediei timpului de reparare (MTR), eliminarea sau reducerea la minimum a mediei timpului de staționare (MTS), creșterea disponibilității utilajelor (K_a), scăderea costului total al reparațiilor (C_R), diminuarea pierderilor suferite ca urmare a staționării și reparării utilajelor (P).

and even more, extending the applicability of some of them in areas of high technology to small and medium enterprises. In this respect, most instruments used in quality management are used, with the necessary adjustments, in maintenance management as specific methods or tools.

Applying a single maintenance management method is not sufficient. Obtaining a punctual result can not offer more than a short term delight to a person responsible with maintenance. Panoply of methods, described in [1] and [2], focuses on directing managers towards a strategic approach of maintenance and delivering results worldwide.

The applicability of these methods must be employed in a continuous process to improve maintenance, analog to continuous quality improvement, which is the specific element of the concept of total quality, in which maintenance is integrated. Approaches characteristic of maintenance management methods have always at least a multidisciplinary character, strengthening cooperation between enterprise services.

It is clear that to be truly effective in maintenance management, optimization of global application of all known methods and developing new and more efficient methods is required.

Based on relations (1) ... (7) it can be inferred what has to be followed in applying tools (methods) for maintenance management: increasing the average time of better functioning (MTBF), decreasing the average time to repair (MTR), eliminating or reducing to the minimum the average stationary time (MTS), increasing availability of equipment (K_a), lowering total cost of repair (C_R), reducing losses due to stationary and repairing machinery (P). The main component of a cycle of operation is the one of good functioning. This means that the direction of improvement maintenance activities must be oriented towards growing reliability by increasing the MTBF. This statement is an important step towards an original concept, Maintenance Based on Global Reliability, which some Romanian

Aceasta presupune că direcția de îmbunătățire a a activităților de menenanță trebuie să fie orientată înspre creșterea fiabilității, prin creșterea MTBF. Prin această afirmație se face un pas important spre un concept original, mentenanța bazată pe fiabilitate globală, pe care unii cercetători români și francezi încearcă în prezent să-l popularizeze pe plan mondial [2].

În continuare, în tabelul 1, se prezintă cele mai uzuale metode specifice managementului mentenanței, care pot fi luate în considerare în practică.

and French researchers are currently trying to popularize around the world [2].

Next, in Table 1, the most commonly used specific maintenance management methods, which can be taken into account in practice, are presented.

Tabelul 1. Instrumente (metode) pentru managementul activităților de mentenanță

Nr. crt.	Instrument / Metodă	Utilitate
1	Analiza modului de defectare, a efectului și criticității (AMDEC, FMEA)	<ul style="list-style-type: none"> • ierarhizarea cauzelor de defectare și a componentelor afectate de căderi; • scăderea C_R și P; • creșterea K_a; • creșterea MTBF; • scăderea MTR; • diminuarea MTS; • identificarea unor măsuri de îmbunătățire a exploatării utilajelor.
2	Controlul statistic al funcționării utilajelor (graficele de control)	<ul style="list-style-type: none"> • evitarea rebuturilor; • scăderea P; • reducerea timpilor de staționare; • optimizarea funcționării utilajelor.
3	Rețeaua tehnică și umană a mentenanței (RTUM)	<ul style="list-style-type: none"> • scăderea MTR; • diminuarea MTS; • scăderea C_R și P; • creșterea K_a; • optimizarea activităților de mentenanță.
4	Analiza cauză-efect (diagrama Ishikawa)	<ul style="list-style-type: none"> • identificarea tuturor cauzelor de defectare; • identificarea unor măsuri de îmbunătățire a exploatării utilajelor.
5	Arborescența defectării	<ul style="list-style-type: none"> • ierarhizarea cauzelor de defectare a subansamblurilor și componentelor afectate de căderi; • identificarea măsurilor corective pentru îmbunătățirea utilizării utilajelor.
6	Metoda Pareto (ABC, 80/20)	<ul style="list-style-type: none"> • ierarhizarea cauzelor de defectelor; • identificarea măsurilor corective pentru îmbunătățirea utilizării utilajelor.

Table 1. Instruments (methods) for the management of maintenance activities

Nr. crt.	Tool / Method	Utility
1	Analysis of the failure mode, of the effect and criticality (AMDEC, FMEA)	<ul style="list-style-type: none"> • ranking causes of failure and failure affected components; • C_R and P decrease; • increased K_a; • increased MTBF; • MTR decrease; • reduce MTS; • identification of measures to improve the operation of machinery.
2	Statistical control of machinery operation (control charts)	<ul style="list-style-type: none"> • avoid scrap; • lower P; • reduce stationary time; • optimize equipment operation.
3	Technical and human maintenance network (RTUM)	<ul style="list-style-type: none"> • lower MTR; • reduce MTS; • lower C_R and P; • increased K_a; • optimized maintenance activities.
4	Cause and effect analysis (Ishikawa diagram)	<ul style="list-style-type: none"> • identify all the causes of failure; • identification of measures to improve the operation of machinery.
5	Hierarchy tree of failure	<ul style="list-style-type: none"> • ranking causes of failure and failure affected sub-assemblies; • identify corrective measures to improve the use of machinery.
6	Pareto Method (ABC, 80/20)	<ul style="list-style-type: none"> • ranking causes of defects; • identify corrective measures to improve the use of machinery.

4. CONCLUZII

Urmărirea și analiza funcționării utilajelor de prelucrare trebuie să constituie un demers obligatoriu pentru toți utilizatorii de utilaje, mașini-unelte, instalații și echipamente. Realizarea înregistrărilor, sistematizarea și prelucrarea lor, fac posibilă identificarea de măsuri concrete pentru îmbunătățirea activităților de mentenanță și pentru creșterea eficienței de utilizare a utilajelor.

De asemenea, instrumentele (metodele) de management al mentenanței, aplicate corect și în mod complementar, pot asigura creșterea profitului firmelor, prin folosirea cât mai eficientă și eficace a utilajelor și, în sens mai larg, a tuturor mijloacelor de producție. Astfel întreprinderile pot deveni sustenabile și pot participa activ la dezvoltarea durabilă a societății.

5. AKNOWLEDGEMENTS

Acest studiu a fost realizat în cadrul proiectului POSDRU/88/1.5/S/60370 - "Integrarea Cercetării Românești în Contextul European de Cercetare – burse de doctorat finanțate".

6. REFERINTE BIBLIOGRAFICE

- [35] Deneș, C., (2007) Fiabilitate și ergonomie, Sibiu, editura Alma Mater, 2007.
- [36] Verzea, I., ș.a. (1999) Managementul activității de mentenanță. Iași, Editura „Polirom”, 1999.
- [37] Deneș, C., (2003) Considerații privind analiza fiabilității utilajelor. Al VII-lea Simpozion Internațional de Management – SIM 2003 - Timișoara.
- [38] Deneș, C., Grecu V., (2009) Considerations Regarding Reliability Estimate of Fatigue-subjected Products. Review of Management and Economic Engineering 2009, vol. 8, no. 1A (31), Todesco Publishing House, Cluj-Napoca.

4. CONCLUSIONS

Tracking and analyzing manufacturing equipment operation must constitute a mandatory approach for all users of machinery, machine tools, plant and equipment. Making records, systemizing and processing them make it possible to identify concrete measures for improvement of maintenance and increasing the efficiency of use of equipment.

Also, the tools (methods) of maintenance management, applied correctly and complementary can ensure profit growth for companies, by using more efficient and effective the machinery and, more broadly, all means of production. Thus businesses can become sustainable and can participate actively in sustainable development of society.

5. AKNOWLEDGEMENTS

This research was conducted in the project POSDRU/88/1.5/S/60370 – “Integrating Romanian research in the context of European research – financed doctoral scholarships”.

6. REFERENCES

- [39] Deneș, C., (2007) Fiabilitate și ergonomie, Sibiu, editura Alma Mater, 2007.
- [40] Verzea, I., ș.a. (1999) Managementul activității de mentenanță. Iași, Editura „Polirom”, 1999.
- [41] Deneș, C., (2003) Considerații privind analiza fiabilității utilajelor. Al VII-lea Simpozion Internațional de Management – SIM 2003 – Timișoara.
- [42] Deneș, C., Grecu V., (2009) Considerations Regarding Reliability Estimate of Fatigue-subjected Products. Review of Management and Economic Engineering 2009, vol. 8, no. 1A (31), Todesco Publishing House, Cluj-Napoca.