

PREVENTIVNO VZDRŽEVANJE STROJEV IN NAPRAV

Janez Podbregar univ.dipl.ing.
Tref d.o.o. Zagorje
Janez.Podbregar@Tref.si

Povzetek

Preventivno vzdrževanje strojev in naprav ni le moda, marveč nuja mnogih podjetij, ki jim omogoča, da preživijo, da so konkurenčni, vzdrževalci pa načrtno delajo. Tako imenovano gašenje požarov kaže na stihijsko delo vzdrževalcev. V največ primerih je mnogo dražje, zahtevnejše in nekontrolirano. Posledice slabega vzdrževanja vidimo v proizvodnji kot zastoje, zmanjšanje izdelanih količin in/ali slabo kvaliteto dela. Poleg tega so stroški popravil mnogokrat občutno večji. Prevelik poudarek preventivnemu vzdrževanju pa je zopet drago in ne prinaša zadostnih učinkov.

Abstract

PREVENTIVE MAINTENANCE OF MACHINES AND DEVICES

Preventive maintenance of machines and devices is not only a fashion but also necessity of many companies, which enables them to survive, be able to compete while their maintenance departments are working systematically. Maintaining in emergencies shows an unplanned work of the staff. The costs are increased in most cases; it is more complicated and uncontrollable. Consequences can be noticed through jams in production, reducing the amount of products and/or bad quality. In addition, repairing costs are significantly higher many times. On the other hand, overestimating the value of preventive maintenance is too expensive and in such case does not bring necessary results.

1. UVOD

Vzdrževanje strojev in naprav je eno od najpomembnejših funkcij v podjetju. Od načina vzdrževanja in nege strojev, objektov in naprav je odvisno delo v podjetju (varnost, produktivnost, zastoji, prekinitve dela, itd.), doseganje rokov, kvaliteta (mnogokrat razpis ponovnih serij), itd. Po drugi strani se proizvodnja usmerja v fleksibilno ali pa avtomatizirano proizvodnjo, torej v proizvodnjo, kjer so stroji dragoceni, zato morajo biti dobro izkoriščeni njihovo delovanje pa mora biti vse bolj zanesljivo.

Tudi vzdrževalci morajo biti vse bolj specializirani za popravilo posameznih strojev ali naprav (oprema in znanje), obenem je omogočeno lažje in hitrejše diagnosticiranje in lokaliziranje okvare. V podjetja prodira tudi lokalni ali centralni nadzor nad delovanjem stroja, sprotna kontrola izdelkov, avtomatsko izločanje slabih, itd. Na pohodu je delo brez nadzora in avtomatsko odpravljanje napak.

2. PREVENTIVNO IN KURATIVNO VZDRŽEVANJE

2.1 Preventivno vzdrževanje

Preventivno vzdrževanje pomeni izvajanje vseh posegov, aktivnosti, ki preprečujejo nastanek okvar, zmanjšanje hitrosti delovanja stroja ali poslabšanje kvalitete izdelave izdelkov. Stroji ali naprave na kritičnih mestih (kritična pot, ozko grlo) pogosto delajo v treh izmenah, sobote in nedelje (torej štiri izmensko), torej delajo brez prestanka. Pred zaustavitvijo (remonti, kolektivni dopust, itd.) takih strojev moramo vse posege, ki jih bomo med zaustavitvijo opravili, planirati zelo podrobno. Kvaliteta opravljenih posegov mora biti takšna, da bo stroj

do naslednje planirane zaustavitve nemoteno deloval. Najpogostejši faktorji, ki vpliva na vzdržljivost strojev in naprav so: obremenitev stroja, okolica (temperatura, vlaga, prah, plini, itd.), nega in čiščenje, mazanje, vzdrževanje, metoda dela delavca, itd.

2.2 Cilj preventivnega vzdrževanja

Cilj preventivnega vzdrževanja je delo strojev brez zastojev, z optimalnimi stroški vzdrževanja. Vsak stroj ali naprava, če dela pod različnimi pogoji, ima svoje optimalne stroške vzdrževanja. Proizvajalec predpiše dnevne, tedenske, mesečne, letne aktivnosti, s frekvenco in tehnologijo preventivnih pregledov za običajne razmere. Stroji pa mnogokrat delajo v različnih okoljih, stroj upravljajo različni ljudje, obremenitev je različna, itd., zato skušamo frekvenco preventivnih pregledov tako prilagoditi, da bo pregled pravočasen, torej ne prepozno in ne prezgodaj. Prezgodnji pregledi ne pokažejo potrebe po posegih, zato so stroški vzdrževanja večji. Prepozni pregledi pa se odražajo predvsem na številu kurativnih posegov. Običajno so taki posegi dražji še posebej, če smo morali stroj med obratovanjem zaustaviti.

2.3 Merila za doseg cilja

Merila doseganja cilja so zelo težko določljiva. Podlaga za odločitev je mnogokrat intuicija. Kljub temu pa ob spremljanju pravih kazalcev lahko spremljamo in ocenjujemo uspešnost vzdrževanja. Pomembnejši stroški zaradi zastojev strojev so: zastoj celotne proizvodnje, motena dobava kupcem, zaloge v proizvodnji, motnje razporejanja delavcev, predčasna zapustitev dela, itd. Nekateri stroji imajo velik vpliv in jih smatramo za pomembnejše, imajo večjo prioriteto vzdrževanja. Strojem z večjo prioriteto bomo pri vzdrževanju dali mnogo večji poudarek. Strojem, katerih kapacitete močno presegajo naše zmogljivosti v danem trenutku pa smatramo, da imajo nižjo prioriteto. Tudi pri teh strojih ne smemo dovoliti, da pride do kurativnih posegov. Pri pregledih lahko ocenjujemo, da lahko pride do zahteve po kurativnem posegu pred zaustavitvijo stroja, materialna škoda pa bo kljub temu minimalna. Tudi taki posegi imajo nižjo prioriteto posega.

Japonski strokovnjak SHIGEO SHINGA je postavil formulo 3*0 in sicer: delo brez zalog, delo brez slabih izdelkov in delo brez zastojev. Delo brez zalog odpravlja zaloge v neposredni proizvodnji, optimizira zaloge v skladišču, vpeljuje ABC in XYZ klasifikacijo, itd. Delo brez slabih izdelkov pomeni, da moramo že pri načrtovanju upoštevati vsa faktorje, ki vplivajo na možnost napak pri izdelavi izdelka, montaži in seveda na koncu tudi vzdrževanju in servisiranju. Delo brez zastojev upošteva faktorje, na katere v veliki meri vplivajo pogoji uporabe, osnovni pogoji, odprava pomanjkljivosti, odprava konstrukcijskih slabosti, večšina dela in vzdrževanja, itd. Za odpravo teh slabosti moramo imeti ustrezno analizo vseh preventivnih in kurativnih posegov opremljene z vzroki za nastanek okvare. Pravi korak bomo naredili, če bomo pričeli odpravljati vzroke za nastanek okvare in ne le odpravo okvar.

2.4 Kurativno vzdrževanje

Zahteva po kurativnih posegih se najpogosteje pojavlja takrat, ko je stroj najbolj obremenjen in najbolj potreben za proizvodnjo, skratka med delom. Posegi so običajno zamudni in povezani z večjimi materialnimi stroški. Mnogokrat je težko odkriti indikacije, da bo do zaustavitve stroja prišlo (napaka na el.vezjih, odpoved elementov, itd.). Lahko odpove element, čigar izklopi stikal so povezani v celotno verigo. Iskanje posameznega stikala in vzroka izklopa je zahtevno delo. Zato je v takih primerih dobrodošel nadzorni sistem, ki

beleži stanje stikal in izmerjene veličine senzorjev. S kratko analizo lahko ugotovimo vzrok izklopa stikal. Napako je mogoče hitro odstraniti in stroj ali napravo ponovno vklopiti.

3. POGOJI ZA DOSEGO PREVENTIVNEGA VZDRŽEVANJA

3.1 Najpogostejše ovire v načinu dela

Kadarkoli se pojavi določena neprijetnost, ljudje že po naravi iščemo vzroke zanjo. Iskane vzroke običajno iščemo v drugih osebah, ne pri sebi. Za vsako slabost v podjetju iščemo krivca. Ko ga najdemo se zdi, da smo problem rešili. V mnogih primerih je to vzrok obdolževanj in prelaganj odgovornosti in slabega dela iz ene osebe, sektorja ali službe na drugo. Osebne zamere ali različne lastnosti spopada med udeleženci so lahko vzrok, da prenesemo odgovornost na druge udeležence. Vodilni delavci ali delavci, ki ravnaajo s stroji pogosto ne poznajo dovolj delo strokovnjakov in ga zato podcenjujejo. Planiran čas posegov na strojih prekomerno skrajšajo, s tem pa načrtovalcem vzdrževanja onemogočijo kvalitetno in pravočasno izvedbo posega, proizvodnji pa realno planiranje. Napačna ocena v veliki meri pripomore k zmedi pri vzdrževanju in v proizvodnji..

3.2 Rešitev

Prehod iz neplanskega v plansko vzdrževanje. Vse posege moramo predhodno planirati (posege, ki jih predpisuje zakon, proizvajalec, interni predpisi, vse posege, ki jih zahteva delavec, ki opravlja s strojem, itd.) To je izvedljivo, če imamo v proces vzdrževanja vključene dejavnosti, ki so z vzdrževanjem neposredno povezane. Najpomembnejše so:

- Operativna priprava vzdrževanja (priprava na izvedbo planov preventivnih in kurativnih posegov, plan materiala za vzdrževanje – naročila, planiranje obnove ali naročanje rezervnih delov, usklajevanje dela ostalih udeležencev, vodenje analize posegov, itd.)
- Tehnološka priprava, izdelava plana preventivnih posegov (dokumentacija, roki, frekvenca, itd.) glede na zahteve in pogoje dela stroja (okolje - temperatura, prah, kisline, itd., zahtevnost dela – obremenitev, čas delovanja, analizo preventivnih in kurativnih posegov, izobraževanje, itd.), priprava dokumentacije, določa tehnologijo posegov, prilagaja tehnologijo dela na stroju, itd.
- Konstrukcijska priprava, priprava konstrukcijske dokumentacije, prilagoditev konstrukcije stroja posebnim zahtevam, itd.
- Vzdrževanje. Preventivni in kurativni posegi – izvedba. Klasificiranje okvar in vzrokov okvar

Delo za strojem ali napravo, spremljanje delovanja strojev, obnašanje stroja, posebnosti, itd.

4. PROGRAMSKE ZAHTEVE

Programi za vodenje preventivnega vzdrževanja se poleg obvladovanja funkcije vzdrževanja navezujejo na druge informacijske sisteme, saj so funkcije vzdrževanja povezane z ostalimi informacijskimi sistemi kot so: materialno poslovanje (skladiščno poslovanje, vodenje rezervnih delov, nabava, itd.), kadrovska evidenca (izobraževanje, tečaji, delovne izkušnje, poklici, itd.), glavna knjiga (stroški), proizvodnja (plan, delovni nalogi, zasedenost stroja, itd.), nadzorni sistemi (lokalni ali centralni), okolje (vremenski vplivi), merila (kalibracije), dokumentacija (tehnološka, konstrukcijska, navodila, slike, prospektni material, itd.), ostali

podatki (seznami rezervnih delov, dobaviteljev, proizvajalcev, statistiko strojev po lokacijah, stroškovnih mestih, itd.). Vsa dokumentacija je na razpolago v vsakem trenutku vsem pooblaščenim osebam in veljavna v vsakem trenutku.

Pri programskih zahtevah moramo posvetiti dovolj pozornosti zlasti :

- Zaščiti podatkov (zavrnitev dostopa nepooblaščenim, omogočanje posodabljanja podatkov pooblaščenim osebam, itd.)
- Dostop do že obstoječih podatkov (različnih BAZ DB2, ORACLE, MS SQL, itd.)
- Fleksibilnost izhodnih listin, ekranskih pregledov, oblikovanje tabel, itd.
- Dostop različnim uporabnikom do različnih funkcij programa,
- Izvoz podatkov v druga orodja (Excel, Word, HTML, itd.)
- Grafična predstavitev rezultatov analiz
- Možnost vnosa poljubnih tekstov (opisi, OLE predmeti, slike, povezave z dokumenti, internet naslovi, itd.)
- Enotna in ažurirana dokumentacija v vsakem trenutku

Iz gornjih zahtev črpajo podatke tako v operativni pripravi, kot vzdrževalci in delavci na stroju. Dokumentacija in organiziranost morajo biti v skladu s standardi ISO (9000, 14000 ter 18000), VBA standardom, programi in organiziranost mora biti v skladu z uvajanjem metode 20 ključev, itd. Vsak udeleženec mora videti svoje podatke pomembne za njihovo nemoteno delo.

- Operativna priprava mora imeti podatke o dobaviteljih, proizvajalcih, planu, tehnološki dokumentaciji, konstrukcijski dokumentaciji, pravilniki, statistiki posegov, itd.
- Vzdrževalci morajo imeti dostop do podatkov o strojih, potrebnih orodjih, dokumentaciji, navodila, pravilnikov, podatkov o predhodnih odpravah napak, diagnosticiranju, itd.
- Delavci na stroju morajo imeti dostop do uporabniških navodil, navodil za varno delo, pravilniki, navodil za manjša vzdrževalna dela, nego in čiščenje stroja, zapiske o obnašanju stroja, itd.

Vsa ta dokumentacija v veliki meri pripomore k izboljšanju dela stroja, k manjšemu številu posegov, kvalitetnejši posegi, varnosti, hitrejši diagnozi in odkrivanju napak, izboljšanju sistema in preprečevanje ponovitev okvar, itd. Vsi faktorji vplivajo na zmanjševanje stroškov.

5. PRAKTIČNI PRIMER

Za boljšo predstavo bom na primeru potovanja z avtomobilom poskušal prikazati pozitivne in negativne faktorje.

- **Mazanje in čiščenje.** Pred vsako vožnjo in med njo bomo posvečali pozornost na obnašanje avtomobila (nivo olja, tresljaji, hrupi, pritisk olja, nivo goriva, oznake na armaturni plošči, itd.)

- **Preventivni posegi.** Pri vožnji v domači okolici že dalj časa opažamo manjše šume v zadnjem kolesu. Ocenjujemo, da napaka ni kritična, šumi pa se zanemarljivo povečujejo. Napako bomo ob naslednjem planiranem servisu sporočili serviserju (vzdrževalcu)
- **Planirani preventivni posegi.** Priprava na daljšo vožnjo. Servisu naročimo pregled avtomobila, opozorimo na vse nepravilnosti, katere smo pri vožnji opazili. Servis bo izvedel običajni pregled, odpravil pomanjkljivosti, katere je opazil in na katere smo ga opozorili. Če bi zahtevali takšno odstranitev pomanjkljivosti samo s strani serviserja, bi le ta moral ugotoviti vsa opažanja, katera pa se pojavljajo vedno ali le občasno. Servis bi tako bil mnogo dražji. Če je načrtovana vožnja daljša od planiranih pregledov (10.000 km), bomo planirali servisne preglede na tej relaciji (vsakih 10.000 km) pred potovanjem in k temu prilagodili dela na tej relaciji. Prilagoditev vožnje opravilom spremeni plan servisa (pot skrajšamo na 8.000 km). Omogočeno je nadaljnjih 10.000 km vožnje.
- **Kurativni posegi.** Na armaturni plošči smo opazili rdečo lučko za olje. Avto takoj ustavimo, pogledamo nivo olja oz. pokličemo servis. Na avtomobilu smo opazili povečan hrup izpušne cevi. Z avtom nadaljujemo vožnjo, če bo del cevi izpadel, bomo pri prvem servisu napako odpravili. Na avtomobilu zaradi tega ne bo večjih stroškov.
- **Stroški.** Mnogokrat se vprašamo, kako zmanjševati stroške? Kar nekaj primerov lahko naštejemo:
 - Začasna zamrznitev vseh naročil (razen najnujnejših). Taki posegi so le začasni, ob sprostitvi se običajno izničijo
 - Zmanjšanje aktivnosti (zmanjšanje vzdrževalnih aktivnosti, preventive, osebja, zunanjih izvajalcev, cenejša oprema, rezervni in nadomestni deli, izobraževanje, vključitev strokovnjakov, itd.)
 - Sistematično zmanjševanje stroškov

Če nekoliko analiziramo stroške lahko izhajamo iz preproste formule :

$$\text{Skupni stroški} = \sum \text{Stroški} = f(s_1) + f(s_2) + f(s_3) + \dots$$

Za zmanjševanje stroškov bi morali izračunati odvod in najti minimum funkcije. Funkcijo sestavljajo različne spremenljivke, ki so lahko med sabo odvisne. Mnogokrat pa je težko enačbo določiti. Zato se zatekamo k racionalizaciji posameznih funkcij. Več funkcij moramo med sabo usklajevati in jih optimizirati (npr. stroški amortizacije in produktivnost). S tako optimizacijo bomo dosegli najnižje stroške in taki bodo z uvedbo tudi ostali. Še več, z uvajanjem jih bomo nenehno zmanjševali.

$$\text{Skupni stroški} = \text{preventivno vzdrževanje} + \text{kurativno vzdrževanje} + \text{zaloge rezervnih delov} + \text{stroški izpada proizvodnje} + \text{stroški prekasne dobave}$$

Za vsako funkcijo si postavimo vplivne formule, diagrame in skušamo z drugimi funkcijami najti optimum.

- **Kaj pomeni kurativni zastoj ?**
 - Običajno povečani stroški popravila avtomobila

- Daljši čas potovanja
- Zakasnitev dogovorjenih rokov obiskov oz. izvedbe aktivnosti
- Zmeda pri strankah (planirani drugi obiski), neudeležba na sestanku, zastoji pri strankah (če smo serviser), itd.

5.1 Rezultati v enem izmed podjetij

V podjetju so s pomočjo programskega produkta in spremembo organizacije dela vzdrževalne službe dosegli naslednje rezultate.

	1995	2000
Št.izmen	2	4
Št.vzdrževalcev	30	18
V OPP	2	0,5
Razpoložljivost	92%	98%
Stroški vzdrževanja	8,2	4,5

6. ZAKLJUČEK

Prikazani rezultati dovolj zgovorno kažejo na zmanjšanje stroškov vzdrževanja. Rezultati v tabeli pa ne poudarjajo zmede v funkciji vzdrževanja (kurativni posegi, gašenje požarov, občasna preobremenjenost vzdrževalcev, posegi v nočnem in nedeljskim času, itd.). Ves trud ne pripomorejo k večji uspešnosti podjetja ampak moramo spremeniti način dela (odnos), organiziranost. Naj uporabim znan rek, da je od dela le kramp debel. Torej k uspešnosti podjetja ne pripomore obilo dela ampak strokovno, planirano in organizirano delo. Tudi drug rek ni najboljši, da smo v podjetju lahko najbolj veseli, če vzdrževalci ne delajo. Vzdrževalci morajo med delovanjem strojev izvajati preventivne preglede in ko se stroji ustavijo (po planu ali zaradi narave dela), pomanjkljivosti tudi odstranijo. V tem primeru bo vzdrževalcem in vsem udeležencem v procesu omogočeno strokovno in zmerno delo z najmanjšimi stroški in optimalno proizvodnjo. Omenjeni faktorji pa neposredno ali posredno vplivajo na stroške in prihodek podjetja. Nenehno zdravljenje teh parametrov veča dobiček podjetja, kar je dobra osnova za zadovoljstvo kupcev in nenazadnje delavcev. Zadovoljni delavci bodo boljše in kvalitetnejše opravljali svoje obveznosti in kreativno pripomogli k boljšim izkoriščanjem sredstev dela.

7. VIRI IN LITERATURA

- [1] KUTIN, Matjaž: Seminar DVS, Dejavniki uspešnosti TPM, Ljubljana september, 2002
- [2] PODBREGAR, Janez: Zbornik DVS , Planiranje preventivnih vzdrževalnih aktivnosti, Bled Oktober, 1999, št.71, št.čl.314 , str. 19-20
- [3] PODBREGAR, Janez: Navodila za program VIS , Vzdrževalni informacijski sistem, Zagorje, 1995
- [4] PODBREGAR, Janez: Navodila za program VIS , Vzdrževalni informacijski sistem, Zagorje, 2000