

ODRŽAVANJE MAŠINA SA OEE - NADZOROM

Boris Rajman, dipl. ing.
„DAIDO METAL KOTOR“ AD - Kotor

Ovaj rad se bazira na dokumentovanom iskustvu implementacije dokumenta OEE (Sveukupna efektivnost opreme – Overall Equipment Effectiveness, eng.) japanske fabrike za proizvodnju kliznih ležajeva, upornih prstenova i čaura, DAIDO METAL KOTOR AD u Kotoru, i njegovom uticaju na dobru organizaciju koncepta Preventivnog održavanja (PM – Preventive Maintenance, eng.).

U tekstu se detaljno objašnjava što je OEE i TPM (Total Productive Maintenance, eng.), njihov odnos, a navodi se i dokumentacija u obliku raznih lista koje svojim podacima podržavaju, i ovaj dokumenat, i drugi korak TPM - a.

Istaknute su glavne prednosti primjene OEE, kao: brzi i koncizni pregled stanja opreme i mašina i inicijalizacija drugog koraka TPM - a poznatog kao Eliminisanje glavnih spornih pitanja, označenog kao cilj službe Održavanja mašina i alata.

Ključne riječi: Cjelovito proizvodno održavanje (TPM – Total Productive Maintenance, eng.), Sveukupna efektivnost opreme (OEE - Overall Equipment Efficiency, eng.), Dijagram «Riblja kost» (Fishbone diagram, eng.)

UVOD

Kad se u kompaniji DAIDO METAL KOTOR AD prije dvije godine, otpočelo sa dokumentovanim procesom, htjeli smo da pripremimo dobar temelj za implementaciju 2. Koraka TPM - a (Total Productive Maintenance, eng.); želja nam je bila da znamo, u kakvom su stanju mašine i oprema, kakva je njihova efikasnost, da smanjimo trajanje zastoja zbog korektivnih akcija, da ovladamo dobro setup-om tako da ciklus mašine dovedemo u optimalno vrijeme i da otklonimo defekte na proizvodima.

Prikupljanje podataka se radi svakodnevno posredstvom internih dokumenata: "LISTA ZASTOJA", "PRIJAVA KVARA", "IZVJEŠTAJ O KVARU", "LISTA ŠKARTA" i "STRUČNI IZVJEŠTAJ".

Podaci sa ovih lista ulaze u jedinstvenu banku podataka i na taj način se stvara istorija rada mašina i opreme, tačnije "KARTON MAŠINE".

Usavršavanjem statističke obrade prikupljenih podataka, došli smo do primjene gotovog modela obrade podataka.

Taj obrađeni podatak i iskazan na matematički definisan način poznat je kao:

OEE (Overall Equipment Effectiveness – Sveukupna efektivnost opreme), i izražava se u procentima (%).

To je vrlo važan statistički podatak i u sadejstvu sa ostalim koracima (ima ih 4 unutar 2. Koraka TPM-a) daje ključ rješavanja korijena uzroka glavnih problema nedostatka / smanjenja performansi.

Ono o čemu ovaj podatak treba da nam pruži jasnu sliku je :

- Koliko često se dešavaju kvarovi, koliko je njihovo prosječno vrijeme trajanja i koliko je prosječno vrijeme potrebno da bi se kvar otklonio - parametri MTBF (mean time between failures, eng.) i MTTR (mean time to repair, eng.).
- Da li je glavni problem vezano za tu opremu mehanički ili električni, rukovanje ili održavanje, loš kvalitet djelova i materijala, alati, procedure čišćenja i podmazivanja kao dio PM (Preventive Maintenance), ili kombinacija više njih (u analizi problema koristi se "Fishbone diagram" – Ishikawa diagram).
- Identifikacija problema koji procentualno uzrokuje najviše zastoja/loših komada prikazujući ih opadajućim bar grafikonom (Pareto dijagram).

RIJEŠAVANJE GLAVNIH SPORNIH PITANJA – 2. KORAK TPM-a

Cjelovito proizvodno održavanje (Total Productive Maintenance - TPM) definiše se prema K. Shirose kao «proces koji postaje proizvodno održavanje širom kompanije, koji se bazira na aktivnostima u okviru malih grupa, a sa podrškom i saradnjom menadžera i zaposlenih na svim nivoima». Drugu poznatu definiciju koncepta TPM-a daje njegov glavni promoter Seiichi Nakajima, koji kaže da TPM predstavlja «proizvodno održavanje o kome vode računa svi zaposleni kroz aktivnosti malih grupa».

Total Productive Maintenance – TPM, čini 6 koraka (slika 1):

1. Korak - Uspostavljanje infrastrukture koju čini: uloge (operateri, održavanje, procesni inženjeri i konstruktori), procedure (praćenje alata, autonomno održavanje, plansko

održavnje) i informacije (istorija održavanja opreme i mašina, OEE podaci i procedure održavanja);

2. Korak – Riješavanje glavnih spornih pitanja (diskusija slijedi u daljem tekstu);

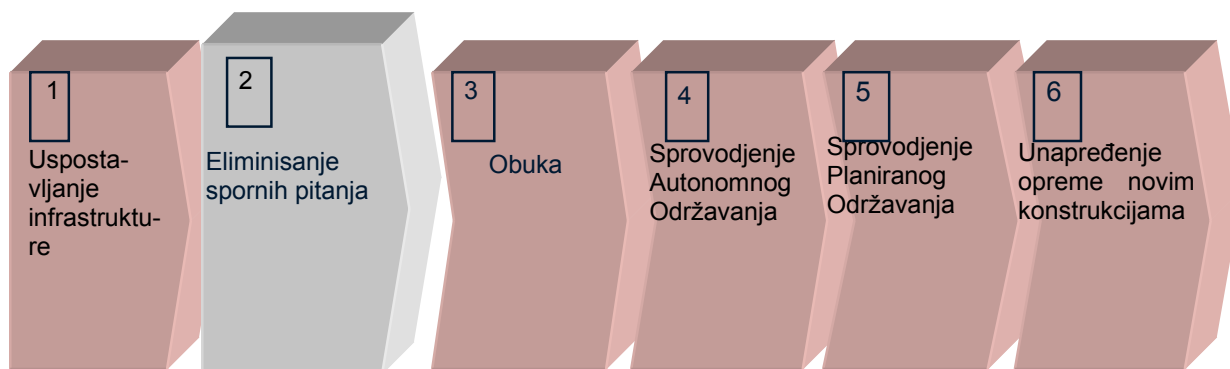
3. Korak – Obuka (svih učesnika održavanja po definiciji TPM-a);

4. Korak – Sprovođenje autonomnog održavanja (nivo operatora);

5. Korak – Sprovođenje planskog održavanja, i

6. Korak – Unaprijeđenje opreme (kvalitet proizvoda, funkcionalnost – manji ciklus, pouzdanost, lako za održavanje, laka i brza procedura set up-a, sigurnost i ugodno okruženje – 5S standardi) novim konstrukcijama.

Drugi korak je predmet dalje diskusije u radu.



Slika 1. Total Productive Maintenance – TPM glavni koraci

ELIMINISANJE SPORNIH PITANJA – 2. KORAK TPM-a

Svi naponi da se eliminišu sporna pitanja koja utiču na tehničko-tehnološke osobine opreme i mašina moraju se bazirati na dokumentovanim podacima.

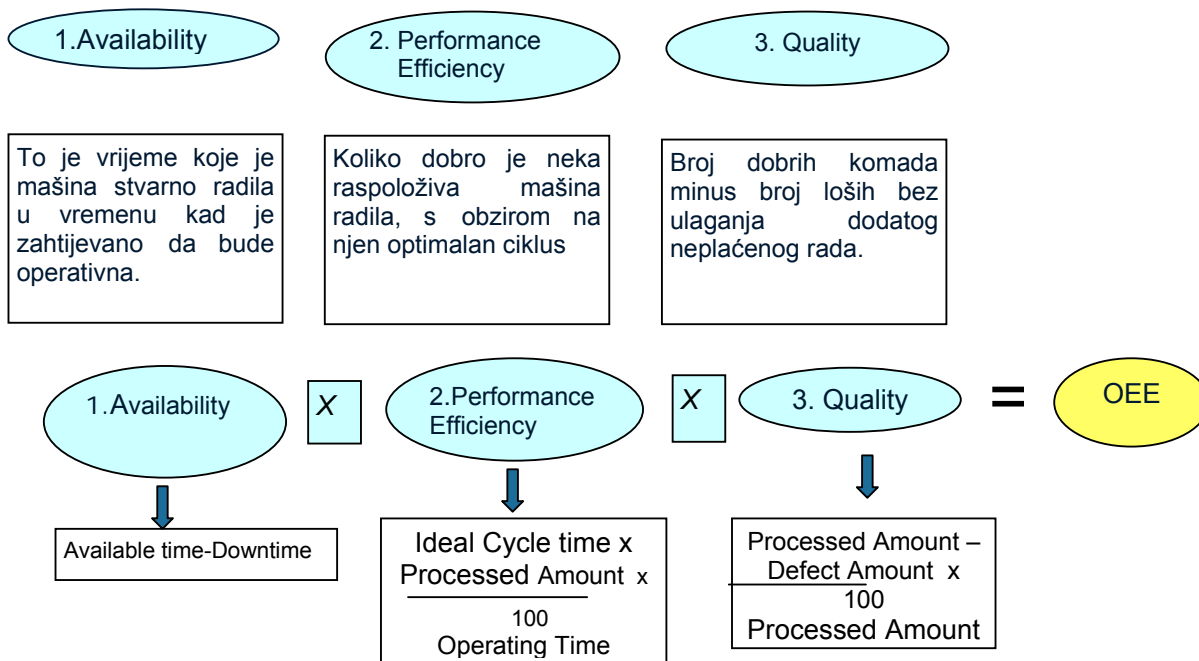
Proces se odvija u sledeća 4 koraka:

- Praćenje tehničko-tehnoloških osobina (performansi mašina i opreme) - OEE
- Uočavanje glavnih problema /spornih pitanja
- Definisavanje glavnog uzroka
- Sprovođenje i evidentiranje korektivne akcije

PRAĆENJE TEHNIČKO-TEHNOLOŠKIH OSOBINA

Postoje tri dimenzije tehničko-tehnoloških osobina opreme koje se prate i kombinuju u jedinstvenu procesnu veličinu definisanu kao **Overall Equipment Effectiveness (OEE) – Sveukupna Efektivnost Opreme**.

Na sledećoj ilustraciji jasno se vidi o čemu je tačno riječ (slika 2).



Slika 2. Koncept OEE-a

Slijedi primjer izračunavanja OEE za mjesec maj, 2005, linija Y01, I smjena.

Availability:

- A - Total Scheduled Time - 29328 minutes
- B - Required Downtime (Contractually Required Breaks + Paid Lunch - 3060 minutes
- C - Net Available Time (A - B) - 26268 minutes
- D - All Other Downtime (Breakdowns+ Setups & Adjustments + Documented Minor Stoppages + Scheduled Maintenance+Power loss STOP) - 955 minutes
- E - Operating Time (C - D) - 25313 minutes
- F - Availability (E / C) x 100 - 96,36 %

Performance Efficiency:

- G - Total Parts Run - 490716 parts
- H - Ideal Cycle Time - 0. 045 minutes
- J - Performance Efficiency (H x G / E) x 100 - 87,24 %

Quality:

- K - Total Defects (rejects + Rework + Reruns + Scrap) - 9138 parts
- L - Quality Rate ((G - K) / G) - 98,14 %


OEE Overall Equipment Effectiveness (F x J x L) - 82,50 %

Slijedi primjer jednog OEE obrazca kakav se primjenjuje u DAIDO METAL KOTOR AD (slika 3).

UOČAVANJE GLAVNIH PROBLEMA/SPORNIH PITANJA

U skladu sa TPM – u jasno su izdefinisani glavni problemi (njih 7) smanjenja performansi opreme (slika 4): kvarovi opreme, gubici zbog defekta kvaliteta, startup gubici, gubici smanjene brzine, setup gubici, gubici zbog alata, gubici u praznom hodu.

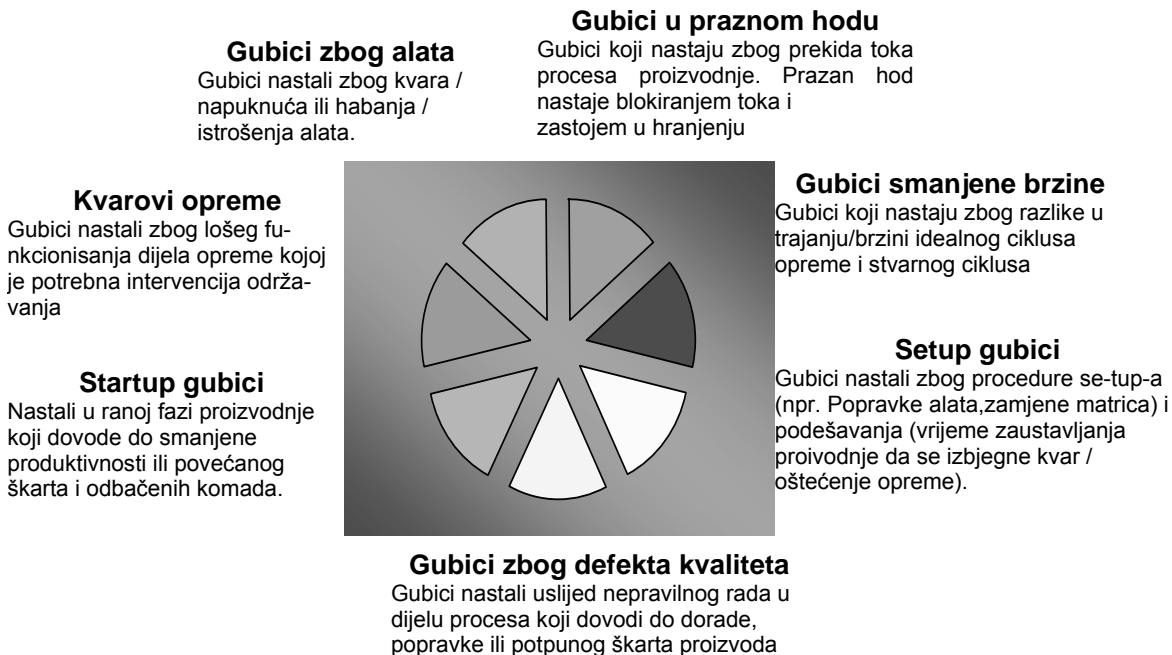
Na sledećoj slici (slika 5), prikazan je TPM-ov izgled Pareto grafikona i na njemu se jasno vidi da su, po prirodi stvari, preko 80% ukupnih faktora koji utiču na smanjenje i nedostatak performansi - kvarovi i defekti kvaliteta rada opreme, a najmanji treba da budu gubici u praznom hodu, gubici zbog alata i set up-a. Sa dobro uvježbanim operaterima i službom održavanja, kao i dobro osmišljenom i vođenom procedurom vezano za alate, ovo zaista postaje realnost kojoj smo se i mi u kompaniji DAIDO METAL KOTOR AD približili.

		OVERALL EQUIPMENT EFFICIENCY (OEE) SVEUKUPNA EFIKASNOST OPREME ZA MAJ 2005. godine		DMKU :
NAME OF LINE / EQUIPMENT: Y-01 (D-46) MACHINE				
SHIFT: 1,2,3				
CUSTOMER: HONDA,FORD				
Equipment Availability				
A.	TOTAL SCHEDULED TIME			29328 (min)
B.	REQUIRED DOWNTIME (Contractually required Breaks+ Paid Lunch)			3060 (min)
C.	NET AVAILABLE TIME	A - B		26268 (min)
D.	UNPLANNED DOWNTIME			
	# lack of jobs	_____	Total minutes =	
	# of set-ups & adjustments	_____	Total minutes =	
	# tool repair	_____	Total minutes =	195
	# preventive (planned) maintenance	_____	Total minutes =	
	# power loss STOP	_____	Total minutes =	
	# machine cleaning	_____	Total minutes =	
	# corective maintenance	_____	Total minutes =	760
	Sum. Total Minutes =	0		955 (min)
E.	Operating Time	C - D		25313 (min)
F.	Availability (Operating Time / Net Available Time x 100)			96,36 %
Performance Efficiency				
G.	Total parts Run (Good parts 481578 + bad parts 9138)		= Total Parts Run	490716
H.	Ideal Cycle Time			0,045 min
I.	Performance Efficiency ((Ideal Cycle Time x Total Parts Run) / Operating Time) x 100			87,24 %
Quality Rate				
J.	Total Defects ((Scrap 9138 + Rejects 0)		= Total Defects	9138 pcs
K.	Quality Rate Good parts / Total Parts Run			98,14 %
Overall Equipment Effectiveness				
	Overall Equipment Effectiveness (Availability x Performance Efficiency x Quality Rate)			82,50 %
REMARKS:				
COUNTER MEASURE:			RUKP Slobodan Pajić	DONE: Tatjana Crepulja
<input type="checkbox"/>	WORKING TIME			
<input type="checkbox"/>	LOWER SETUP/ADJUSTMENTS			
<input type="checkbox"/>	LOWER SIZE CHANGE TIME			
<input type="checkbox"/>	LOWER CUTTER CHANGE TIME			
<input type="checkbox"/>	EFFICIENCY OF CORRECTIVE MAINTENANCE			APPROVED:
<input type="checkbox"/>	EFFICIENCY OF PREVENTIVE MAINTENANCE			Ante Tasovac
<input type="checkbox"/>	OTHERS			

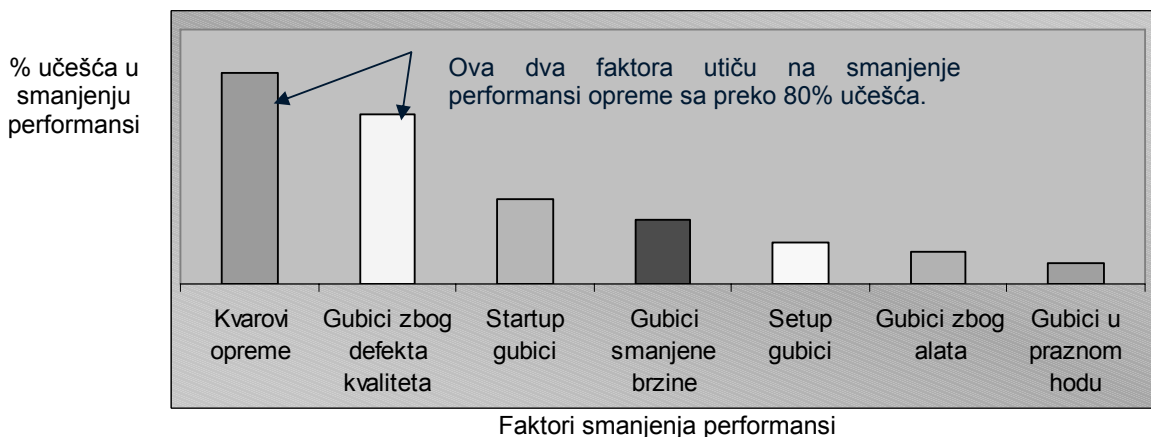
Slika 3. Primjer OEE obrasca

Prpratni dokument iz kojeg se crpe podaci o zastojsima, dužini trajanja i vrsti, je "EVIDENCIONI LIST ZASTOJA" (slika 6) i na njemu Pareto dijagramom predstavljeni zastoji.

Koristeći pomenutu analizu, jasno se vidi učešće pojedinih faktora u smanjenju / nedostatku performansi opreme..



Slika 4. Glavni problemi koji utiču na smanjenje performansi



Slika 5. TPM Pareto grafikon

DEFINISANJE GLAVNOG UZROKA

U pronalaženju **korijena uzroka** glavnih uzroka/problema prema TPM - u koristi se tehnika poznata kao **Fishbone Diagram**.

Za analizu problema u održavanju, u dijelu uzroka kvara ili zastoja, može biti 4 faktora:

1. metode (misli se na čišćenje i podmaziva-nje);
2. mašina (kvar dijela mašine, ili alata);

3. personal (nepravilno postupanje operatera, loše održavanje održavanja, ili pogrešna tehnologija) i materijal (može da bude repromaterijal, u našem primjeru bimetalna traka, ili ulja i maziva).
4. materijal (može da bude repromaterijal, u našem primjeru bimetalna traka, ili ulja i maziva).

Najteži, ali u praksi ne tako i rijetki, su kvarovi kad u njegovoj genezi učestvuju dva i više uzroka. U tom slučaju nije lako to uočiti, pa je teško odrediti prevenciju.

DAIDO METAL KOTOR AD		EVIDENCIONI LIST UKUPNIH ZASTOJA							LIST	DMKU
MAŠINA PRESA ZA MAJ 2005.godine										
R.B.	DATUM	BR. RADNOG NALOGA	OZNAKA MOTORA	BROJ DIJELA	ŠIFRA ZASTOJA	POČETAK	ZAVRŠETAK	UKUPNI ZASTOJ(h)	NAPOMENA	
1.	09.02.05	01.F	FORD	91-0976	3	12:00	15:00	03:00	Postavljanje alata za 41-0963	
		14.H	HONDA	41-0963	5	15:00	19:00	04:00	Kvar na magnetnoj traci (zamjena)	
2.	10.02.05	14.H	HONDA	41-0963	4	07:00	15:00	08:00	Ispuštanje zraka, zamjena ulja	
					4	15:00	19:00	04:00	Kvar mašine	
3.	11.02.05				4	07:00	19:00	12:00	Kvar mašine	
								00:00		
4.	14.02.05	14.H	HONDA	41-0963	5	08:00	19:00	11:00	Kvar na presi	
5.	15.02.05	14.H	HONDA	41-0964	5	08:00	19:00	11:00	Kvar na presi	
6.	16.02.05	14.H	HONDA	41-0965	5	08:00	15:00	07:00	Kvar na presi	
7.	17.02.05	14.H 15.H	HONDA	41-0965	5	07:00	10:00	03:00	Kvar na presi	
					5	11:00	12:00	01:00	Kvar na presi	
					3	10:30	15:00	04:30	Podšavanje alata za 92-0961/2	
8.	19.02.05	17.H	HONDA	92-0962	5	08:00	10:00	02:00	Kvar na prekidaču na traci za slaganje	
					5	11:00	14:30	03:30	Kvar na alatu protoka	
9.	21.02.05	17.H	HONDA	92-0962	6	16:00	19:00	03:00	Nastanak struje	
								00:00		
OEE OVERALL EQUIPMENT EFFICIENCY		ŠIFRA ZASTOJA		OPIS ZASTOJA			ODGOVORNO LICE			
Equipment Availability	1		NEDOSTATAK POSLA			UPRAVNIK PROIZVODNJE	0:00:00			
	2		INTERVENCIJA NA ALATU			UPRAVNIK PROIZVODNJE	0:00:00			
Performance Efficiency	3		POSTAVLJANJE/PODEŠAVANJE ALATA			UPRAVNIK PROIZVODNJE	7:30:00			
	4		KOREKTIVNO ODRŽAVANJE			ODRŽAVANJE	24:00:00			
Quality Rate	5		PREVENTIVNO ODRŽAVANJE			REGLER	42:30:00			
	6		GUBITAK NAPAJANJA			UPRAVNIK TP	3:00:00			
Overall Equipment Effectiveness	7		ČIŠĆENJE MAŠINE			PREVENT. ODRŽAVANJE				
UKUPAN ZASTOJ: 77:00:00										
ŠIFRA: 1. NEDOSTATAK POSLA 2. INTERVENCIJA NA ALATU 3. POSTAVLJANJE / PODEŠAVANJE ALATA (SET UP KLASA) 4. KOREKTIVNO ODRŽAVANJE 5. PREVENTIVNO ODRŽAVANJE 6. GUBITAK NAPAJANJA (ZRAKA, VODE, STRUJE, PARA) 7. ČIŠĆENJE MAŠINE										
NAPOMENA: ** - U napomeni napisati vrsta gubitka napajanja (npr. "gubitak napajanja zraka", ili "gubitak napajanja strujom", ili "gubitak vode, ili pare")										
DOSTAVLJENO:		? MD	? QA	KOMENTAR:			URADIOLA:	PREGLEDAO:	ODOBRIO QA	OVJERIO ID
		? ED	? UPRAVNIKU PROIZVODNJE							

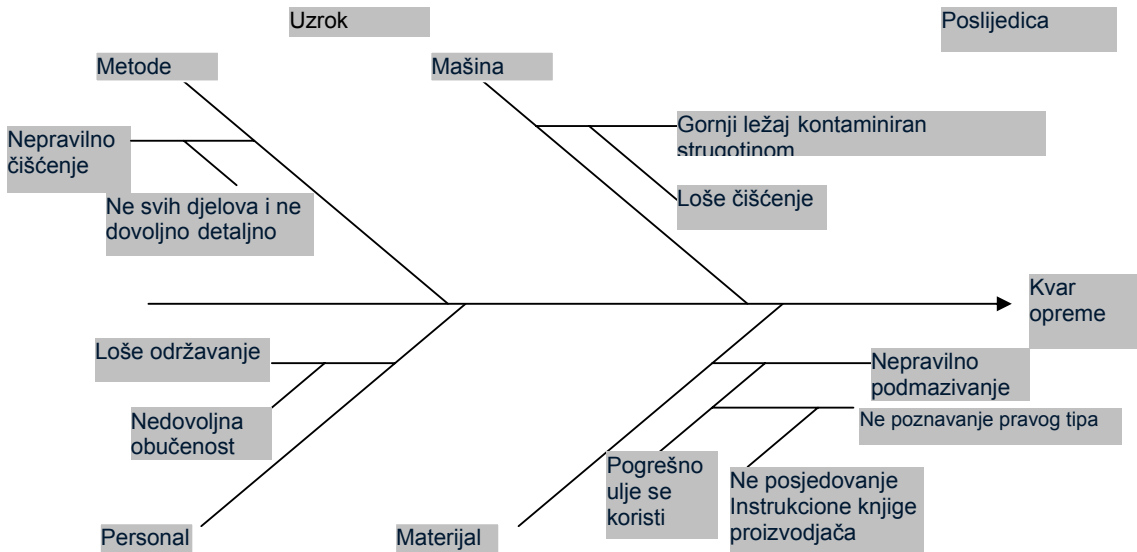
Slika 6. Evidencioni list ukupnih zastoja

QOS PREISPITIVANJE KVALITETA OD STRANE RUKOVODSTVA							DMKD																											
"DNEVNI IZVJEŠTAJ O ŠKARTU SA POTREBNIM KOREKTIVNIM AKCIJAMA"							5.1-																											
STANJE NA DAN	07.06.2005	ŠIFRA PROIZVODA	91-0977	92-0962																														
BR. IZVJEŠTAJA	6	NAZIV PROIZVODA	LEŽAJ KLIPNAČE	LEŽAJ RADIČICE																														
DATUM	08.06.2005	OZNAKA LOTA / KLASA	Y5FC/D	Y5FE/G																														
		BR. RADNOG NALOGA	13.F	33.H																														
RB	PROIZVODNJA/ŠKART/SPECIFIKACIJA ŠKARTA	PRESA AIDA	Y-01	GAL.		UKUPNO																												
OPŠTI PODACI																																		
1.	PLANIRANA PROIZVODNJA (KOMADI)	30000	21150																															
2.	UKUPNO PROIZVEDENO DOBRIH KOMADA	31000	23028																															
3.	RAZLIKA PLANIRANE I OSTVARENE PROIZVODNJE (KOMADI)	1000	1878	0																														
4.	BROJ ŠKARTNIH KOMADA	96	286																															
5.	ŠKART U ppm	3.087.21	12.267.31	#DIV/0!																														
GRUBA SPECIFIKACIJA ŠKARTA																																		
1.	ŠKART ZBOG PRETHODNOG ISPORUČIOCA	82	2.637,00	231	9.908,21	#DIV/0!	313																											
2.	ŠKART U TOKU SET-UP MAŠINE	28	900,44	29	1.243,89	#DIV/0!	57																											
3.	ŠKART ZBOG ALATA (za liniju D-46 vidi tabelu 1)	68	2.186,78	26	1.115,21	#DIV/0!	94																											
4.	OSTALI VIDOVİ ŠKARTA (kvar mašine, žig, napajanje, dokumentacija)		0,00		0,00	#DIV/0!	0																											
SPECIFIKACIJA ŠKARTA																																		
TABELA 1: LINIJA Y-01 I Y-02 SPECIFIKACIJA ŠKARTA ZBOG ALATA		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>ŠKART</th> <th>ppm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A obr. dužine</td> <td>7</td> <td>303,98</td> </tr> <tr> <td>B prob. rupe</td> <td></td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td>C glo. jezika</td> <td>2</td> <td>86,85</td> </tr> <tr> <td>D izb. jezika</td> <td>1</td> <td>43,43</td> </tr> <tr> <td>E obr. kanala</td> <td></td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td>F upuš. rupe</td> <td></td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td>G obr. visine</td> <td>11</td> <td>477,68</td> </tr> <tr> <td>H obr. debljine</td> <td>5</td> <td>217,13</td> </tr> </tbody> </table>							ŠKART	ppm	A obr. dužine	7	303,98	B prob. rupe		0,00	C glo. jezika	2	86,85	D izb. jezika	1	43,43	E obr. kanala		0,00	F upuš. rupe		0,00	G obr. visine	11	477,68	H obr. debljine	5	217,13
	ŠKART	ppm																																
A obr. dužine	7	303,98																																
B prob. rupe		0,00																																
C glo. jezika	2	86,85																																
D izb. jezika	1	43,43																																
E obr. kanala		0,00																																
F upuš. rupe		0,00																																
G obr. visine	11	477,68																																
H obr. debljine	5	217,13																																
HITNE KONTRAMJERE																																		
RB	LOK.	ODSTUPANJE/ŠIFRA	OPIS KOREKTIVNIH AKCIJA	ZADUŽEN	ROK	STATUS																												
1.		G	Zamjeniti noževe i provjeriti hidraulične ventile	ILO	odmah																													
2.																																		
3.																																		
4.																																		
5.																																		
6.																																		
DOSTAVLJENO:		KOMENTAR:		PRIPREMILI		IZVRŠNI DIREKTOR																												
<input type="checkbox"/> MD <input type="checkbox"/> EM <input type="checkbox"/> QA				NADZORNIK KVALITETA TEHNOLOGIJA																														
PRILOG: IZVJEŠTAJ PRILAGNE INSPEKCIJE																																		

Slika 7. Dnevni izvještaj o škartu sa potrebnim korektivnim akcijama

Pristup analizi problema kroz **Fishbone Diagram** pokazao se kao razumljiv i jednostavan, a pritom dovoljno precizan, pod uslovom da dobro postavite potencijalni uzroci i njihovo dalje "grananje".

Slijedi jedan primjer analize korijena uzroka primjenom pomenute tehnike za faktor "kvarovi opreme"(slika 8).



Slika 8. Fishbone Diagram – Analiza za faktor "kvarovi opreme"

SPROVOĐENJE I EVIDENTIRANJE KOREKTIVNE AKCIJE

Posljednji korak u eliminisanju navedenih glavnih problema gubitka tehničko-tehnoloških karakteristika (performansi) mašina i opreme, jeste otklanjanje korijena problema i evidencija kompletnog postupka: od momenta primanja liste „PRIJAVA KVARA“, pa dalje, što je već pomenuto u prethodnom tekstu.

Pravljenje dokumenta "STRUČNI IZVJEŠTAJ O KVARU" ima za cilj da usko stručnom analizom "pogodi" problem u korijenu i da riješenje za njegovo trajno eliminisanje. On precizno i hronološki pruža informaciju o svemu što je bilo i što treba uraditi: korektivno i preventivno.

Sedmičnim praćenjem vrijednosti OEE-a (tzv. OEE Tracking, eng.) za pojedine mašinske linije i opreme, kontrolišemo ovaj parametar i odgovarajućim preventivnim akcijama, održavamo ga u ciljni opseg vrijednosti (slika 9).

Na kraju, neka trajna promjena može postati dio standarda/procedure ili se unosi u redovan plan preventivnog održavanja. Ovim se završava 2. korak TPM-a, koji počinje OEE-om, a završava se, dakle, korektivnom akcijom i evidencijom cijelog koraka [1,2,3].

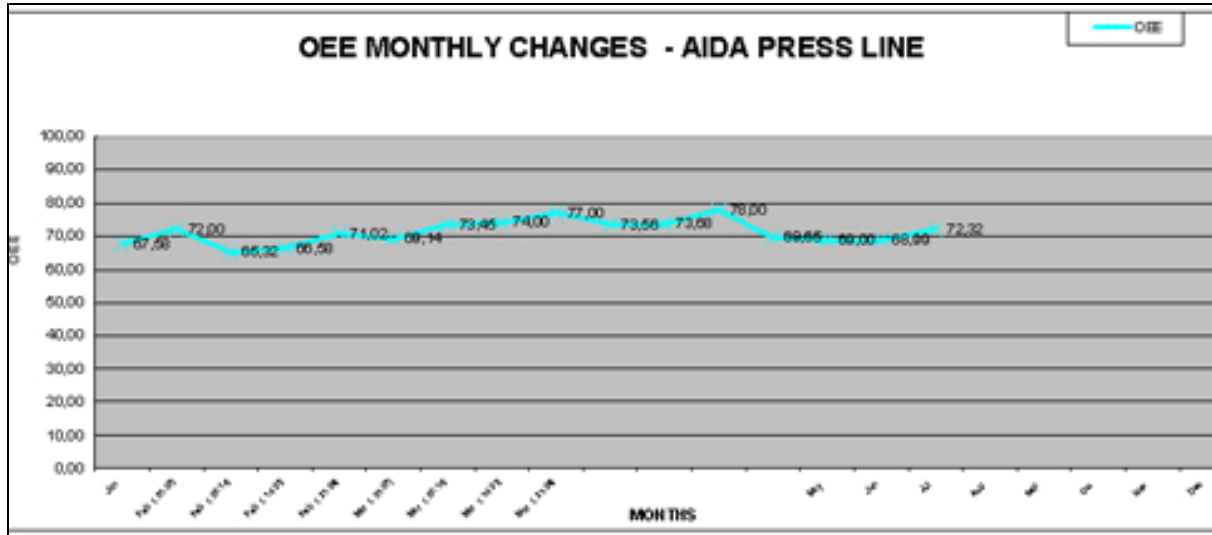
ZAKLJUČAK

Statistički podatak **Overall Equipment Effectiveness (OEE)** daje brzu i tačnu informaciju o efektivnosti opreme, i kao takav pogodan je za uvid u stanje opreme i proizvodnog procesa na njoj.

Naše iskustvo nas uči, da je prava vrijednost ovog podatka u tome, što otvara proces analizi i identifikaciji uzroka koji dovode do zastoja i defekta proizvoda, a zatim, i njihovo otklanjanje. Cijeli proces se dokumentuje i bazira se na timskom radu.

U kompaniji DAIDO METAL KOTOR AD, pratimo stanje opreme, pored ostalog i ažuriranjem podataka sa svih dokumenata pomenutih u prethodnom tekstu, i tako sprovedemo u što je moguće većem procentu preventivno održavanje u odnosu na korektivno, planiranim radnjama službe održavanja i autonomnim održavanjem operatera kroz njihove aktivnosti propisane check listama i instrukcijama o opremi/mašini.

Praćenje parametara **OEE, MTBF i MTTR** nam pomaže da imamo tačan podatak o efektivnosti opreme, efikasnosti održavanja i kvaliteta proizvoda.



Slika 9. OEE Tracking – Sedmično praćenje vrijednosti OEE za “AIDA - liniju prese” u DAIDO METAL KOTOR AD

LITERATURA

- /1/ FORD Supplier disk, 2003/2004. (Disk sadrži kompletnu dokumentaciju sistema kvaliteta primjenjenog u FORD-u)
- /2/ Zbornik radova, Konferencija održavanja «KOD – 2003», Herceg Novi
- /3/ Michael Brassard, Linda Finn, Dana Ginn, et al., The SIX SIGMA Memory Jogger II, GOAL/QPC, 2002.

MACHINES AND EQUIPMENT MAINTENANCE THROUGH OEE TRACKING

This work contains discussion which is based on an OEE involving experience and its influence on well organized PM (Preventive Maintenance) concept.

It has been explained what do OEE and TPM represent, relations between them and DAIDO METAL KOTOR AD documentation, supporting them with lists, etc.

The major advantage of an OEE concept usage is emphasized such as brief overview of the equipment and machine condition, as well as, initializing step of the second TPM phase named - Eliminate Top Issues, signed as our target in maintenance service.

Key words: Total Productive Maintenance, Overall Equipment Efficiency, Fishbone diagram