

UNIVERZITET U NIŠU
FAKULTET ZAŠTITE NA RADU U NIŠU

Žarko M. Janković

ODRŽAVANJE TEHNIČKIH SISTEMA

Niš, 2017.

ODRŽAVANJE TEHNIČKIH SISTEMA

Autor

Dr Žarko M. Janković, red. prof.

Fakultet zaštite na radu u Nišu

18000 Niš, Čarnojevića 10A

E-mail: zarko.jankovic@znrfaq.ni.ac.rs

Tehnička obrada

Rodoljub Avramović, dipl. inž. znr.

Tiraž: *100 primeraka*

Na osnovu člana 104. Statuta Fakulteta zaštite na radu u Nišu br. 03-262/4 od 17.06.2011. godine, Nastavno-naučno veće Fakulteta na sednici održanoj 04.04.2017. godine, donelo je Odluku: Odobrava se umnožavanje skripte pod nazivom "Održavanje tehničkih sistema", autora dr Žarka Jankovića red. prof. Fakulteta zaštite na radu u Nišu, kao izdanja Fakulteta zaštite na radu u Nišu.

SADRŽAJ

UVOD

1. OSNOVI SISTEMA ODRŽAVANJA

UVODNO RAZMATRANJE	13
1.1. RAZVOJ ODRŽAVANJA	15
1.2. ZNAČAJ ODRŽAVANJA TEHNIČKIH SISTEMA	17
1.3. CILJEVI ODRŽAVANJA TEHNIČKIH SISTEMA	18
1.4. DEFINICIJE PROCESA ODRŽAVANJA	19
1.5. OPŠTI PRISTUP SISTEMU ODRŽAVANJA	21
1.6. STRUKTURA SISTEMA ODRŽAVANJA	24
1.7. PLANIRANJE ODRŽAVANJA	26
1.7.1. Osnovi planiranja	27
1.7.2. Planovi održavanja	29
1.7.3. Održavanje kao funkcija poslovnog sistema	31
1.8. ODRŽAVANJE I TROŠKOVI ŽIVOTNOG CIKLUSA	31
1.9. ORGANIZACIJA ODRŽAVANJA	34
1.10. LOGISTIKA ODRŽAVANJA	36
1.11. EFEKTIVNOST TEHNIČKOG SISTEMA	39

2. OTKAZI TEHNIČKIH SISTEMA

UVODNO RAZMATRANJE	45
2.1. KLASIFIKACIJA I VRSTE OTKAZA	46
2.2. ODRŽAVANJE I ANALIZA OTKAZA	48
2.2.1. Koeficijent otkaza	49
2.2.2. Model održavanja u zavisnosti od vrste otkaza	52
2.2.3. Otkazi u okviru procesa održavanja prema pouzdanosti	54
2.3. NAČINI DIJAGNOSTIKE OTKAZA TEHNIČKIH SISTEMA	56
2.3.1. Subjektivna način dijagnostike	56
2.3.2. Objektivni način dijagnostike	57
2.4. DIJAGNOSTIKA STANJA TEHNIČKIH SISTEMA	59

3. POGODNOST ODRŽAVANJA

UVODNO RAZMATRANJE	65
3.1. OSNOVNI PARAMETRI POGODNOSTI ODRŽAVANJA	66
3.2. POKAZATELJI POGODNOSTI ODRŽAVANJA	67
3.3. PREDVIĐANJE POGODNOSTI ODRŽAVANJA	68
3.4. FUNKCIJA POGODNOSTI ODRŽAVANJA	69
3.5. VREME POPRAVKE TEHNIČKOG SISTEMA	71
3.6. FAKTORI POGODNOSTI ODRŽAVANJA	72
3.7. KARAKTERISTIKE POGODNOSTI ZA ODRŽAVANJE	74

3.8. INŽENJERSTVO ODRŽAVANJA	77
3.9. UTICAJ INŽENJERSTVA ODRŽAVANJA NA BEZBEDNOST FUNKCIONISANJA TEHNIČKIH SISTEMA	79
3.10. EFEKTIVNOST TEHNIČKIH SISTEMA U POGLEDU BEZBEDNOSTI	80

4. STRATEGIJE ODRŽAVANJA

UVODNO RAZMATRANJE	85
4.1. ODRŽAVANJE PREMA POUZDANOSTI	87
4.2. TOTALNO PRODUKTIVNO ODRŽAVANJE	91
4.3. ODRŽAVANJE PREMA RADU	92

5. KONCEPCIJA PREVENTIVNOG I KOREKTIVNOG ODRŽAVANJA

UVODNO RAZMATRANJE	97
5.1. KOREKTIVNO ODRŽAVANJE.....	99
5.2. PREVENTIVNO ODRŽAVANJE.....	100
5.2.1. Preventivno održavanje po vremenu	101
5.2.2. Preventivno održavanje prema stanju.....	103
5.2.3. Određivanje vremena preventivne zamene delova	106
5.3. KVALITET ODRŽAVANJA.....	108
5.4. OPTIMIZACIJA SISTEMA ODRŽAVANJA.....	110
5.5. REALIZACIJA PROGRAMA ODRŽAVANJA	111
5.5.1. Administrativna priprema procesa održavanja	112
5.5.2. Operativna priprema održavanja	114
5.6. PLANIRANJE AKTIVNOSTI ODRŽAVANJA.....	117
5.7. RAZLIČITI NIVOI ODRŽAVANJA TEHNIČKIH SISTEMA.....	118
5.8. INFORMACIONI SISTEMI U UPRAVLJANJU ODRŽAVANJEM.....	118
5.8.1. Potrebni podaci za informacioni sistem.....	121
5.8.2. Potrebne informacije za održavanje tehničkih sistema.....	123
5.8.3. Cilj i struktura informacionog sistema održavanja.....	125

6. ODRŽAVANJE OPREME ZA GAŠENJE POŽARA

UVODNO RAZMATRANJE	131
6.1. PREVENTIVNO ODRŽAVANJE MOBILNE OPREME ZA GAŠENJE POŽARA	132
6.2. POSTUPAK KONTROLISANJA I ISPITIVANJA APARATA ZA GAŠENJE POŽARA POD STALNIM PRITISKOM.....	133
6.3. PROCEDURA ISPITIVANJA APARATA ZA GAŠENJE POŽARA.....	136
6.4. ODRŽAVANJE AUTOMATSKIH STABILNIH SISTEMA ZA GAŠENJE POŽARA	137

6.5. STANDARDI I PROPISI ZA PROJEKTOVANJE I ODRŽAVANJE STABILNIH SISTEMA ZA GAŠENJE POŽARA.....	141
6.6. KONTROLISANJE I ODRŽAVANJE SPRINKLER SISTEMA	143
6.6.1. Način kontrolisanja rada sprinkler sistema.....	145
6.6.2. Zahtevi za bezbedno funkcionisanje sprinkler sistema	147
6.6.3. Održavanje i kontrola sprinkler sistema nakon ugradnje	148
6.6.4. Kontrola sprinkler sistema za gašenje požara kada nije u funkciji.....	149
6.7. KONTROLISANJE I ODRŽAVANJE DRENČER SISTEMA ZA GAŠENJE POŽARA	150
6.8. KONTROLISANJE I ODRŽAVANJE SISTEMA ZA GAŠENJE POŽARA PENOM	152
6.9. KONTROLISANJE I ODRŽAVANJE SISTEMA ZA GAŠENJE POŽARA UGLJEN-DIOKSIDOM	155
6.10. ODRŽAVANJE I KONTROLISANJE HIDRANTSKE MREŽE ZA GAŠENJE POŽARA	160
6.11. ODRŽAVANJE SISTEMA ZA DETEKCIJU I DOJAVU POŽARA.....	164
6.12. PREVENTIVNO ODRŽAVANJE CENTRIFUGALNIH PUMPI.....	166

PRILOG

ZNAČENJE POJMOVA U ODRŽAVANJU	175
1. OSNOVNI POJMOVI U ODRŽAVANJU	176
2. POJMOVI KOJI SE ODOSE NA SVOJSTVA TEHNIČKOG SISTEMA ...	179
3. POJMOVI KOJI SE ODOSE NA OTKAZE TEHNIČKOG SISTEMA	180
4. POJMOVI KOJI SE ODOSE NA GREŠKE I STANJA TEHNIČKOG SISTEMA	181
5. POJMOVI KOJI SE ODOSE NA VRSTE STRATEGIJE ODRŽAVANJA.....	182
6. POJMOVI KOJI SE ODOSE NA POSTUPKE ODRŽAVANJA.....	183
7. POJMOVI KOJI SE ODOSE NA VREME ODRŽAVANJA	184
8. OSTALI POJMOVI KOJI SE ODOSE NA POSTUPKE ODRŽAVANJA	185
9. PREZENTACIJE.....	189

LITERATURA

LITERATURA.....	233
-----------------	-----

PREDGOVOR

Ovaj materijal je namenjen studentima Fakulteta zaštite na radu u Nišu za pripremu ispita iz predmeta ODRŽAVANJE TEHNIČKIH SISTEMA koji se izučava na osnovnim akademskim studijama kao izborni predmet studijskog programa Zaštita na radu. Problemi koji su obrađeni u materijalu odnose se na pitanja vezana za bezbednost održavanja različitih tehničkih sistema. Inženjerstvo održavanja predstavlja kompleksan prilaz problemima održavanja tehničkih sistema, čiji je cilj i zadatak obezbeđenje efikasnog i bezbednog održavanja opreme koja se koristi pri radu.

Ovaj material je rezultat istraživanja autora u oblasti održavanja tehničkih sistema kao i stečenih iskustava koja su ukazala na neophodnost da se ova naučna disciplina uvrsti u novi akreditovani studijski program. Kod nas i u svetu postoji više publikacija na temu održavanja, ali bez obzira na postojeću literaturu, za novi studijski program na Fakultetu zaštite na radu bila je potreba prilagođavanja sadržaja nivou potrebnih znanja koje treba da imaju stručnjaci iz oblasti zaštite na radu

Osnovni cilj ove publikacije je da studenti lakše mogu usvojiti potrebna znanja za pripremu i polaganje ispita. U materijalu su sistematizovane teorijske osnove potrebne za razumevanje bezbednog postupka održavanja tehničkih sistema

Postoje različite koncepcije procesa održavanja tehničkih sistema koje su ovde opisane, ali se poseban akcent daje koncepciji preventivnog održavanja koja je kod nas najčešće zastupljena. Prema ovoj koncepciji prati se stanje tehničkog sistema od projektovanja do kraja isluženosti i otpisa iz dalje upotrebe. Prema stanju kakvo je kod nas u oblasti održavanja nameće se zaključak da je prednost data koncepciji preventivnog održavanja prema stanju, kao najekonomičnijem vidu održavanja tehničkih sistema.

Nadam se da će ovaj material korisno poslužiti studentima za pripremu ispita i doprineti povećanju naučnih i stručnih znanja iz oblasti preventivnog održavanja opreme za rad. Poznavanjem procesa održavanja stiču se neopходna znanja kako preventivno postupati, a da se ne događaju povrede pri korišćenju opreme za rad.

Niš, maj 2017.

Autor

UVOD

Razvojem industrijske civilizacije nameće se i problem održavanja tehničkih sistema. Sve intervencije na popravci mašina i uređaja obavljale su se kada je kvar (*u taljem tekstu otkaz*) već nastao, a opravku je uglavnom obavljao rukovaoc mašine. Tako da u početnom periodu industrijalizacije nema ni govora o organizovanom načinu održavanja, sve je bilo prepušteno rukovaocu.

Treba imati u vidu da su na početku industrijskog razvoja mašine bile manje složene, a opsluživanje je obavljao jedan ili više rukovaoca, koji su u isto vreme bili zaduženi i za njeno održavanje.

Među ukupnim aktivnostima koje prate proizvodnju, održavanje je vremenom dobilo sve veću važnost i nema sumnje da je pobudilo interes zato što može značajno da produži vek eksploatacije mašina i uređaja. Vizija procesa održavanja promenjena je uvođenjem automatizovanih tehničkih sistema i povećanjem broja mašina u upotrebi. Tako da se razvojem industrije pristupilo organizovanom načinu održavanja koje ima preventivnu ulogu u funkciji bezbednosti. Organizovan način održavanja podrazumevao je formiranje posebnih radionica u kojima se intervenisalo na poziv radnika iz proizvodnog pogona. Radovi održavanja, odnosno opravke mašina odvijali su se prema trenutnom stanju, bez sistematskog pristupa i planiranja. Još i danas postoji ovakav pristup održavanju, naročito kod manjih i srednjih preduzeća, gde se održavanje smatra delom opšteg servisa. Ovakav pristup održavanju tehničkih sistema u današnje vreme nije zadovoljavajući, jer tehnički sistemi danas zahtevaju poseban racionalan koncept održavanja. Odnosno održavanje tehničkih sistema mora da bude jedinstveno, racionalno i organizovano.

Prvo organizovano održavanje opreme za rad uvedeno je pojavom specijalnih mehaničkih radionica i odnosilo se samo na mašinske sisteme, a kasnije se organizuju i radionice za održavanje elektro sistema. U početnoj fazi održavanja bio je nedostatak organizovanog i planskog pristupa obavljanju ovih zadataka. Organizovani sistem održavanja počinje tek posle drugog svetskog rata (*sredinom prošlog veka*).

Racionalizacijom proizvodnje još "Taylor" je shvatio da nije dovoljan samo popravak mašine ili uređaja nakon što je došlo do otkaza, nego da se otkaz predvidi, odnosno da do otkaza mašine i ne dođe. Ovim načinom razmišljanja utemeljen je pravac preventivnog održavanja tehničkih sistema.

Razvoj tehničko-tehnoloških sistema uslovio je potrebu za praćenjem stanja tehničkih sistema od nastanka do isluženosti, što predstavlja njegov životni ciklus. Životni ciklus tehničkog sistema počinje kada je rođena ideja o njegovom konstruisanju, a završava se u trenutku kada je on povučen iz upotrebe. Ovo znači da je potrebno stalno praćenje stanja tehničkih sistema kroz analizu životnog ciklusa od projektovanja, proizvodnje, korišćenja i povlačenja iz upotrebe. Naročito važan period životnog ciklusa tehničkih sistema je vreme korišćenja i praćenja da se ne dogodi otkaz, zato se pristupa pravovremenom održavanju.

Posmatrano u sadašnjem vremenu, održavanje tehničkih sistema se ostvaruje prema različitim koncepcijama. Međutim, sve koncepcije održavanja imaju za cilj povećanje bezbednosti pri radu tokom korišćenja mašina i uređaja.

Treba imati na umu da je početak i dalji razvoj održavanja u Evropi, glavno uporište imao na održavanje koje se već razvijalo u Sjedinjenim američkim državama (USA). Od svih zastupljenih koncepcija održavanja u svetu ovde se poseban akcent daje načinu održavanja tehničkih sistema u našoj zemlji. Međutim, u teoretskoj analizi održavanja biće reči i o drugim koncepcijama održavanja tehničkih sistema koje su u literaturi obrađene.

Održavanje tehničkih sistema obuhvata, u najopštijem smislu, sve postupke koji treba da se preduzmu sa ciljem da tehnički sistem bude što duže u ispravnom-funkcionalnom stanju ili, drugim rečima, da tokom svog životnog ciklusa radi na potrebnom nivou pouzdanosti, produktivnosti i ekonomičnosti. Da ovaj cilj nije lako postići govori podatak, prema istraživanju različitih autora u našoj zemlji, da za prosečno trajanje bilo kog tehničkog sistema od 10 godina troškovi održavanja čine oko 60% od vrednosti investicije tehničkog sistema. Na drugoj strani, kada se analiziraju opšti uzroci oštećenja i otkaza pojedinih delova tehničkih sistema, nizak nivo održavanja i sam proces "starenja" tehničkog sistema čine više od trećine svih uzroka otkaza.

Proces održavanja predstavlja skup svih aktivnosti koje se sprovode u cilju otklanjanja otkaza ili sprečavanja njihove pojave. Najveći značaj sa stanovišta optimizacije i ocene kvaliteta sistema održavanja imaju pokazatelji efektivnosti tehničkog sistema - raspoloživost i pogodnost održavanja.

Održavanje tehničkih sistema karakterišu dve važne komponente i to:

- vreme rada sistema do trenutka u kome treba da se sprovede postupak održavanja (*obično je to vreme rada do otkaza*), i
- vreme potrebno da se postupak održavanja sprovede, odnosno da se sistem iz stanja u otkazu vrati u stanje u radu.

Ove dve komponente su osnovna obeležja svakog sistema održavanja koju čine koncepcija, primenjena tehnologija i organizacija. Mora se imati na umu da od primenjenog sistema održavanja u velikoj meri zavise troškovi i kvalitet održavanja. Najvažniju meru kvaliteta sistema održavanja predstavlja raspodela vremena trajanja postupaka održavanja, odnosno funkcija pogodnosti održavanja tehničkih sistema.