

COSTURI DE MENTENANȚĂ

INTRODUCERE

Etapă de mentenanță este un element important în perioada de viață a unui echipament, care trebuie menținut în stare de funcționare satisfăcătoare pentru a fi capabil de performanțele pentru care a fost proiectat. Costurile de mentenanță a unui utilaj variază adesea de la 2 la 20 de ori din prețul de achiziție. Costurile de mentenanță includ totalitatea oportunităților pierdute într-o anumită perioadă de timp, randamentul scăzut și calitatea redusă a performanțelor datorate nefuncționării echipamentelor sau a funcționării lor nesatisfăcătoare, toate aceste aspecte fiind în strânsă legătură cu deteriorarea siguranței personalului și a mediului.

Oricum, costurile de mentenanță s-ar putea exprima mai simplu ca fiind totalitatea materialelor și a muncii necesare pentru menținerea echipamentului în stare de funcționare corespunzătoare. Unii autori împart cheltuielile de mentenanță în patru categorii, și anume: cheltuieli directe, cheltuieli datorate pierderilor de producție, cheltuieli de deteriorare a echipamentelor, și cheltuieli cu „echipamentele de rezervă”. Cheltuielile directe sunt asociate cu păstrarea echipamentelor în stare de funcționare și cuprind cheltuielile cu inspecțiile periodice, cheltuielile de întreținere preventivă, costurile reparațiilor, costurile reviziilor tehnice și costurile de service. Cheltuielile asociate cu pierderile de producție se referă la întreruperea producției datorită avarierii echipamentelor de bază și lipsei unor echipamente de schimb. Cheltuielile de deteriorare a echipamentelor se referă la degradarea echipamentelor și la scăderea timpului lor de viață datorită unei mentenanțe necorespunzătoare. Când discutăm despre costurile „echipamentelor de rezervă” ne referim, de fapt, la cheltuielile cu menținerea în stare de funcționare a echipamentelor de

rezervă, astfel încât acestea să fie oricând disponibile, pentru a înlocui în procesul de producție utilaje inoperabile.

ARGUMENTE ÎN VEDEREA ALOCĂRII COSTURILOR DE MENTENANȚĂ ȘI FACTORI CARE INFLUENȚEAZĂ ACESTE COSTURI

Iată câteva dintre argumentele prevederii cheltuielilor de mentenanță:

- Stabilirea necesității alocării unor costuri de mentenanță
- Stabilirea bugetului necesar
- Furnizarea de informații utile în proiectarea de noi echipamente/ elemente/ sisteme industriale
- Furnizarea de informații utile în cadrul studiilor asupra costurilor pentru un întreg ciclu de viață al unui echipament echipamentului
- Verificarea cheltuielilor
- Luarea deciziilor privind înlocuirea echipamentului
- Compararea eficienței costurilor de mentenanță în industrii similare
- Dezvoltarea politicilor optime de mentenanță pentru compania în cauză
- Compararea abordărilor concurenței în ceea ce privește mentenanța
- Oferirea de feedback la managementul de nivel superior
- Creșterea productivității muncii.

Mulți factori influențează costurile de mentenanță, inclusiv vârsta echipamentului, tipul și starea sa generală, experiența și abilitățile operatorului, politica de mentenanță a companiei, tipul de service, abilitățile și îndemânarea personalului de mentenanță, condițiile de mediu, specificația echipamentului și verificările periodice.

TIPURI DE BUGET DE MENTENANȚĂ ABORDAREA PREGĂTIRII BUGETULUI - ETAPE

Bugetul de mentenanță reprezintă o pârghie importantă în controlul resurselor financiare ale companiei alocate departamentului de mentenanță. Administrarea bugetului se face prin diferite proceduri economice computerizate pentru a conduce, controla și măsura eficiența departamentului de mentenanță. În ceea ce privește operațiunile de mentenanță, se folosește unul dintre cele două tipuri de buget:

- Bugetul operativ
- Bugetul de proiect (de creditare)

Bugetul operativ se ocupă cu defalcarea fiecărei categorii de cheltuieli de operare previzionate pentru fiecare departament din cadrul organizației. Scopul unui asemenea buget este acela de a controla nivelul cheltuielilor cu forța de muncă, cu materialele de întreținere, cu piesele de schimb, precum și nivelul cheltuielilor globale prognozate pentru anul fiscal următor. Acest tip de buget include elemente precum întreținerea preventivă, reviziile periodice, modificările minore și reparațiile de rutină.

Bugetul de proiect sau de creditare se ocupă cu proiectele dedicate sau cu programele specializate, precum sistemele computerizate de gestionare a mentenanței, achizițiile majore de echipamente vitale în procesul tehnologic și proiectele majore de construcții. Fondurile pentru astfel de proiecte nu sunt incluse în bugetul operațional. Bugetul de proiect se împarte în subcategorii de tipuri și cantități de materiale, forță de lucru, și cheltuieli de regie necesare pentru a finaliza un proiect definit.

ABORDAREA ELABORĂRII BUGETULUI

Vom discuta în continuare despre două tipuri de elaborare a bugetului, și anume: abordarea istorică și abordarea plecând de la zero. Când vorbim despre abordarea istorică, ne referim

la experiența anilor trecuți, la perspectiva istorică. De cele mai multe ori, bugetul se încadrează în această categorie. Profesioniștii implicați în alcătuirea unui asemenea tip de buget apelează la experiențele anilor anteriori, pentru determinarea costurilor estimate pentru anul următor. Această abordare este eficientă, rațională, și presupune o muncă de documentare relativ restrânsă. Problema care se pune totuși se referă la evitarea erorilor din trecut, care nu trebuie perpetuate și repetate.

Abordarea plecând de la zero se referă la dezvoltarea unui buget pe baze logice, fără a avea în spate nici un istoric. Fiecare element de referință din buget se justifică doar prin necesitățile și cerințele curente sau prin priorități, în funcție de fondurile disponibile. Cheltuielile acestui tip de buget se grupează, în funcție de priorități, în pachete de lucru clasificate, la rândul lor, în trei categorii: cheltuieli impuse de lege, cheltuieli neimpuse de lege și cheltuieli apărute pentru prima dată în buget. Câteva dintre avantajele acestui tip de abordare de buget ar fi:

- Un proces de elaborare a bugetului mai atent și mai fundamentat
- O utilizare judicioasă a fondurilor disponibile
- O mai bună înțelegere a obiectivelor organizației și a scopurilor echipei de conducere.

Dezavantajele abordării bugetului pornind de la zero constau în faptul că munca pentru întocmirea unui astfel de buget este mai laborioasă, mai detaliată, necesită o documentare aprofundată și deci un timp mai îndelungat de pregătire, în comparație cu abordarea pe considerente istorice.

ETAPELE PREGĂTIRII BUGETULUI DE MENTENANȚĂ

Profesioniștii care lucrează în acest domeniu, au dezvoltat un proces de elaborare a bugetului, după cum urmează:

- Colectarea informațiilor asupra experiențelor din anii anteriori

- Solicitarea informațiilor de la departamentul de contabilitate cu privire la tendințele de cost și la reducerea cheltuielilor
 - Solicitarea de informații de la departamentele operaționale cu privire la planurile acestora pentru anul următor .
 - Solicitarea de informații de la departamentul de vânzări privind cantitatea de produs prognozată a fi vândută anul următor
 - Determinarea numărului de ore de lucru de întreținere la echipamentele obișnuite în general și în special la echipamentele ale căror cheltuieli de reparație sunt semnificative.
 - Estimarea necesarului de materiale consumabile de care are nevoie departamentul de întreținere, în special când este vorba despre reperi scumpe sau multe.
 - Estimarea cheltuielilor de revizie.
 - Eșalonarea cheltuielilor pe săptămâni și centralizarea lor pentru fiecare lună în parte.
 - Stabilirea graficelor de costuri cumulate pentru fiecare variabilă importantă în parte: materiale,
 - Actualizarea periodică a costurilor totale și individuale și reprezentarea lor grafică.
- Ultimele două etape sunt de fapt vizate în utilizarea bugetului.

ESTIMAREA COSTULUI CU MANOPERA

Costul de salarizare reprezintă o componentă importantă a costurilor de mentenanță. Estimarea costurilor de salarizare se face pe baza rapoartelor de la departamentul de salarizare. Aceste informații sunt necesare pentru patru direcții cheie pe care le presupun:

1. Numărul anual de ore de lucru pe salariat
2. Tariful orar pe salariat
3. Raportul de cost dintre sporuri și prime anuale și salarii
4. Baza de calcul a tarifelor orare în funcție de gradul de muncă

Costul pe angajat se exprimă astfel:

$$C_{em} = LR(1 + BR)TAH \quad (1)$$

unde:

- C_{em} = costul pe angajat
- LR = tariful orar pe salariat,
- BR = beneficii (sporuri, prime)
- TAH = numărul anual de ore de lucru.

Costul total de salarizare va fi:

$$TLC = C_{em}N \quad (2)$$

unde:

- TLC = costul total de salarizare,
- N = numărul de angajați.

Exemplul 1

Să considerăm că un departament de mentenanță prezintă următoarele date:

- $TAH = 2000$ ore
- $BR = 0,2$
- $LR = 15$ \$/oră
- $N = 40$ angajați.

Aplicând formulele mai sus menționate (1) și (2), asociate costurilor de mentenanță obținem:

$$C_{em} = LR(1 + BR)TAH = 15 \cdot (1 + 0.2) \cdot 2000 = 36000 \text{ $/ salariat}$$

Astfel, costul total de salarizare asociat activității de mentenanță va fi: 1.44 mil. \$.

$$TLC = 36000 \times 40 = 1,44 \text{ milioane \$}.$$

ESTIMAREA COSTURILOR ORARE STANDARD

Tariful orar oferă o măsură utilă în evaluarea eficienței întreținerii în cadrul departamentului de mentenanță. De exemplu, de vreme ce personalul de întreținere oferă servicii, nu bucăți de reperi sau produse, tariful orar este o metodă utilă de comparare echitabilă a muncii prestate de către diferite categorii de personal.

Costul standard pe oră de lucru sau tariful orar se definește ca fiind:

$$C_{sh} = \frac{PD \times FBF}{PHP} \quad (3)$$

unde:

- C_{sh} = tarif orar,

PD = sumă de plată în dolari pentru o perioadă considerată,
 PHP = timp de lucru planificat (ore),
 FBF = factor de corecție beneficii.

Principalul avantaj al acestei metode în comparație cu alte metode de calcul este acela că în acest tarif se regăsesc diferitele variații de performanță:

ESTIMAREA COSTURILOR CU MANOPERA DE REPARAȚII

Acest model a fost dezvoltat în cadrul armatei SUA și se referă la estimarea manoperei de reparație. Costul cu manopera de reparație se poate exprima astfel:

$$RC = \alpha(1 - RSF)C_{um} \quad (4)$$

unde:

RC = costurile cu manopera de reparație,

C_{um} = costul de manoperă de reparații pentru un utilaj,

RSF = factor de corecție, necesar datorită pierderilor, avariilor de orice fel etc. Valorile acestui factor variază de la 0 la 0,1375, după cum arată și literatura de specialitate.

α = numărul de utilaje de reparat de-a lungul duratei de viață a sistemului respectiv. Numărul de unități componente ale unui sistem de reparat, de-a lungul duratei sale de viață este dat de formula:

$$\alpha = \lambda n_r L_S H_o \quad (5)$$

unde:

L_S = durata de viață a sistemului (în literatura de specialitate se consideră a fi de 10 ani)

H_o = numărul de ore de funcționare pe an

n_r = numărul total de repere de reparat

λ = rata de deteriorare constantă a unui reper.

Costul de reparații al unei unități referitor la manoperă se exprimă prin relația:

$$C_{um} = MCH \times AMHPR \times MUF \quad (6)$$

unde:

MCH = costurile acoperitoare de manoperă pe oră

$AMHPR$ = numărul mediu de ore de manoperă pe intervenție de reparații

MUF = factor de corecție manoperă, care variază între 3 și 1,04, după cum reiese și din literatura de specialitate.

ESTIMAREA COSTURILOR DE MANOPERĂ PENTRU ACȚIUNILE CORECTIVE

În acest caz, costul de manoperă se poate estima atunci când se cunoaște timpul mediu dintre două avarieri succesive ale unui utilaj ($MTBF$) și timpul mediu de reparație ($MTTR$). Așadar, costul anual de mentenanță pentru acțiuni corective se exprimă ca fiind:

$$CM_{al} = \frac{SOH \times LCH \times MTTR}{MTBF} \quad (7)$$

unde:

CM_{al} = costul anual cu manopera pentru acțiuni corective

LCH = tariful orar pentru acțiuni corective,

SOH = numărul anual planificat de ore de funcționare ale unui utilaj.

Exemplul 2

Un sistem este planificat să funcționeze fără probleme 2000 de ore pe an. Parametrul $MTBF$ al sistemului este de 400 h, iar $MTTR$ de 20 h. Dacă tariful orar de mentenanță pe acțiuni corective este de 20\$, atunci costul anual de mentenanță pe acțiuni corective, conform ecuației (7), va fi de 2000\$/ an.

ESTIMAREA COSTURILOR CU MATERIALELE DE ÎNTREȚINERE

Costul cu materialele de întreținere este o componentă importantă a costului total de întreținere. S-a observat că, în general fondurile alocate materialelor de întreținere reprezintă 40 ÷ 50% din cheltuielile totale de mentenanță.

Dacă aprovizionarea cu piese de schimb se face în urma unei analize bine documentate, iar stocurile sunt actualizate mereu, atunci costurile cu materialele de mentenanță se

reduc considerabil. Factorii care trebuie luați în considerare la evaluarea costurilor cu materialele de întreținere sunt:

- Costuri cu inventarierea materialelor de întreținere
- Ultimele achiziții de materiale sau costuri de fabricație
- Cost cu capitalul investit
- Reducerea valorii stocurilor datorită dezordinii și lipsei de organizare
- Creșterea valorii stocurilor datorită inflației.

Costul total cu stocurile la momentul efectuării reparației este dat de formula:

$$TCS = PDC + IC + (WI - PDC) + (0,01 \times T \times PDC) + (0,1 \times PDC) \\ = WI + IC + \left[\frac{T \times PDC + 10 \times PDC}{100} \right] \quad (8)$$

unde:

TCS = costul total cu stocurile de materiale la momentul efectuării reparației utilajului

PDC = valoarea curentă de inventar a reperului considerat, inclusiv costul de achiziție și cel de livrare

WI = valoarea de inventar a reperului după n perioade,

IC = valoarea de inventar pe reper,

T = timpul exprimat în luni, în care reperul se află pe stoc.

Rețineți că ecuația (8) permite o rată de inflație de 1% pe lună din costul de achiziție, pe perioada în care reperul se află pe stoc și o marjă de eroare de 10% ca și timp de viață pentru reperul respectiv, deoarece se ia în considerare o eventuală deteriorarea acestuia la montaj, un reper rebutat, o eventuală uzură morală sau pierderea reperului respectiv.

Ecuațiile pentru calcularea PDC , WI , și IC sunt date mai jos:

$$PDC = w \times PP \times (1 + L_S + L_u) - SM \quad (9)$$

$$WI = PDC (1 + i)^n \quad (10)$$

$$IC = \frac{FSC \times B}{K \times R} \quad (11)$$

unde:

PP = prețul unitar de achiziție materiale, sau mai exact prețul de livrare

L_u = pierderi generate de către stocurile nefolosite și revenite în inventar, care sunt prea mici pentru a fi luate în considerare la refacerea stocului, pentru o folosire ulterioară

w = greutatea/altă mărime care exprimă cantitate de material de întreținere folosită,

SM = preț unitar pentru materialele recuperate

L_S = pierderi datorate resturilor rămase, așchiilor, șpanului etc.

i = rata de interes pentru perioada specificată

n = numărul de perioade de interes

FSC = costurile anuale de depozitare pe m^2

B = mărimea spațiului de depozitare exprimat în m^2

R = perioada în care un reper se află în inventar

K = numărul mediu de repere stocate în spațiul de depozitare considerat (ladă).

MODELE DE ESTIMARE

A COSTURILOR DE MENTENANȚĂ

În continuare vom vedea modelele de estimare a costurilor, altele decât cele cu manopera sau cu materialele de întreținere. Vom vedea și exemple de modele folosite la estimarea costurilor de mentenanță pentru repere specifice.

MODEL DE ESTIMARE

A COSTURILOR DE MENTENANȚĂ A CLĂDIRILOR

Costul de mentenanță a clădirilor (BC) se exprimă astfel:

$$BC = NCF \times ICPCF \quad (12)$$

unde:

$ICPCF$ = costul inițial al clădirii pe m^3 de construcție,

NCF = număr de m^3 de material necesari pentru întreținerea clădirilor.

MODEL DE ESTIMARE A COSTURILOR CU ECHIPAMENTELE DE ÎNTREȚINERE

Costul asociat echipamentelor se poate estima cu ajutorul ecuației următoare:

$$CME = RDC + \theta(UPC) \quad (13)$$

unde:

CME = costul de mentenanță a echipamentelor de întreținere

RDC = costuri de cercetare și dezvoltare asociate echipamentelor de întreținere

θ = numărul total de echipamente de întreținere

UPC = costul unitar de achiziție a echipamentelor de întreținere.

MODEL DE ESTIMARE A COSTURILOR PE PERIOADA DE OPRIRE A ECHIPAMENTELOR TEHNOLOGICE

Costul pe perioada de oprire a utilajelor tehnologice ($PFDC$) se exprimă prin ecuația:

$$PFDC = S_i + C_r + RC_r + RL + C_c + C_p \quad (14)$$

unde:

S_i = salariul operatorului pe perioada de oprire a utilajelor tehnologice,

C_r = costul de închiriere a utilajului de înlocuit (dacă este cazul),

RC_r = costul de înlocuire a utilajului avariat,

RL = pierderi, mai puțin valorile care se recuperează, ca materialele

C_c = costuri tangibile și intangibile asociate întârzierilor de producție, care provoacă nemulțumiri ale clienților și pierderea încrederii acestora, deci scăderea comenzilor, precum și alte costuri ascunse etc.

C_p = costuri asociate penalităților de întârziere etc.

MODEL DE ESTIMARE A COSTURILOR DE ÎNTREȚINERE PENTRU AUTOMATIZĂRI

Costul de întreținere pentru automatizările din cadrul fluxului.

$$C_{mc} = C_{am} X / 1000 \quad (15)$$

unde:

C_{mc} = costul total de întreținere pentru automatizări

C_{am} = costul unitar anual de întreținere exprimat în dolari

X = numărul total de ore de funcționare al automatizărilor

Logaritm natural din C_{am} se exprimă prin:

$$\ln C_{am} = \alpha_1 + \alpha_2 \ln C_{un} - \alpha_3 \ln(MTBF) \quad (16)$$

unde:

$MTBF$ = timpul mediu între două defectări succesive, exprimat în ore

C_{un} = cost unitar, exprimat în dolari

$\alpha_1 = 6,944$

$\alpha_2 = 0,296$

$\alpha_3 = -0,63.$

MODEL DE ESTIMARE A COSTURILOR DE ÎNTREȚINERE A DETECTOARELOR DE FOC (în aeronautică)

Costul de mentenanță pentru detectoarele de foc se definește astfel:

$$C_{fr} = C_{mh} H_y X / 1000 \quad (17)$$

unde:

C_{fr} = costul total de întreținere a detectoarelor de foc

C_{mh} = costuri unitare de întreținere pe oră de zbor, exprimată în dolari

X = număr total de ani de funcționare

H_y = număr de ore de zbor pe an.

Logaritm natural din C_{mh} este

$$\ln C_{mh} = \beta_1 + \beta_2 \ln P_k \quad (18)$$

unde:

P_k = puterea maximă în kW,

$\beta_1 = -2,086$ și $\beta_2 = 0,611.$

**MODEL DE ESTIMARE
A COSTURILOR DE MENTENANȚĂ
LA RADARELE DOPPLER
(în aeronautică)**

Costul de întreținere a radarelor Doppler se poate exprima astfel:

$$C_{dr} = C_{drm}X/1000 \quad (19)$$

unde:

C_{dr} = costul total de întreținere a radarelor Doppler

C_{drm} = costul anual de întreținere a radarelor Doppler

X = numărul total de ani în care trebuie efectuată întreținerea radarelor Doppler.

Logaritm natural din C_{drm} este

$$\ln C_{drm} = \mu_1 + \mu_2 \ln C_f \quad (20)$$

unde:

C_f = costul unitar de mentenanță pentru radarul Doppler, exprimat în dolari

$$\mu_1 = -1,269,$$

$$\mu_2 = 0,696.$$

**ESTIMAREA COSTULUI
DE MENTENANȚĂ AL ÎNTREGULUI
PATRIMONIUL UNEI COMPANII**

Această secțiune se ocupă cu estimarea costurilor de mentenanță pentru întregul patrimoniu al unei companii, pentru un ciclu complet de viață al acestuia, astfel încât valoarea sa la un moment dat (ținându-se cont de uzură, amortizări, întreținere) se poate adăuga la costul de achiziție, pentru a obține costul total de întreținere a patrimoniului. Următoarele două formule se folosesc adesea pentru a obține valoarea curentă a elementelor de patrimoniu la un moment dat:

FORMULA I

Această formulă se aplică pentru a se estima valoarea curentă a unei anumite sume de bani după k perioade și se exprimă astfel:

$$PV = \frac{AM}{(1+i)^k} \quad (10.21)$$

unde:

PV = valoarea curentă,

AM = suma de bani,

k = numărul de perioade de conversie (normal în ani),

i = rata de interes pe perioadă.

FORMULA II

Această formulă se referă la obținerea valorii curente a unor sume, să spunem egale, de costuri de mentenanță apărute la sfârșitul fiecărei perioade de conversie k (de obicei ani). Valoarea curentă este dată de relația:

$$PV = MC \left[\frac{1 - (1+i)^{-k}}{i} \right] \quad (22)$$

unde:

MC = costul de mentenanță care apare la sfârșitul fiecărei perioade de conversie (de interes).

Exemplul 3

Un departament de mentenanță consideră oportună achiziționarea unui echipament performant de întreținere. Se contactează doi furnizori și li se cer, printre altele, și detalii despre întreținerea corectivă a echipamentului respectiv, așa după cum sunt ilustrate și în tabelul următor:

Descriere performanțe	Furnizorul A	Furnizorul B
Timp de viață estimat al echipamentului	12 ani	12 ani
Cost estimat al acțiunilor corective de întreținere	1000\$	1400\$
Rata anuală de defect	2,5 defectări pe an	2 defectări pe an
Rata anuală de interes	8%	8%

Determinați care dintre cele două sisteme este mai ieftin, ținând cont de valoarea curentă a costurilor de întreținere corectivă și cu cât?

Sistemul furnizorului A

Costul anual estimat al acțiunilor corective de întreținere AC_{cm} este:

$$AC_{cm} = 1000 \times 2,5 = 2500\$$$

Valoarea curentă, PV_A , se calculează cu ecuația (22), deci:

$$PV_A = AC_{cm} \left[\frac{1 - (1+i)^{-k}}{i} \right] = 2500 \times \left[\frac{1 - (1+0,08)^{-12}}{0,08} \right] = 18820,20 \$$$

Sistemul furnizorului B

Costul anual estimat al acțiunilor corective de întreținere BC_{cm} este:

$$BC_{cm} = 1400 \times 2 = 2800 \$$$

Valoarea curentă, PV_B , se calculează cu ecuația (22), deci:

$$PV_B = BC_{cm} \left[\frac{1 - (1+i)^{-k}}{i} \right] = 2800 \times \left[\frac{1 - (1+0,08)^{-12}}{0,08} \right] = 21101,01 \$$$

Sistemul furnizorului A este deci mai ieftin cu 2260,81\$.

INDICI DE MENTENANȚĂ

De-a lungul timpului s-au stabilit mai mulți indici care să exprime eficiența activității de mentenanță. Acești indici se reactualizează mereu, pentru a exprima situațiile reale cât mai corect. Găsiți câteva exemple de indici în continuare:

RAPORT COST DE MENTENANȚĂ - COST VÂNZĂRI

Se definește prin formula:

$$R_{mc} = \frac{TMC}{TCS} \quad (23)$$

unde:

R_{mc} = indicele costurilor de mentenanță,

TMC = cost total de mentenanță

TCS = cost total al vânzărilor.

Valoarea acestui indice este în medie 5% pentru majoritatea industriilor. Acest index exprimă foarte clar comparația dintre costul de mentenanță și celelalte costuri.

RAPORT COST DE MANOPERĂ - COST MATERIALE DE ÎNTREȚINERE

Acest indice se exprimă astfel:

$$R_{lm} = \frac{TMC_l}{TMC_m} \quad (24)$$

unde:

R_{lm} = indice manoperă - materiale de întreținere,

TMC_l = costurile totale cu manopera de întreținere

TMC_m = costurile totale cu materialele de întreținere.

RAPORT COST DE MENTENANȚĂ - VALOARE PRODUCȚIE

Acest indice este dat de raportul dintre costurile totale de întreținere și producție:

$$R_{mo} = \frac{TMC}{TO} \quad (25)$$

unde:

R_{mo} = indice mentenanță - producție

TO = producția totală, exprimată de obicei în MW, tone, m³.

RAPORTUL COST TOTAL DE MENTENANȚĂ - COST DE FABRICAȚIE

Acest indice se definește astfel:

$$R_{mm} = \frac{TMC}{C_{tm}} \times 100 \quad (26)$$

unde:

R_{mm} = raportul (procent) dintre costul total de mentenanță și costul total de fabricație,

C_{tm} = costul total de fabricație.

RAPORTUL COST DE MENTENANȚĂ – COST DE INVESTIȚII ÎN TEHNOLOGII

Se exprimă prin relația:

$$R_{mv} = \frac{TMC}{TCI} \quad (27)$$

unde:

R_{mv} = raportul dintre costul total de mentenanță și valoarea investiției în echipamente,

TCI = costul total de investiții în instalații și echipamente.

RAPORTUL COST DE MENTENANȚĂ – TIMP MANOPERĂ EFECTUATĂ

Este dat de formula

$$R_{mh} = \frac{TMC}{TMH} \quad (28)$$

unde:

R_{mh} = raportul dintre costurile totale de mentenanță și timpul total de manoperă efectuată

TMH = total ore de manoperă efectuată.

RAPORTUL COSTURI MENTENANȚĂ PREVENTIVĂ – COSTURI MENTENANȚĂ LA CĂDEREA ECHIPAMENTELOR

Se definește ca fiind:

$$R_{mb} = \frac{TPMC \times 1000}{TBC} \quad (29)$$

unde:

R_{mb} = raport (procent) dintre costul total de mentenanță preventivă și costul total de reparație la căderea echipamentelor

$TPMC$ = costul total de mentenanță preventivă, inclusiv pierderile de producție,

TBC = costul total de reparație la căderea echipamentelor.

COLECTAREA DATELOR PENTRU EVALUAREA COSTURILOR

În evaluarea costurilor de mentenanță, fiecare companie în parte își stabilește toate tipurile de costuri care intră în componența costului de mentenanță, în funcție de profilul activității, în funcție de priorități etc. Echipa de conducere va decide toate tipurile de costuri care trebuie prevăzute în costul de mentenanță pentru toate aplicațiile viitoare. Fără un cost de mentenanță corect calculat, bine fundamentat și documentat, nu se poate întocmi nici o strategie bugetară pentru anul următor, nu se poate contura nici o strategie economică pentru creșterea rentabilității companiei. Vom discuta în continuare, pe scurt, despre tipurile de date care trebuie achiziționate pentru calcularea costurilor:

- **Costuri cu manopera:** În general, primul instrument pentru evaluarea costurilor cu manopera este considerat pontajul. Deși este edificator pentru departamentul economic, este totuși insuficient pentru evaluarea costurilor de manoperă cu fiecare angajat în parte. În această situație este cu siguranță nevoie de anumite precizări, precum: domeniul de lucru al angajatului (mecanic, electric), categoria de salarizare, specializări, specificul și dificultatea muncii prestate. În această situație, se obișnuiește a se folosi un card de lucru sau o fișă de lucru pentru fiecare angajat în parte, document care trebuie astfel conceput încât să reliefeze numărul de ore de lucru pentru activitățile specifice de mentenanță.

- **Costuri cu echipamentele:** Aceste costuri se obțin fie din facturile furnizorilor, fie din comenzile de achiziție ale companiei.

- **Cost cu piesele de schimb și furnizorii:** În mentenanță, asemenea costuri sunt mai greu de apreciat decât costul echipamentelor. De exemplu, nu este practic fezabil să se calculeze costul pentru fiecare șurub sau fiecare piuliță schimbată, în parte. Cu toate acestea, fișa de lucru este foarte importantă ca sursă pentru estimarea unor astfel de date, deoarece acolo se specifică și materialele folosite la un anumită activitate de mentenanță (ca tip și cantitate).

• **Costuri suplimentare:** În mod normal, aceste costuri se obțin de la departamentul economic. Departamentul de mentenanță ar trebui să examineze periodic veridicitatea și acuratețea datelor furnizate de către departamentul economic.

EVALUARE

1. Enumerați cel puțin zece argumente în favoarea alocării unor costuri de mentenanță.

2. Care sunt factorii importanți care influențează costurile de mentenanță?

3. Precizați care sunt etapele în întocmirea bugetului de mentenanță.

4. Descrieți cele două tipuri de modalități de abordare a bugetului de mentenanță:

- Abordarea istorică
- Abordarea plecând de la zero.

5. Presupuneți că un anumit utilaj a fost planificat să funcționeze 3000 de ore anual. Timpul mediu de funcționare între două defectări succesive este de 600 h, iar timpul mediu de reparație de 15 h. Calculați costul anual cu manopera pentru acțiuni corective de mentenanță, dacă tariful orar de întreținere este de 35 \$.

6. Arătați că valoarea curentă a unei singure sume de bani după n perioade este dată de relația:

$$PV = \frac{Z}{(1+i)^n} \quad (30)$$

unde:

PV = valoarea curentă,

Z = suma unică de bani,

n = numărul de interes sau perioada de conversie,

i = rata de interes pe perioadă.

7. Discutați sursele pentru următoarele tipuri de costuri de mentenanță:

- Costuri cu manopera
- Costuri suplimentare

8. Discutați despre doi dintre indicii costurilor de mentenanță.

9. Discutați despre cele două tipuri de buget de mentenanță mai jos menționate:

- Buget operațional
- Buget de proiect.

10. O companie vrea să cumpere un utilaj. Se cer oferte de la trei furnizori de utilaje. Performanțele referitoare la mentenanță sunt specificate pentru fiecare furnizor în parte, în tabelul de mai jos. Apreciați care furnizor are utilajul cel mai convenabil, din punct de vedere al termenilor de costuri de mentenanță corectivă.

TABEL

Descriere performanțe	Furnizor A	Furnizor B	Furnizor C
Timp de viață estimat al echipamentului	10	10	10
Cost estimat al acțiunilor corective de întreținere	1200\$	1400\$	1100\$
Rata anuală de defect	1,5 defectări/an	1 defectări/an	2 defectări/an
Rata anuală de interes	10%	10%	10%

Bibliografie:

1. McKenna, T. and Oliverson, R., *Glossary of Reliability and Maintenance Terms*, Houston, Texas, 1997.
2. Dhillon, B.S., *Life Cycle Costing*, New York, 1989.
3. Niebel, B.W., *Engineering Maintenance Management*, New York, 1994.
4. Cavalier, M.P. and Knapp, G.M., Reducing preventive maintenance cost error caused by uncertainty, *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 2, No. 3, 1996.
5. Levitt, J., *The Handbook of Maintenance Management*, New York, 1997.
6. Hartmann, E., Knapp, D.J., Johnstone, J.J., and Ward, K.G., *How to Manage Maintenance*, New York, 1981.
7. Westerkamp, T.A., *Maintenance Manager's Standard Manual*, New Jersey, 1997.
8. AMCP 706-133, *Engineering Design Handbook: Maintainability Engineering Theory and Practice*, Department of the Army, Department of Defense, Washington, D.C., 1976.
9. Earles, M.E., *Factors, Formulas, and Structures for Life Cycle Costing*, Concord, Massachusetts, 1978.
10. *Cost Analysis of Avionics Equipment*, Vol. I, Prepared by the Air Force Systems Command, Wright-Patterson Air Force Base, Ohio, February 1974. The NTIS Report No. AD 781132. Available from the National Technical Information Service (NTIS), Springfield, Virginia.
11. Dhillon, B.S., *Engineering Design: A Modern Approach*, Chicago, Illinois, 1996.
12. ER HQ-0004, *Maintenance Manager's Guide*, Energy Research and Development Administration, Washington, D.C., 1976.
13. Omdahl, T.P., ed., *Reliability, Availability, and Maintainability (RAM) Dictionary*, Milwaukee, Wisconsin, 1988.
14. Jordan, J.K., *Maintenance Management*, Denver, Colorado, 1990.