Utjecaj vremena eksploatacije na pouzdanost proizvodne opreme

The lifetime prolongation of the one water turbine wicket gate

Davor Šušnjar[a]

[a] INA MAZIVA d.o.o., Radnička cesta 175, 10000 Zagreb

*Corresponding author: davor.susnjar@ina.hr

INFORMACIJE O ČLANKU

Kategorija:
Stručni rad

Ključne riječi:
Tehnički sustav
Proizvodna oprema
Analiza
Pouzdanost

Licenca: CC BY-NC-SA 4.0.

SAŽETAK

Pouzdanost tehničkih sustava se najčešće odnosi na sigurnost funkcioniranja nekog stroja ili uređaja, tj. da stroj radi u predviđenom vremenu bez zastoja i kvara. Pouzdanost sustava ovisi i o pouzdanosti sastavnih elemenata i od strukture sustava. Sustav je pouzdan ako vrši svoju funkciju na očekujući način, odnosno sustav funkcionira pouzdano ako u predviđenom vremenu sigurno obavlja ono što se od njega očekuje. Termin "pouzdanost" tehničkog sustava je vjerojatnost da će u propisanim uvjetima rada i u određenom vremenu obaviti zadatak bez kvara. U ovom radu bit će prikazana analiza eksploatacijske pouzdanosti na temelju prikupljenih podataka o kvarovima i zastojima na proizvodnoj opremi, konkretno, proizvodnim linijama za punjenje maziva.

ARTICLE INFORMATION

Category:
Professional paper

Keywords:
Technical system
Production equipment
Analysis
Reliability

License: CC BY-NC-SA 4.0.

ABSTRACT

The reliability of the technical systems is most commonly related to the safety of the operation of machine or device, i.e. the machine is operating in the predicted time without any interruption or failure. The reliability of the system also depends on the reliability of component elements and system structure. The term "reliability" of the technical system is probability to perform the task without fail in prescribed working conditions and at a given time. In this paper, an analysis of reliability exploitation will be presented based on the collected data on failures on production equipment, filling lines.

1. Uvod

Pouzdanost tehničkih sustava najčešće se odnosi na sigurnost funkcioniranja nekog stroja ili uređaja, tj. da stroj radi u predviđenom vremenu bez zastoja i kvara. Promatranjem učestalosti kvara i zastoja na strojevima utvrđeno je da postoje tri bitna razdoblja u životnom vijeku eksploatacije stroja.

U prvom razdoblju pojavljuju se dvije vrste kvarova. Jedno su kvarovi uhodavanja (početni kvarovi), a drugo slučajni kvarovi koji se dijele na dvije podskupine (slučajni ovisni ili uzrokovani i slučajni neovisni kvarovi). Razdoblje normalne eksploatacije ima približno jednaku frekvenciju kvarova (intenzitet kvarova je konstantan). U trećem razdoblju uz slučajne kvarove, pojavljuju se još vremenski kvarovi. Može se zaključiti da su slučajni kvarovi konstantni za cijelo vrijeme trajanja uporabe i da se s tim intenzitetom pojavljuju u svim značajnim razdobljima uporabe. Početni kvarovi nastaju kao posljedica loše konstrukcije, lošeg izbora materijala, loše obrade itd. Može se zaključiti da je krivica za te kvarove na proizvođačima opreme. Tehnički gledano, to znači da bi prvo razdoblje uporabe u jamstvenom roku trebao pokriti proizvođač. Nažalost, jamstveni rokovi danas više ovise o tržištu, tj, kada je veća konkurentnost, bit će i jamstveni rok duži.

Poznato je da postoje različiti pristupi i metode kojima se dolazi do podataka o instaliranoj opremi. Prava pouzdanost sustava nije nikad poznata, ali procjena pouzdanosti je dovoljno blizu pravoj pouzdanosti te se može odrediti statističkim metodama i računom vjerojatnosti.

2. Teorijske postavke

2.1. Proračun pouzdanosti tehničkih sustava

Jedan od odlučujućih pokazatelja za donošenje odluke je korištenje podataka o zastojima u proteklom razdoblju za svaki stroj. Obradom tih podataka može se izračunati srednje vrijeme između dva kvara (SVIK ili MTBF).
Mali vremenski interval pokazuje da se radi o stroju s učestalim kvarovima i obratno. Recipročna vrijednost SVIK-a daje λ, a to je učestalost kvarova. Sada se na temelju tih podataka i poznatog vremena eksploatacije može izračunati eksploatacijska pouzdanost svakog stroja ili cijele grupe. Jedna od krivulja pouzdanosti

prikazana je na (slika 1.). Pri tom se eksploatacijska pouzdanost računa sukladno eksponencijalnoj razdiobi, i/ili normalnoj i Weibull dvoparametaskoj razdiobi.
gdje je:

R(t) – pouzdanost u vremenu (t)
f(t) – učestalost
λ – učestalost kvarova, frekvencija

$$R(t) = e^{-\lambda \cdot t}$$

$$f(t) = \lambda e^{-\lambda t}, \ [h^{-1}]$$

$$\lambda(t) = const., \ [h^{-1}]$$

2.1.1. Weibull razdioba

Weibull razdioba je postupak koji daje najbolje rezultate te kao takav služi za pronalaženje pouzdanosti, statističke prognoze vijeka trajanja, sigurnosti, preživljavanja, rizika i određivanja garancijskih rokova za elemente postrojenja ili kompletnih proizvoda.

Analiza daje dobre rezultate i kod malog broja podataka. To je vrlo praktično za osoblje održavanja, koji pri pojavi samo dva ili tri kvara na istoj vrsti elementa, mogu pronaći odgovore na svoja pitanja vezanih za otklanjanje kvara.

Analiza se sastoji u predočavanju poznatih podataka o kvaru na elementima koji se analiziraju, na takozvanom Weibull papiru (slika 2.).

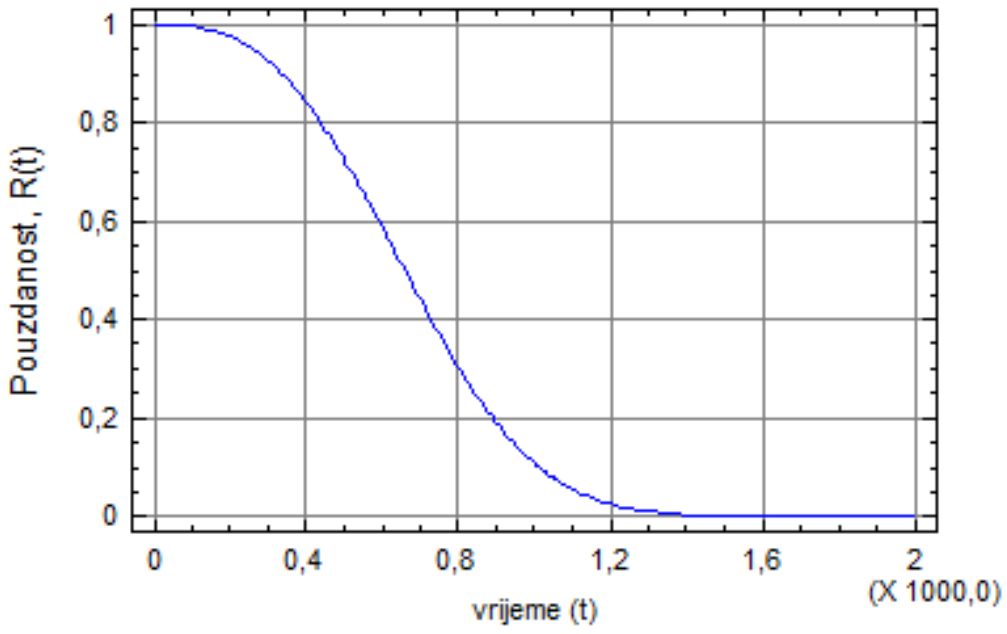
Papir je sličan milimetarskom papiru s koordinatama u log-log mjernim jedinicama. Podaci koji su na raspolaganju unose se u koordinatni sustav, potom se izračuna odgovarajući pravac koji će predočiti te točke koristeći jednu od metoda regresije. Na taj način je odnos među veličinama u dijagramu linearan i to pojednostavljuje očitanje vjerojatnosti pojave kvara za bilo koji period na dijagramu.

Koordinate imaju sljedeće karakteristike: koordinata (x) je obično parametar koji označava vrijeme, dužina ciklusa, broj rotacija i slično. Koordinata (y) je Weibull kumulativna funkcija gustoće, tj. proporcionalni dio kvarova koji će se pojaviti do vremena (t) prikazanih u postotcima.

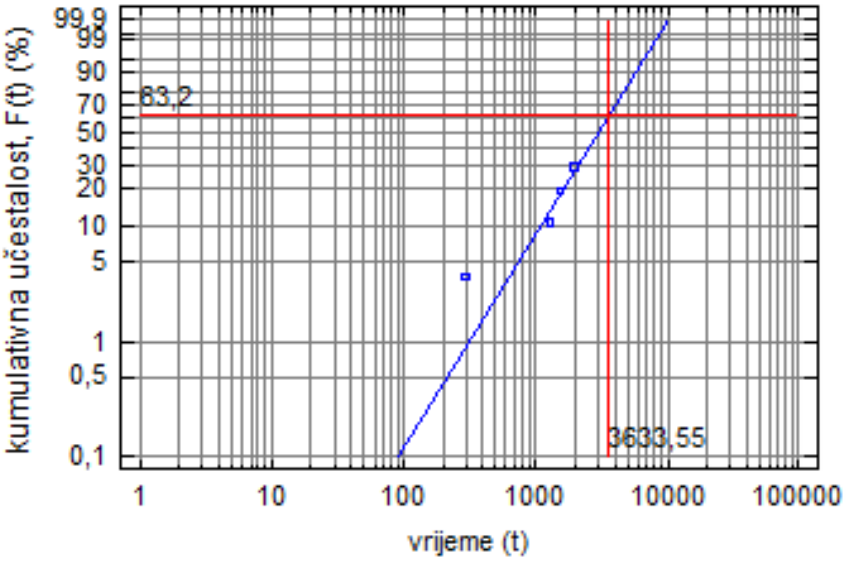
Vrijeme (t) za koji će se pojaviti određeni postotak kvarova naziva se "B život" i njegova vrijednost je 63,2. Tako na primjer ako kažemo da je B1 nekog elementa 80 sati, to znači da će 1 % elemenata doživjeti kvar u vremenu od 80 sati.

Upotrebom programa Weibull ++ (slika 3.), osim pravca prikazuju se i parametri Weibull distribucije (β) i (η).

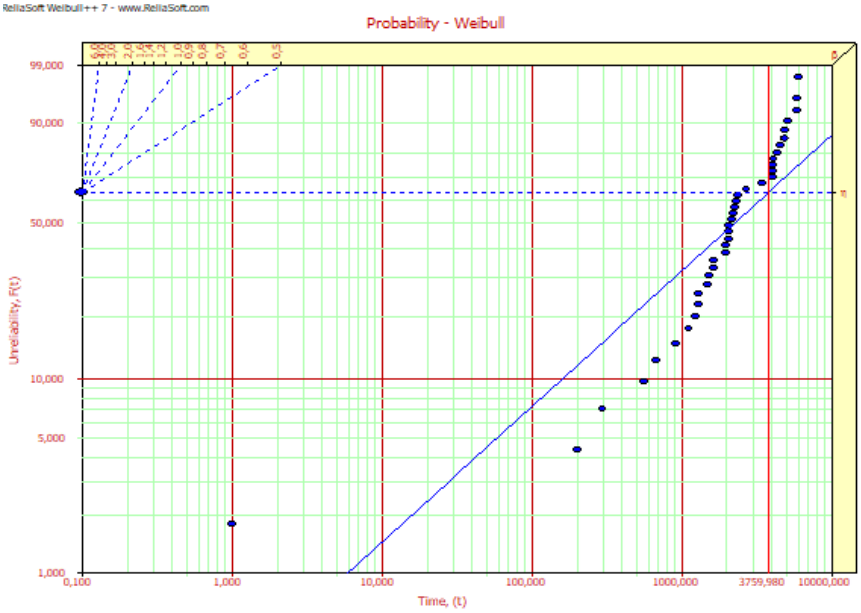
Svaka analiza se u pravilu izvodi za jednu vrstu podataka. Ako se želi analizirati elemente koji imaju više različitih vrsta pojave kvara, mora se izvršiti analiza za svaku dotičnu vrstu kvara posebno.



Slika 1. Krivulja poudanosti
Figure 1 Reliability curve



Slika 2. Prikaz vjerojatnosti pojave kvara na Weibull vjerojatnosnom papiru
Figure 2 Display of the probability of failure occurrence on Weibull probability paper



Slika 3. Predodžba rezultata na Weibull vjerojatnosnom papiru
Figure 3. Representation of results on Weibull probability paper

2.2.1. Vrijednosti (beta i eta)

Komplementarna funkcija funkciji kumulativne gustoće je funkcija pouzdanosti R(t) ili funkcija opstanka. Ova funkcija određuje vjerojatnost da će element opstati, preživjeti do unaprijed određenog vremena (t).

$$R(t;\beta;\eta) = e^{-\left(\frac{t}{\eta}\right)^{\beta}}$$

$$f(t) = \frac{\beta}{\eta}\left(\frac{t}{\eta}\right)^{\beta-1} \cdot e^{-\left(\frac{t}{\eta}\right)^{\beta}}, \ [h^{-1}]$$

$$\lambda(t) = \frac{\beta}{\eta}\left(\frac{t}{\eta}\right)^{\beta-1}, \ [h^{-1}]$$

$$T_{ur} = \Gamma\left(1+\frac{1}{\beta}\right)\cdot\eta, \ [h]$$

gdje je:

Tur – srednje vrijeme u radu

Γ – gama funkcija [2]

Parametar oblika (β) jednak je koeficijentu smjera pravca, a parametar veličine (η) predstavlja karakterističan život ili dužinu života elementa.
Koeficijent smjera (β) nam prikazuje kakva vrsta kvara je u pitanju:

- β<1, imamo pojavu smanjene funkcije hazarda,
- β=1, imamo slučajnu pojavu kvara, hazardna funkcija je konstantna,
- β>1, imamo pojavu istrošenosti ili pohabanosti elemenata, povećana hazardna funkcija.

Weibull kumulativna funkcija gustoće ima oblik:

$$F(t;\beta;\eta) = 1 - e^{-\left(\frac{t}{\eta}\right)^{\beta}}$$

gdje je:
F – postotak koji dozvoljava kvar
t – vrijeme pojave kvara
β – koeficijent smjera pravca, parametar oblika
η – karakterističan život elementa, parametar veličine
e – baza prirodnog logaritma (2,7182818)

3. Rezultati istraživanja eksploatacijske pouzdanosti

Za proračun eksploatacijske pouzdanosti koristila se dvoparametarska Weibull razdioba koja uključuje podatke o vremenskim intervalima između zastoja, i to na 22 stroja na kojima su zabilježeni značajniji zastoji u promatranom razdoblju od pet godina.

Na temelju dobivenih rezultata eksploatacijske pouzdanosti za petogodišnji period (slika 4.) i proračunskog vremena 1000 radnih sati (godina - 250 radnih dana), može se zaključiti:

- eksploatacijska pouzdanost proizvodnih linija brzo pada ispod 50 %, nakon 60 sati rada za LSP-2,
- vjerojatnost pojave kvara, nepouzdanost za proizvodnu liniju LSP-1 iznosi FLSP-1(1000) = 76,27 %, FLSP-2(1000) = 88,44 % za liniju LSP-2 i vjerojatnost pojave kvara za proizvodnu liniju LSP-3 iznosi 87,92 %.

Zaključak

Na osnovi dobivenih niskih rezultata vrijednosti eksploatacijske pouzdanosti na proizvodnoj opremi, zbog pojavljivanja velikog broja kvarova, koji uz relativno niske vrijednosti prosječne raspoloživosti, uglavnom ne uzrokuju duže zastoje. Iz proračunskih podataka parametar β koeficijent smjera pravca, parametar oblika, veći je od 1, što ukazuje na pojavu istrošenosti, tj. povećanu funkciju hazarda.

Svako proizvodno poduzeće suočeno je s problematikom održavanja proizvodne opreme. S gospodarskog stajališta taj problem ima i ekonomsku težinu koja godišnje iznosi 5 do 12 % vrijednosti instalirane proizvodne opreme. Usporedbom navedenog kao primjer se ističe ulaganje u proizvodnu opremu, gdje je s obzirom na vrijeme eksploatacije u dvije godine praćenja utrošeno 3,21 % vrijednosti instalirane opreme.

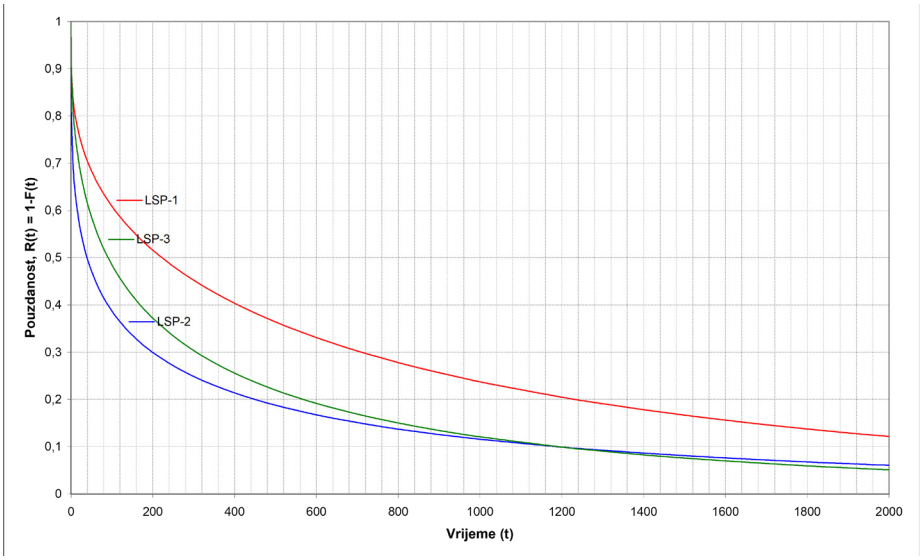
Uzme li se u obzir teoretsko vrijeme od 9160 sati tijekom petogodišnje eksploatacije i vrijeme u zastoju, može se zaključiti da je proizvodna oprema u 29,53 % slučajeva bila u kvaru-zastoju.

Literatura

[1] Prepared by Scott S., Reliability and MTBF overview, Victor Reliability Engineering

[2] Bronštein, Matematički priručnik, Tehnička knjiga, Zagreb, 2004.

[3] Tehnička dokumentacija INA MAZIVA d.o.o.



Slika 4. Krivulje eksploatacijske pouzdanosti proizvodnih linija za promatrano razdoblje
Figure 4 Curves of operational reliability of production lines for the observed period

Gdje je:
LSP (1,2,3) – Linija strojnog punjenja

Korisniku opreme i stručnjacima održavanja ovakve podloge potrebne su za odlučivanje o vrsti zahvata održavanja, a povremeno te iste podloge za odlučivanje o nabavi nove opreme. U svakom slučaju najbolje je rezultate eksploatacijske pouzdanosti imati za svaki stroj.