

# USTROJ I ORGANIZACIJA SREDIŠNJE REMONTNE RADIONICE ZA POPRAVAK POLJOPRIVREDNIH STROJEVA

---

Juratović, Igor

Master's thesis / Diplomski rad

2014

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj  
Strossmayer University of Osijek, Faculty of agriculture / Sveučilište Josipa Jurja  
Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:271812>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-18**



Sveučilište Josipa Jurja  
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet  
agrobiotehničkih  
znanosti Osijek**

Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Agrobiotechnical  
Sciences Osijek - Repository of the Faculty of  
Agrobiotechnical Sciences Osijek](#)



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJ

SVEUČILIŠTE J. J. STROSSMAYERA U OSIJEKU  
POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Igor Juratović, apsolvent

Diplomski studij Mehanizacija

**USTROJ I ORGANIZACIJA SREDIŠNJE REMONTNE  
RADIONICE ZA POPRAVAK POLJOPRIVREDNIH  
STROJEVA**

Diplomski rad

Osijek, 2014.

SVEUČILIŠTE J. J. STROSSMAYERA U OSIJEKU  
POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Igor Juratović, apsolvent

Diplomski studij Mehanizacija

**USTROJ I ORGANIZACIJA SREDIŠNJE REMONTNE  
RADIONICE ZA POPRAVAK POLJOPRIVREDNIH  
STROJEVA**

Diplomski rad

Povjerenstvo za obranu diplomskoj rada:

Prof. dr. sc. Tomislav Jurić, predsjednik

Doc.dr. sc. Ivan Plaščak, mentor

Doc. dr. Drago Kraljević, član

Osijek, 2014.

## **SADRŽAJ:**

|                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. UVOD .....                                                                              | 1  |
| 2. PREGLED LITERATURE .....                                                                | 3  |
| 3. MATERIJAL I METODE .....                                                                | 7  |
| 4. RAZVOJ ODRŽAVANJA TEHNIČKIH SUSTAVA .....                                               | 8  |
| 5. DEFINICIJA I ZADACI ODRŽAVANJA .....                                                    | 10 |
| 5.1. Zadaci održavanja .....                                                               | 10 |
| 6. ORGANIZACIJA REMONTNIH RADIONICA .....                                                  | 12 |
| 7. OSNOVNE SMJERNICE PRI PROJEKTIRANJU I IZGRADNJI<br>SREDIŠNJIH REMONTNIH RADIONICA ..... | 14 |
| 7.1. Odabir lokacije .....                                                                 | 15 |
| 7.2. Vanjska infrastruktura .....                                                          | 16 |
| 7.3. Odjeli središnjih remontnih radionica .....                                           | 17 |
| 8. STRATEGIJA ODRŽAVANJA .....                                                             | 28 |
| 8.1. Korektivno održavanje .....                                                           | 28 |
| 8.2. Preventivno održavanje .....                                                          | 30 |
| 8.3. Prediktivno održavanje ili održavanje prema stanju .....                              | 31 |
| 8.4. Odabir strategije održavanja .....                                                    | 32 |
| 9. KLASIFIKACIJA I KATEGORIZACIJA OPREME .....                                             | 34 |
| 10. ORGANIZACIJA ODRŽAVANJA .....                                                          | 39 |
| 10.1. Ured održavanja .....                                                                | 42 |
| 10.2. Radionica održavanja .....                                                           | 55 |
| 10.3. Skladište održavanja .....                                                           | 56 |
| 11. TEORIJA ODRŽAVANJA .....                                                               | 60 |
| 11.1. Indikatori stanja opreme .....                                                       | 60 |
| 12. TEHNIČKA DIJAGNOSTIKA .....                                                            | 63 |
| 13. PLANIRANJE I PROGRAMIRANJE ODRŽAVANJA .....                                            | 66 |
| 13.1. Uvod u planiranje i programiranje održavanja .....                                   | 66 |
| 13.2. Planiranje održavanja .....                                                          | 66 |

|                                                                         |     |
|-------------------------------------------------------------------------|-----|
| 13.3. RCFA i FMEA metode analize uzroka kvarova .....                   | 70  |
| 13.4. Programiranje održavanja .....                                    | 72  |
| 13.5. Planiranje remonta.....                                           | 74  |
| 13.6. Planiranje budžeta održavanja.....                                | 75  |
| 13.7. Osnovne veličine pri izračunavanju cijene popravaka .....         | 77  |
| 14. UPRAVLJANJE REZERVNIM DIJELOVIMA I MATERIJALIMA<br>ODRŽAVANJA ..... | 81  |
| 15. MJERENJE USPJEŠNOSTI ODRŽAVANJA.....                                | 89  |
| 16. LJUDSKI RESURSI U ODRŽAVANJU .....                                  | 94  |
| 17. AUDIT ODRŽAVANJA .....                                              | 98  |
| 18. POBOLJŠANJE ODRŽAVANJA .....                                        | 100 |
| 19. REZULTATI .....                                                     | 103 |
| 20. ZAKLJUČAK .....                                                     | 105 |
| 21. LITERATURA.....                                                     | 107 |
| 22. SAŽETAK.....                                                        | 109 |
| 23. SUMMARY .....                                                       | 110 |
| 24. POPIS TABLICA.....                                                  | 111 |
| 25. POPIS SLIKA.....                                                    | 112 |
| TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA.....                                   | 113 |
| BASIC DOCUMENTATION CARD .....                                          | 114 |

## 1. UVOD

Jedan od najvažnijih čimbenika učinkovitosti poljoprivrednih strojeva i opreme te kvalitetnog obavljanja zadanih poslova je njihovo sustavno održavanje. Poštivanje agrotehničkih rokova u poljoprivredi u velikoj mjeri ovisi o pouzdanosti strojeva u radu, a samim time i o njihovom stanju. Prema tome, nameće se zaključak da će samo pravilno pripremljeni i održavani strojevi i oprema omogućiti kvalitetno i pravovremeno obavljanje predviđenih poslova.

Jedna od značajnih i najuočljivijih karakteristika poljoprivredne proizvodnje u posljednjem desetljeću, ponajviše zbog sve bržeg razvoja tehnologije, je svestrana mehaniziranost njezinih procesa. Navedeni razvoj tehnologije omogućio je primjenu visokoproduktivnih strojeva s mogućnošću obavljanja više istovremenih operacija u proizvodnji, a to je rezultiralo s daleko većom tehničkom složenošću tih strojeva, posebice zbog korištenja sve složenije elektronike i hidraulike. Zbog visoke produktivnosti (učinka) i nabavne vrijednosti takvih strojeva (opreme), potrebno ih je što učinkovitije iskoristiti. Sukladno rečenom, održavanje i popravak takvih strojeva mnogo je složeniji proces, te se u remontoj djelatnosti moraju uvoditi nove metode popravaka, koristiti suvremena oprema, određeni prostor i visokostručni kadar. Remontna djelatnost mora pratiti napredak poljoprivredne tehnike, te stalnim usavršavanjem omogućiti kvalitetno i stručno održavanje i popravak. Zahtjevi koje svaka suvremena remontna djelatnost mora ispuniti su:

- visoka učinkovitost
- kvalitetan popravak
- niska cijena popravka

Učinkovitost popravaka sve više dobiva na značenju jer smanjuje vrijeme zastoja stroja te je danas uz kakvoću popravka osnovni zahtjev za remontnu djelatnost, posebice u poljoprivrednoj proizvodnji koja je vezana za agrotehničke rokove.

Kvalitetan popravak podrazumijeva takvo otklanjanje kvarova koje će omogućiti nastavak rada strojeva s visokom uporabnom pouzdanošću. To u znatnoj mjeri ovisi o

opremljenosti remontne radionice i stručnosti kadrova. Ocjena kvalitete neke remontne radionice ovisi o kakvoći popravka i razini do koje složenosti se kvarovi uspješno otklanjaju.

Uz porast složenosti poljoprivrednih strojeva i opreme, značajno raste i njihova nabavna vrijednost, što je u izravnoj vezi s cijenom popravka. Vrlo visoka cijena rezervnih dijelova nameće potrebu za njihovom maksimalnom uštedom. Ušteda rezervnih dijelova može se postići pravilnom uporabom strojeva, kvalitetnim servisno preventivnim održavanjem, konzervacijom i garažiranjem poljoprivrednih strojeva prije nastanka samog kvara, ali je i nakon nastanka kvara (tijekom popravka) također vrlo bitno voditi računa o uštedi rezervnih dijelova i na taj način smanjiti cijenu popravka. Velike uštede mogu se postići ako se u remontnim radionicama svestrano primjenjuju primjereni organizacijski i tehnološki postupci kao i suvremeni načini u obnovi i doradi istrošenih dijelova.

Osnovni cilj istraživanja je putem analize ustroja, rada i organizacije remontne radionice i svih njenih dijelova i odjela, utvrditi činjenično stanje te na osnovu zaključenog, usporediti zatečeno stanje s literaturnim navodima i preporukama te dati prijedloge mjera za poboljšanje ustroja, rada i organizacije iste.

## 2. PREGLED LITERATURE

Neprestano rastući broj stanovništva Zemlje sa sobom donosi nove izazove prenstveno po pitanju prehrane sve većeg broja ljudi te hrana postaje ograničeni resurs (Kovačević, 2003.). Sve ljudske potrebe nisu u cjelini zadovoljene ponajprije zbog toga što su raspoloživi proizvodni resursi ograničeni. Kako bi uspješnije zadovoljili potrebu za hranom, duhanom, tekstilnim i drugim sirovinama, poljoprivredni proizvođači moraju neprestano pronalaziti mogućnosti poboljšanja kakvoće i povećanja količine raspoloživih resursa te koristiti nove metode učinkovitijeg korištenja resursa zemlje, rada, kapitala i poduzetništva. Napredak tehnologije omogućuje proizvodnju većih količina dobara i usluga iz raspoloživih ograničenih resursa (Karić, 2002.).

Strojevi su postali suvremeniji, opremljeniji i tehnički složeniji. Upravo ta tehnička složenost rezultirala je većom produktivnošću strojeva, ali i njihovom većom nabavnom cijenom. Iz tog razloga strojeve je nužno što bolje iskoristiti. S tim u svezi, održavanje i popravak takvih strojeva mnogo je složeniji proces, te se u remontnoj djelatnosti moraju uvoditi novi postupci popravaka, koristiti suvremena oprema i prostor te visokostručni kadar. Remontna djelatnost mora pratiti napredak poljoprivredne tehnike te stalnim usavršavanjem omogućiti kvalitetno i stručno održavanje i popravak. Suvremena remontna djelatnost mora omogućiti kvalitetan popravak, visoku učinkovitost i nisku cijenu popravaka. Remontne radionice za popravak i održavanje poljoprivrednih strojeva osim što moraju udovoljiti zahtjevima visoke učinkovitosti, kakvoće i niskim cijenama izvršenih popravaka, moraju i geografski i na osnovi razine složenosti, kvalitetno pokrivati cijelo poljoprivredno područje. Sukladno tome, remontne radionice podjeljene su na priručne remontne radionice, središnje (specijalizirane) remontne radionice i pokretne servisne ekipe (Emert i sur., 1997.). Ove radionice, a posebno središnje (centralne, specijalizirane) remontne radionice, pružaju uslugu održavanja koje je, ovisno o odabranoj strategiji održavanja, korektivno ili plansko (preventivno i prediktivno). Korektivno održavanje je oblik održavanja koji se provodi nakon što se kvar već dogodio, a s ciljem da se sredstvo rada u što kraćem roku vrati u ispravno stanje kako bi moglo obavljati zahtjevanu funkciju (Majdandžić, 1999.). Istraživanja su

pokazala kako primjena korektivnog održavanja za posljedicu ima visoke troškove i produženo vrijeme zastoja opreme. Nasuprot ovoj metodi, postoji i prediktivno održavanje (održavanje po stanju) koje predstavlja mogućnost otkrivanja i predviđanja kvara tehničkog sustava (Avdić i Tufekčić, 2007.) te preventivno održavanje koje provodi zadane zadatke u određenim vremenskim intervalima na tehnički ispravnim sustavima, nužne za izbjegavanje kvara tehničkog sustava (Plaščak i sur., 2010.). Prediktivno održavanje ne bi bilo moguće bez metoda tehničke dijagnostike. Tehnička dijagnostika predstavlja tehničku disciplinu koja se bavi praćenjem stanja ispravnosti strojeva, uređaja i postrojenja. Dijagnostički nadzor omogućuje uvid u stanje opreme pomoću različitih metoda mjerenja karakteristika tehničkog sustava ili zasebnog dijela tehničkog sustava (Janković i Duboka, 1984.). Cilj dijagnostike je utvrditi stanje sustava ili dijela sustava bez njegovog demontiranja (rastavljanja), a poželjno je i bez zaustavljanja (Kondić i sur., 2013.). Ukoliko se simptomi kvara ustanove prije nego što dođe do otkaza funkcije opreme, aktivnosti održavanja mogu se provesti prije otkaza. U radnim uputstvima za dijagnostički pregled se navode kriteriji dozvoljenog i nedozvoljenog stanja, odnosno definiraju se dozvoljeni rasponi tehničkih indikatora ispravnosti. Na temelju dobivenih, izmjerenih parametara i propisanih dozvoljenih raspona tehničkih indikatora ispravnosti, može se ustanoviti stanje opreme koje se ovisno o rezultatima, karakterizira kao „dobro“, „zadovoljava“ ili „loše“ (Novinc i Halep, 2010.).

Održavanje opreme je interdisciplinarna aktivnost koja uključuje stručnjake iz područja strojarstva, elektrotehnike, elektronike i drugih znanstvenih grana kako bi osigurala najkvalitetnije moguće održavanje kao i mogućnost razvoja, modernizacije i rekonstrukcije već postojeće opreme. Održavanje tehničkih sustava utječe na njihovu pouzdanost. Ono povećava njihovu produktivnost, a smanjuje broj kvarova, što znači da povećava učinkovitost samih tehničkih sustava. Ovo dalje implicira manje troškove proizvodnje (Plaščak i sur., 2010.) Kako navodi Belak (2005.), cilj održavanja je postizanje maksimalne raspoloživosti sredstava za rad uz što niže troškove održavanja. Dakle ključno pitanje pravilne organizacije održavanja je kako ukupne troškove svesti na najmanju moguću mjeru. Zastoji u radu (proizvodnji) zbog neispravne opreme mogu uzrokovati velike gubitke. Gubici su svi prekidu u radu tj. vrijeme kada agregat (oprema) tijekom radnog dana ne radi (Brkić i sur., 2005.). Nerazumna štednja na troškovima

održavanja redovito donosi nepotrebne gubitke u proizvodnji i štete na sredstvima za rad (opremi). Međutim, i druga krajnost može značiti neracionalno ponašanje. Naime, skupa organizacija održavanja (prevelik kapacitet, prevelik broj zaposlenih održavatelja) koja nije pravilno iskorištena donosi nepotrebne troškove. Smanjenje ukupnih troškova postiže se određivanjem optimalnog odnosa između gubitaka zbog kvarova i troškova poduzimanja mjera preventivnog održavanja na temelju podataka iz ranijeg poslovanja, te od drugih korisnika ili proizvođača opreme. Optimalna se strategija održavanja može definirati i pomoću simulacije na temelju podataka o troškovima i radnom vijeku sredstava (Karić, 2002.).

Prvi korak pri izgradnji ili dogradnji remontnih radionica je definiranje projektnog zadatka i s tim u svezi izrada idejnog projekta. Značajnu ulogu u tom poslu moraju imati inženjeri poljoprivredne mehanizacije (rukovoditelji radionice). Oni moraju odrediti sve potrebne zahtjeve (prostor, prostorni razmještaj, opremu, radna mjesta, infrastrukturu itd.), a preduvjet za to su ranije definirani tehnološki postupci pri popravku poljoprivrednih strojeva, tehnologija remonta te vrsta i broj strojeva koji će se održavati (Emert i sur., 1997.). Nakon iznad navedenih zahtjeva, potrebno je opremiti radionicu svim potrebnim alatima, instrumentima, uređajima, materijalima i ostalom opremom nužnom za aktivnosti održavanja (Kubik, 2007.)

Službu održavanja čine ured održavanja, radionica održavanja i skladište održavanja. Ured održavanja je mjesto gdje se kreiraju i arhiviraju dokumenti održavanja kao što su radni nalozi održavanja, kartice opreme, planovi održavanja, upute, crteži itd. Radionica održavanja realizira aktivnosti održavanja, a skladište održavanja je zaduženo za skladištenje rezervnih dijelova i materijala održavanja te alata za održavanje. Bez dostupnosti rezervnih dijelova i materijala održavanja nije moguće održavati opremu, te se u organizaciji obavezno vodi lista rezervnih dijelova i materijala održavanja potrebnih za održavanje pojedine opreme. Skladište rezervnih dijelova ima za cilj osigurati kontinuitet proizvodnog procesa, smanjiti trajanje zastoja, povećati učinkovitost održavanja i raspoloživost opreme, a samim time i profit organizacije (Vasić i sur., 2006.). Ured održavanja, uz ranije navedeno, provodi i planiranje i programiranje održavanja. Razlika između planiranja i programiranja održavanja je u tome što je plan održavanja odgovor na pitanje što i kako raditi, a program (raspored) je odgovor na

pitanje kada i tko će raditi. Planom održavanja se definiraju aktivnosti održavanja, a programom se određuje kada će se te aktivnosti realizirati (Brdarević i Halep, 2012.).

Sve navedeno ne bi imalo nikakvog smisla ako unutar same organizacije ne bi radio stručni i za određene funkcije osposobljeni i obučeni radni kadar. Nužno je provoditi obuke radnog kadra kako bi se pratio razvoj novih tehnologija, kako bi se unaprijedila stručnost i vještine, poboljšala efikasnost, moral i motivacija zaposlenika (Jeremić i sur., 2008.). Obuku polaze kako radionički radnici (majstori), tako i rukovoditelji radionica i ureda održavanja. Rukovođenje je najteži menadžerski proces, jer podrazumjeva upravljanje ljudima i upravljanje procesima pomoću ljudi. Iz tog razloga izuzetno su bitne karakteristike rukovoditelja (menadžera) u održavanju. Dobar rukovoditelj prije svega treba biti stručan u svom području, biti emocionalno inteligentan, postupati pravedno i sukladno kako zakonskim propisima tako i aktima organizacije u kojoj radi te treba imati dobre komunikacijske i organizacijske vještine. Emocionalna inteligencija je sposobnost upravljanja vlastitim i tuđim emocijama (osjećajima) te ispravnog shvaćanja istih. Također, rukovoditelj mora znati i slušati i zapovjedati, te pravilno izvršavati zadatke koje je dobio od nadređenih kako bi organizacija ispravno funkcionirala, bez da ga oni moraju nadgledati (Adamović i sur., 2008.). Samo kada su zadovoljeni kriteriji u svim navedenim područjima, stvoren je preduvjet za kvalitetno poslovanje.

### 3. MATERIJAL I METODE

U neimenovanoj organizaciji koja se bavi održavanjem i popravkom poljoprivrednih strojeva proveden je audit održavanja kako bi se utvrdilo činjenično stanje u organizaciji te kako bi se na osnovu dobivenih informacija moglo doći do zaključaka pomoću kojih će se dati smjernice za poboljšanje rada i poslovanja te iste organizacije. Prilikom ovakve vrste istraživanja potrebni su olovka i papir te unaprijed kreiran upitnik za audit održavanja. Naravno, nužan je i kontakt s nekim od rukovodećih ljudi organizacije koji je vrlo dobro upućen u poslovanje iste te može dati informacije potrebne za uspješno provođenje audita. Istraživanje se zasniva na metodi snimanja zatečenog stanja i intervjua (anketiranja) nadležne osobe (ili osoba).

Pojam „audit“ ima korijen u latinskoj riječi „*auditus*“ sa značenjem „ja slušam“. Audit se provodi u cilju ocjene (evaluacije) rada pojedinaca ili organizacija, a najviše se primjenjuje u računovodstvu. Audit održavanja se provodi u cilju evaluacije funkcije održavanja u organizaciji. Audit održavanja se provodi u četiri koraka:

1. priprema upitnika za audit,
2. intervju ključnog osoblja prema pripremljenom upitniku,
3. analiza rezultata intervjua i
4. kreiranje izvještaja o auditu.

Pri snimanju stanja treba što realnije i nepristrano dokumentirati postojeće, zatečeno stanje. Upitnik za audit prikazuje se tablično. Odgovor na svako pitanje se ocjenjuje ocjenama u skali 1-5 ili 1-10 te se sumiranjem ocjena po svim pitanjima dobije skupna ocjena održavanja.

Na neka pitanja audita odgovor je vrlo kratak ili ga u slučaju kada je tražena informacija povjerljivog karaktera, tj. kada se karakterizira kao poslovna tajna, uopće nema.

## 4. RAZVOJ ODRŽAVANJA TEHNIČKIH SUSTAVA

Začeci održavanja tehničkih sustava kakvo poznajemo danas prvi puta se aktualiziraju pojavom prvih parnih strojeva i njihovom uporabom (eksploatacijom) u proizvodnim pogonima i prometu. Prvi su tehnički sustavi zahtjevali stalnu brigu i nadzor za vrijeme eksploatacije kako bi ispravno funkcionirali, a tu su zadaću obavljali proizvođači pojedinih tehničkih sustava ili sami korisnici, odnosno rukovatelji. Vremenom, tehnički sustavi postajali su sve kompleksniji (lokomotive, tekstilni strojevi, itd.) te su zahtjevali sve kompetentnije osoblje koje će ih održavati. Tako se u tvornici automobila Henryja Forda početkom 20. stoljeća prvi puta spominje termin „*Maintenance man*“, tj. djelatnik ili stručnjak održavanja čiji je osnovni zadatak bio održavanje strojeva u ispravnom stanju.

Održavanje se počinje ozbiljno razvijati kao samostalna djelatnost i posebna struka nakon Drugog svjetskog rata u SAD-u gdje se prvi put spominje pojam „*preventive maintenance*“, tj. preventivno održavanje tehničkog sustava. Gotovo stoljeće nakon početka održavanja tehničkih sustava kao zasebne djelatnosti, možemo zaključiti kako se ono razvijalo usporedno s razvojem samih tehničkih sustava. Do polovice prošlog stoljeća, dominiralo je korektivno održavanje (svi su se radovi održavanja izvodili nakon što se kvar tehničkog sustava već dogodio), a nakon kraja Drugog svjetskog rata prevladava plansko (preventivno i prediktivno) održavanje. Kod preventivnog održavanja aktivnosti održavanja obavljaju se prije pojave kvara po unaprijed definiranim i napisanim planovima radova kao što su preventivni pregledi, plansko podmazivanje, planski popravci, planske izmjene pojedinih dijelova itd. Razvojem dijagnostičke opreme, a posebno njezine prijenosne verzije, početkom sedamdesetih godina prošlog stoljeća, razvija se prediktivno održavanje ili „održavanje po stanju“ kojeg možemo uvrstiti u preventivni oblik održavanja. Osnovna značajka ovog pristupa održavanju je što se aktivnosti održavanja također obavljaju prije nastanka kvara, ali obujam radova definira se prema stanju tehničkog sustava utvrđenom nakon provedene dijagnostike, a ne kao kod preventivnih popravaka gdje su aktivnosti bile unaprijed definirane bez obzira na stanje tehničkog sustava. Kod takvog pristupa održavanju, dijagnosticiraju se zadane

veličine parametara za vrijeme eksploatacije tehničkog sustava u određenim, unaprijed propisanim vremenskim intervalima ili u ciklusima, nakon određenog broja radnih sati ili broja prijeđenih kilometara itd.

Danas se ulažu značajni naponi u razvoj i usavršavanje proaktivnog održavanja koje bi zahvaljujući ubrzanom razvoju znanosti i tehnologije, a posebno dijagnostičkih uređaja i softvera, omogućilo identifikaciju dijela na tehničkom sustavu ili određenih uvjeta koji pogoduju kvaru, pa bi se njihovim pravovremenim otklanjanjem spriječila pojava kvara - odnosno smanjila vjerojatnost pojave kvara.

## 5. DEFINICIJA I ZADACI ODRŽAVANJA

Naziv „organizacija“ prema međunarodnom standardu „ISO 9000:2002“ podrazumjeva grupu ljudi i objekata s ustrojenim međusobnim odnosima, odgovornostima i ovlaštenjima. Dakle, tvornica, tvrtka, poduzeće itd., su primjeri organizacije. U svakoj organizaciji nameće se potreba za održavanjem sredstava, odnosno opreme. U literaturi postoji više definicija održavanja, ali za najrelevantniju se može smatrati definicija po standardu „EN13306:2001 Maintenance Terminology“, koja kaže da je održavanje kombinacija svih tehničkih, menadžerskih i administrativnih postupaka tijekom vijeka trajanja nekog elementa s ciljem vraćanja ili zadržavanja stanja elementa u stanje u kojem može izvoditi zahtijevanu funkciju.

### 5.1. Zadaci održavanja

Postoji više djelatnosti održavanja, a najviše su zastupljene održavanje vozila, plovila i letjelica, održavanje poljoprivredne mehanizacije, održavanje informatičkih sustava i opreme, medicinske opreme, održavanje strojeva i industrijske opreme, kućanskih aparata, prometnica, naoružanja i vojne opreme, zelenih površina itd.

Općenito govoreći, osnovna zadaća održavanja je postizanje maksimalne raspoloživosti sredstava rada uz što niže troškove njihovog održavanja. Suvremene metode održavanja trebaju omogućiti:

- brzu i kvalitetnu uslugu održavanja,
- nisku cijenu popravaka,
- optimalnu raspoloživost i upotrebljivost održavanih sredstava rada,
- maksimalno iskorištenje resursa održavanja,
- optimalan vijek trajanja održavanih sredstava,
- minimalne zalihe rezervnih dijelova i materijala održavanja,
- vođenje dokumentacije održavanja,
- poduzimanje mjera za zaštitu na radu i
- dostizanje ekoloških standarda.

Osim gore navedenih ciljeva održavanja, specifične poslove i zadatke održavanja, kao što je vidljivo u tablici 1, možemo podijeliti u tri grupe: „čisto“ održavanje, inženjering i ostale poslove.

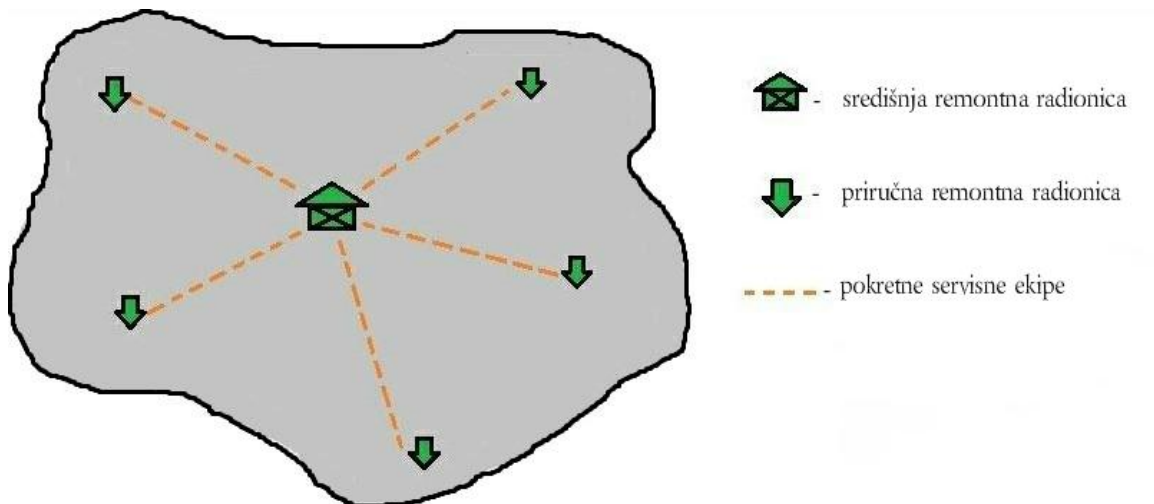
Tablica 1. Zadaci službe održavanja

| PODJELA            | SPECIFIKACIJA POSLOVA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| „ČISTO“ ODRŽAVANJE | <ul style="list-style-type: none"> <li>• plansko (preventivno i prediktivno) održavanje</li> <li>• korektivno održavanje</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                        |
| INŽENJERING        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• rekonstrukcija postojeće opreme i objekata</li> <li>• preuređenje postrojenja i objekata</li> <li>• dizajniranje, izrada, instaliranje i puštanje u pogon nove opreme i objekata</li> <li>• demontaža otpisane i zastarjele opreme</li> </ul>                                                                     |
| OSTALO             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• skladištenje rezervnih dijelova i materijala održavanja</li> <li>• skladištenje alata i instrumenata</li> <li>• vođenje dokumentacije održavanja</li> <li>• edukacija</li> <li>• briga o sigurnosti na radu</li> <li>• briga o ekološkim mjerama</li> <li>• proizvodnja i raspodjela energetske medija</li> </ul> |

Izvor: Brdarević i Halep, 2013.

## 6. ORGANIZACIJA REMONTNIH RADIONICA

Remontne radionice za popravak poljoprivrednih strojeva moraju ostvariti visoku učinkovitost i kakvoću popravaka te što niže cijene popravaka. Iz tog razloga vrlo je bitno osmisliti i uspostaviti pravilnu organizaciju, tj. mrežu remontnih radionica na određenom području. One moraju u skladu sa svojom složenosti i opremljenosti, te geografskim položajem, kvalitetno pokrivati cijelo poljoprivredno područje (slika 1.). Organizacija remontnih radionica, naravno, može prelaziti granice pojedinih poljoprivrednih regija te se u skladu s tržišnim potrebama razvijati i na širem geografskom području. Remontne radionice treba organizirati na tri razine:



Slika 1. Shema organizacije remontnih radionica (Izvor: vlastita shema)

1. Središnje (specijalizirane) remontne radionice – takve radionice obuhvaćaju širu geografsku regiju (npr. županiju ili sl.). Služe za popravke strojeva visoke tehničke složenosti kao što su popravci kombajna, složeniji popravci na traktorima i ostalim strojevima ili opremi.
2. Priručne remontne radionice – služe za popravke niže tehničke složenosti kao što su popravci plugova, drljača, prskalica, prikolica i sl. Takve su radionice smještene uz gospodarska dvorišta, a uz popravke priključnih strojeva, ondje se obavljaju i manji popravci na traktorima i kombajnim i tehnička zaštita

(konzervacija). Uz navedeno, takve radionice omogućuju i kvalitetno garažiranje strojeva izvan vremena njihove uporabe.

3. Pokretne servisne ekipe – obavljaju lake, jednostavnije popravke na strojevima, popravke uz agregatnu zamjenu, dijagnostička ispitivanja te servisno-preventivno održavanje.

## **7. OSNOVNE SMJERNICE PRI PROJEKTIRANJU I IZGRADNJI SREDIŠNJIH REMONTNIH RADIONICA**

Prilikom svake izgradnje, dogradnje ili adaptacije remontnih radionica, vrlo je bitno imati unaprijed osmišljen plan koji će voditi računa o svim zahtjevima koji se postavljaju na prostoru određene radionice. U praksi se često mogu susresti vrlo skupe i modernizirane radionice s vrhunskom opremom i tehnologijom, no vrlo nefunkcionalne iz razloga što se prije same izgradnje nije vodilo računa o raznim uvjetima bitnim za rad remontnih radionica. Osnovne smjernice pri projektiranju i izgradnji remontnih radionica iscrpno su opisali Emert i sur., 1997.

Isti autori navode kako je prvi i osnovni zadatak prilikom izgradnje ili dogradnje remontnih radionica definiranje projektnog zadatka, a s tim u svezi i izrada idejnog projekta. Značajnu ulogu pri tom zadatku moraju imati inženjeri poljoprivredne mehanizacije koji su upućeni kako pravilno i učinkovito rukovoditi remontnom radionicom. Oni moraju odrediti potrebni prostor za izgradnju, prostorni razmještaj radionica, vrstu i količinu potrebne opreme, broj radnih mjesta, infrastrukturu itd. Kako bi mogli odrediti sve te parametre, potrebno je unaprijed utvrditi tehnološke postupke pri popravku poljoprivrednih strojeva što znači da je potrebno definirati tehnologiju remonta te vrstu i broj potrebnih strojeva u odnosu na predviđenu količinu rada, iz čega proizlaze potrebni zahtjevi u pogledu površine potrebne za izgradnju remontne radionice, prostornog razmještaja pojedinih odjeljenja, infrastrukture itd.

Ukratko, pri osnivanju nove remontne radionice potrebno je ustrojiti sustav održavanja što podrazumjeva:

- definiranje strategije održavanja,
- definiranje organizacije održavanja i planiranje ljudskih resursa,
- klasifikaciju i kategorizaciju opreme,
- kreiranje planova održavanja i radnih uputstava,
- nabavku opreme za održavanje, uključujući softverske pakete,
- planiranje i nabavku rezervnih dijelova i materijala održavanja i
- realizaciju edukativnih projekata.

Pored do sada navedenog, potrebno je realizirati i niz drugih aktivnosti, kao što su mjerenje uspješnosti održavanja, planiranje radnih i skladišnih prostora, uvođenje sistema radnih naloga itd., ali te aktivnosti spontano slijede nakon ustroja sustava.

### **7.1. Odabir lokacije**

Prema Emert i sur. (1997.) pri projektiranju središnjih (centralnih) radionica potrebno je posebnu pažnju posvetiti odabiru geografskog položaja radionice jer ona pokriva šire područje na kojem se nalazi veći broj gospodarstava. Položaj takvih radionica treba biti optimalan s obzirom na geografski razmještaj okolnih gospodarstava kako bi se smanjili troškovi transporta strojeva na popravak. Vrlo je bitno u obzir uzeti i budući razvoj mjesta (naselja), kako radionica kroz određeno vrijeme ne bi smetala u njegovom eventualnom širenju. Što se tiče veličine tlocrtna površine središnjih radionica, potrebno je voditi računa o tome da se u budućnosti uz središnju radionicu mogu vezati i radionice za popravak osobnih automobila i transportnih sredstava jer se na taj način postiže bolja iskorištenost pojedinih specijaliziranih odjela, opreme i stručnih kadrova te o budućem razvoju organizacije (poduzeća), kako lokacija ne bi postala neadekvatna za prijem rastućeg broja strojnog parka. Najviše pažnje potrebno je posvetiti visini pojedinih odjela te njihovom razmještaju. Plan razmještaja odjeljenja je od krucijalnog značaja iz dva razloga:

- Razmještaj treba biti takav da se prazni hodovi unutar radioničkog kruga svedu na najmanju moguću mjeru.
- Razmještaj mora osigurati miran i kvalitetan rad svih odjeljenja jer u protivnom može doći do toga da rad jednog odjela ometa rad drugog odjela (npr. kovačnica smještena uz odjel za strojnu obradu).

## 7.2. Vanjska infrastruktura

Najbitnije stavke na koje se mora obratiti pažnja pri određivanju vanjske infrastrukture su:

1. Dobra povezanost radionice s prometnicama zbog jednostavnijeg i bržeg dolaska u radionicu ili odlaska iz radionice. Uz to, treba imati na umu velike gabarite pojedinih poljoprivrednih strojeva što znači da prometnice trebaju biti dovoljno široke i lako prohodne.
2. Unutar samog gospodarskog dvorišta treba voditi računa o protočnosti ulaska i izlaska strojeva, njihovom manevriranju unutar radioničkog kruga te premještanju iz jednog u drugi odjel. Veličina unutarnjih prometnica i parkirališta ovisi o broju i veličini strojeva, a sve površne unutar i oko gospodarskog dvorišta koje se ne koriste u neke predodređene svrhe, iz ekoloških razloga treba ozeleniti.
3. Vodovod i kanalizaciju gospodarskog dvorišta najbolje je vezati uz lokalnu infrastrukturu što je najisplativija i najjednostavnija opcija jer u protivnom je potrebno izgraditi vlastiti sustav čiji kapacitet ovisi o veličini prostora. Remontne radionice nisu veliki potrošači vode koja se osim za piće i u sanitarijama značajnije koristi samo u pranju i odmašćivanju strojeva dijelova. Tlak u vodovodnoj instalaciji trebao bi biti od 4 do 6 bara. Prilikom dimenzioniranja kanalizacije vrlo je bitno posebnu pažnju obratiti na dimenzioniranje kanalizacije iz praonice jer se ondje pojavljuju veće količine nečistoća nakon pranja strojeva. Iz tog razloga kanalizacijski sustav obavezno mora imati separator ulja zbog izdvajanja ulja iz otpadne vode koje u nju dospjeva nakon pranja podova, slučajnim prolijevanjem, pranjem strojeva ili dijelova itd. Nezaobilazan dio prilikom projektiranja kanalizacije čini uljna kanalizacija. Takav se sustav kanalizacije predviđa u radionicama u kojima se obavlja izmjena ulja strojeva. Pod radionice je izveden tako da se u njemu nalaze otvori u koje će se ispuštati ulje, a ti otvori su vezani na uljnu kanalizaciju koja pod nagibom od 2-3% slobodnim padom odvodi ulje do spremnika za ulje ukopanog u tlo izvan radioničkog prostora. Tako prikupljeno ulje može se prodavati rafinerijama ili koristiti za loženje.

4. Grijanje prostorija treba riješiti centralnom kotlovnicom na tekuće, kruto ili plinovito gorivo uz mogućnost korištenja i otpadnog ulja za loženje koje se skuplja uljnom kanalizacijom u podzemnim spremnicima. Grijanje radioničkih prostora rješava se kaloriferima, konvektorima, radijatorima ili pomoću plina, a ako se ne predviđa izgradnja kotlovnice, grijanje se odjela tada najbolje rješava termogenima na tekuće gorivo. Zbog potrebe za korištenjem zraka pod visokim tlakom za pokretanje pneumatskih alata, potrebno je u sklopu kotlovnice predvidjeti i centralni kompresorski odjel koji će omogućiti tlak zraka između 6 i 10 bara.
5. Izvore energije u sklopu gospodarskog dvorišta treba unaprijed definirati te se na osnovu potreba cjelokupne lokacije određuje količina potrebne električne energije i kapacitet trafostanice.
6. Telekomunikacije omogućuju dobru povezanost, kako s vanjskim subjektima, tako i povezanost odjela unutar gospodarskog dvorišta. Poželjna je ugradnja razglasnog sustava unutar radioničkog prostora kako bi se olakšalo izvještavanje i pozivanje osoblja.

### **7.3. Odjeli središnjih remontnih radionica**

Prema Emert i sur. (1997.) središnje ili centralne remontne radionice su radionice za popravak složenih strojeva i agregata. Zbog složenosti strojeva, popravci se obavljaju u pojedinim specijaliziranim odjelima radionice.

#### **a) Primarni odjeli:**

1. Vratarnica i primopredajna služba - uz redovite poslove vrataru, na ulazu u radionički krug obavlja se i zapisnički prijam i predaja strojeva i agregata. Prijam se obavlja putem primopredajnog zapisnika koji potpisuju osoba koja predaje stroj i osoba koja preuzima stroj na popravak. Jedan primjerak zapisnika odmah se daje osobi koja je predala stroj na popravak, a drugi ostaje osobi koja ga preuzima. Na ulazu u radionički krug većih remontnih radionica postoji primopredajna služba. Zapisničkim prijamom strojeva izbjegavaju se moguće nesuglasice koje mogu nastati ukoliko se taj postupak ne provede. U primopredajni zapisnik bilježe se osnovni podaci o stroju kao što su:

- vlasnik stroja,
- datum predaje na popravak,
- tip i proizvođač stroja,
- serijski broj motora,
- broj stroja ili agregata,
- kratki opis prijavljenog kvara i
- popis dodatne opreme (dizalica, alat i sl.).

2. Odjel za popravak kombajna - ovaj odjel služi za popravak kombajna i njihovu preadaptaciju s jedne na drugu kulturu (npr. s pšenice na kukuruz). Tehnologiju popravka kombajna najbolje je postaviti tako da se popravak odvija u fazama, pomičući kombajn od ulaza prema izlazu. Popravak započinje rastavljanjem i pranjem kombajna na ulazu (obavlja se fazno), a završava sastavljanjem i provjerom ispravnosti na izlazu iz radionice. Odjel treba biti protočan s ulaznim i izlaznim vratima širokim 8m, a visokim 4m. Tlocrtna površina odjela ovisi o broju kombajna za popravak, a visina do krovne zatege treba biti 5m. Potrebno je kvalitetno dnevno osvjetljenje radionice (najpovoljnije je krovno), a pod hale treba biti pod blagim nagibom prema sredini gdje se predviđa skupljanje otpadnih voda nastalih pri pranju. Materijal poda mora biti otporan na udarce i naftne derivate. U odjelu je poželjno predvidjeti i zračnu instalaciju, a zbog razmještaja električne instalacije potrebno je unaprijed definirati radna mjesta i opremu. Unutar samog odjela nužno je osigurati dovoljno prostora za unutarnju manipulaciju i prijenos sklopova viljuškarima, ručnim radioničkim kolicima, dizalicama i sl. Oprema ovakih odjela uključuje:

- radijalnu i stubnu bušilicu,
- aparate za električno i plinsko zavarivanje,
- radne stolove,
- sredstva za unutarnji transport i podizanje (transportni viljuškar, hidraulične ručne dizalice, prijenosna kolica itd.) i
- univerzalne i specijalne alate.

3. Praonica kombajna i traktora – služi za pranje kombajna, traktora, sklopova i dijelova. Ovaj je odjel korisno smjestiti tako da opslužuje odjel za popravak kombajna i odjel za popravak traktora. Ulazni se otvori u praonicu, umjesto vratima, zatvaraju

visećim plastičnim trakama (zavjesama), a pod i zidove unutrašnjosti praonice treba obložiti keramičkim pločicama. Također, pod mora biti pod blagim nagibom, a uz to je potrebno projektirati i kanalizaciju koja će odvoditi vodu i nečistoće. U praonici se predviđaju priključci na vodovod i strojevi za toplo pranje i odmašćivanje strojeva i dijelova. Po potrebi, moguće je i projektiranje prostora za postavljanje komorne praonice za pranje i odmašćivanje sitnijih strojnih dijelova. Uz do sada navedeno, potrebno je i kvalitetno riješiti ventiliranje prostora zbog vodenih para koje nastaju pri toplom pranju.

4. Odjel za popravak sklopova i agregata - ovaj odjel je smješten između odjela za popravak kombajna i odjela za popravak traktora te opslužuje oba. Pri projektiranju, ovaj je odjel nije potrebno posebno odvajati zidom od odjela za popravak kombajna i traktora nego ga je moguće predvidjeti samo kao tehnološku cjelinu. Radni kadar koji obavlja poslove u ovom odjelu mora biti vrlo stručan i osposobljen za obavljanje poslova uske specijalnosti. Svako radno mjesto mora raspolagati s dijagnostičkom i mjerno-kontrolnom opremom. Unutar samog odjela postoje specijalizirana radna mjesta za:

- popravak svih vrsta motora (uz univerzalni alat i radne stolove, postavljaju se i okretni stolovi za motore sa specijaliziranim alatom)
- popravak svih vrsta spojki (uz univerzalni alat i radni stol, postavlja se i uređaj za podešavanje spojki)
- popravak svih vrsta mjenjača, diferencijala i reduktora (uz univerzalni alat i radne stolove, postavljaju se i okretni stolovi za pričvršćivanje mjenjača)
- popravak hidrauličnih crpki, ventila i hidromotora (uz univerzalni alat i radne stolove postavlja se i uređaj za ispitivanje karakteristika ventila i crpki pri čemu se koriste specijalni alati.

5. Odjel za ispitivanje motora – u ovom se odjelu dijagnostičkim uređajima ispituju karakteristike motora radi utvrđivanja kvara ili kako bi se obavila završna provjera kvalitete popravka. Prostor ovog odjela treba izvesti tako da se postigne kvalitetna izolacija od buke koja nastaje pri kočenju motora. U odjelu se instaliraju hidraulične ili električne kočnice motora. Također, osobito je važno osigurati odvođenje ispušnih plinova motora iz prostorije fleksibilnim odvodom priključenim na ispušni kolektor motora.

6. Odjel za remont traktora – služi za popravak traktora. U odjelu je predviđen smještaj za traktore koji se rastavljaju, a sklopovi traktora koji su u kvaru odnose se na odgovarajuća specijalizirana radna mjesta gdje se obavlja njihov popravak. Nakon što su sklopovi popravljeni odnose se natrag i montiraju na traktor. Osim specijaliziranih popravaka, u odjelu se obavljaju i popravci koji ne zahtijevaju detaljno rastavljanje traktora. Tlocrtna površina odjela ovisi o broju traktora za popravak, ulazna vrata trebaju biti 4m široka i 2,5m visoka, a visina odjela do krovne zatege trebala bi iznositi 3m. Odjel treba biti protočnog tipa s kvalitetnim dnevnim osvjetljenjem te primarnom i sekundarnom rasvjetom, a podovi trebaju biti otporni na udarce i naftne derivate. Uz navedeno, unutar odjela je poželjno predvidjeti i instalaciju za zrak. Opremu odjela čine:

- radni stolovi,
- transportni viljuškar,
- transportna kolica i
- ručne hidraulične dizalice itd.

7. Skladište rezervnih dijelova i tehničke robe - smještaj skladišta treba biti optimalan u odnosu na ostale odjele u smislu da bude u relativnoj blizini odjela koji koriste najviše rezervnih dijelova. Ulazna vrata trebaju biti dovoljno velikih dimenzija kako bi se omogućio ulazak i izlazak manjih kamiona i istovar robe, a inače su 4m široka i 3m visoka. Zbog velikog protoka robe u skladište i iz njega, nužno je organizirati kompjutersku obradu i praćenje robe. U samom skladištu predviđa se prostor za skladišnu upravu, pultove za izdavanje i police za odlaganje robe.

8. Odjel za popravak transportnih sredstava - u ovom se odjelu popravljaju specijalna i univerzalna vozila za transport u poljoprivredi. Odjel treba biti protočnog tipa s ulaznim i izlaznim vratima 4m širine i 3m visine, a visina odjela do krova zatege treba iznositi 4m. Potrebno je kvalitetno riješiti dnevno osvjtljenje kao i primarnu i sekundarnu rasvjetu, a pod hale treba biti pod blagim nagibom prema sredini izrađen od materijala otpornog na udarce i naftne derivate. Razmještaj radnih mjesta potrebno je unaprijed utvrditi zbog postavljanja električne instalacije. Neizostavno je i projektiranje dva do tri kanala u podu odjela kako bi se jednostavnije mogli obavljati poslovi ispod vozila. Od posebne važnosti je i odvod ispušnih plinova koje proizvode vozila na popravku. U slučaju odjela za popravak kamiona, najbolje je projektirati centralni

ventilacijski sustav uzduž hale, na koji će se priključiti fleksibilna crijeva do motora kamiona s ulogom odvođenja ispušnih plinova motora do centralnog ventilacijskog sustava. Opremu ovog odjela čine:

- transportni viljuškar,
- transportna kolica,
- radni stolovi,
- hidraulične ili prenumatske ručne dizalice,
- stroj za reguliranje doboša kočnica,
- dijagnostički i mjerno-kontrolni instrumenti i
- univerzalni i specijalni alati.

b) Specijalizirani pomoćni odjeli

9. Odjel za popravak i podešavanje sustava za napajanje Diesel motora gorivom – služi za popravak i podešavanje crpki visokog i niskog tlaka te brizgaljki. Jedna od najbitnijih stavki prilikom projektiranja ovog odjela je osigurati jako dnevno osvjetljenje i vrlo kvalitetnu primarnu i sekundarnu rasvjetu, a zbog izuzetnih zahtjeva za čistoćom, podovi i zidovi moraju biti obloženi keramičkim pločicama. Uz to, odjel je potrebno kvalitetno ventilirati kako bi se otklonili produkti isparavanja goriva. Ovakvi odjeli trebaju sadržavati slijedeću opremu:

- radne stolove,
- probne stolove (jedan ili više) za provjeru crpki visokog tlaka,
- police za ispravne i neispravne crpke,
- mjerno-kontrolne i dijagnostičke instrumente,
- specijalne alate za popravak crpki,
- manometre za provjeru brizgaljki,
- specijalne uređaje za pranje dijelova i
- univerzalne i specijalne alate i opremu.

10. Odjel za popravak elektromotora - ovaj specijalizirani odjel služi za premotavanje rotora i statora elektromotora. Zahtjevan je kao i odjel za popravak i podešavanje sustava za napajanje Diesel motora gorivom, dakle, visoki su zahtjevi za kvalitetnom osvjetljenošću radnog mjesta i čistoćom. Oprema odjela:

- radni stolovi,

- police za odlaganje ispravnih i neispravnih elektromotora,
- uređaj za premotavanje rotora i statora,
- komora za pečenje laka žice i
- univerzalni i specijalni alati.

11. Tehnički uredi - to su prostori za rukovoditelje odjela i tehničko-operativnu pripremu.

12. Kuhinja i restoran, sanitarije, tuš-kupaonice i garderobe - služe za potrebe uposlenih. U sastavu takvih objekata moguće je projektirati centralnu kotlovnicu, a oko objekta je poželjno predvidjeti zelene površine.

13. Električarski odjel – u ovom odjelu obavljaju se popravci električnih uređaja, signalizacije i električne instalacije na poljoprivrednim strojevima, a najbolje ga je postaviti tako da sa što manje praznog hoda opslužuje primarne odjele. Kao i kod većine drugih odjela, naglasak je na osiguravanju kvalitetnog dnevnog osvjetljenja kao i primarne i sekundarne rasvjete, a zbog smanjenja troškova grijanja poželjno je predvidjeti laki viseći strop. Razmještaj električne instalacije unaprijed traži definiranje i razmještaj radnih mjesta i opreme, a pod i zidove treba izvesti tako da udovoljavaju lakom održavanju zbog čistoće odjela. Oprema ovog odjela je:

- mjerno-kontrolni instrumenti,
- univerzalni uređaj za ispitivanje električnih pokretača, dinamama, alternatora, kondenzatora, regulatora napona i sl.,
- minijturna glodalica za popravak i čišćenje utora rotora,
- minijturni tokarski stroj za tokarenje rukavaca ležaja i električnih agregata i
- univerzalni i specijalni električarski alati.

14. Odjel za obnovu (regeneraciju) strojnih dijelova - to je specijalizirani odjel u kojem se obnavljaju ili regeneriraju istrošeni ili polomljeni strojni dijelovi. Tlocrtna površina odjela ovisi od obujma regeneracije i samoj vrsti postupka regeneracije, a visina odjela do krovne zatege treba biti 3m. Potrebno je unaprijed definirati raspored opreme zbog postavljanja električnih instalacija, podovi trebaju biti otporni na udarce, a bitno je i osigurati dobro dnevno osvjetljenje kao i primarnu i sekundarnu rasvjetu. Za zavarivačke poslove pri regeneraciji, potrebni su zavarivački stolovi sa zasebnom ventilacijom. To se postiže ventilacijskim zvonom ili fasadnim ventilatorom koji usisava

plinove zavarivanja i odvodi ih izvan radnog prostora. Uz odjel je potrebno predvidjeti i priručno skladište za sredstva za metalizaciju, elektrode za specijalna zavarivanja, specijalnu opremu itd. Opremu odjela za regeneraciju strojnih dijelova čine:

- univerzalni radni stolovi,
- radni stolovi za zavarivanje,
- radijalna bušilica,
- konzolna bušilica,
- tokarski stroj (samo za okretanje predmeta prilikom metalizacije),
- uređaj za električno zavarivanje,
- uređaj za plinsko zavarivanje,
- univerzalna bravarsko-zavarivačka oprema i
- specijalizirana oprema za regeneraciju.

15. Odjel strojne obrade - u ovom odjelu obavlja se izrada jednostavnijih dijelova u manjim serijama ili pojedinačno te dorada istrošenih dijelova. Visina odjela do krovne zatege treba biti 3m, a tlocrna površina ovisi o obujmu posla i vrsti poslova koji se obavljaju. Kako bi se osigurao ulaz i izlaz viljuškara, odjel treba biti povezan s primarnim odjelima pomoću dvokrilnih vrata odgovarajućih dimenzija. Već pri izradi idejnog projekta, zbog dimenzioniranja električnih vodova, potrebno je odrediti snagu elektromotora za pogon strojeva. Sam razmještaj strojeva unutar radnog prostora treba se unaprijed osmisliti zbog postavljanja električnih instalacija koje se u ovom slučaju postavljaju u pod odjela koji treba biti otporan na udarce. Uz navedeno, potrebno je osigurati izrazito dobro dnevno, primarno i sekundarno osvjetljenje. Zbog postavljanja težih dijelova na postolje strojeva, iznad strojeva je potrebno postaviti tračnicu s pokretnim vitlom ili električnom dizalicom. Strojevi odjela za strojnu obradu mogu se podijeliti u dvije skupine:

- a) univerzalni strojevi - služe za izradu jednostavnijih strojnih dijelova i doradu:
  - tokarski strojevi s rasponom šiljaka do 2,5m,
  - univerzalne glodalice,
  - poprečni strug,
  - brusilica za alate,
  - univerzalna stubna brusilica i

- univerzalna radijalna bušilica.

b) specijalni strojevi - koji služe za strojnu obradu dijelova motora, a to su:

- bušilica cilindara motora,
- brusilica cilindara za motore (stroj za honovanje),
- brusilica koljenastih vratila (radilica),
- bušilica kućišta motora ili ležaja koljenastog vratila,
- bušilica ležaja klipnjače,
- brusilica ventila,
- oprema za brušenje ili glodanje sjedišta ventila,
- horizontalna brusilica za glave i kućišta motora,
- mjerno-kontrolni instrumenti (mikrometri, komparatori, kalibri itd.),
- dodatna oprema za strojnu obradu (stezne glave, diobene ploče, linete itd.) i
- univerzalni alati i oprema.

16. Odjel limarije i bravarije - u ovom se odjelu izrađuju različita postolja, oplata, okviri, dijelovi kabina itd. Ovakav odjel može biti predviđen kao zaseban ili u sklopu montažnog odjela, npr. odjela za popravak transportnih sredstava. Visina odjela do krovne zatege treba biti 3m, a opremu koju sadrži čine:

- radni stolovi,
- radijalna bušilica,
- ručni stroj za savijanje lima,
- škare za lim,
- kružna pila za željezo,
- pneumatski alati (brusilice, ručne škare i sl.),
- stubna brusilica za rezanje profila i
- univerzalni i specijalni alati.

17. Stolarija - služi za izradu i popravak pojedinih dijelova radioničke opreme kao što su police, stolovi, ormari i sl, te za izradu i popravak pojedinih drvenih dijelova poljoprivrednih strojeva kao što su stranice i podovi prikolica, drvene letve motovila kombajna itd. Ovaj odjel se mora kvalitetno ventilirati i treba se poduzeti potrebne mjere protupožarne zaštite. Stolarski odjel treba sadržavati:

- stolarski stol,

- stroj za bušenje drveta,
- stroj za glodanje dasaka,
- kružnu pilu,
- tračnu stolarsku pilu i
- ostali univerzalni i specijalni stolarski alat.

18. Kovačnica - služi za ravnanje deformiranih okvira, postolja i sl., kao i za iskivanje i otkivanje pojedinih radnih dijelova poljoprivrednih strojeva. U kovačnici se predviđa kovačko vatrište s kvalitetnim odvođenjem plinova. Ukoliko se u kovačnici koristi kovački bat, nužno je propisno izvesti temelje koji svakako moraju biti potpuno odvojeni od poda kako se vibracije prilikom udaraca bata ne bi prenosili na konstrukciju zgrade. Kovačnica treba sadržavati:

- kovačko vatrište,
- panj s kovačkim nakovnjem,
- zračni ili perni kovački bat,
- stroj za savijanje gibnjeva i
- specijalne i univerzalne kovačke alate.

c) Dodatni pomoćni prostori

19. Odjel za formiranje i održavanje akumulatora - služi za skladištenje novih, još neformiranih akumulatora kao i popravak te skladištenje dopunjenih akumulatora. Najbitnija stavka prilikom izgradnje ovakvog odjela je predviđanje izrade svih površina radnog prostora (konstrukcija, podovi, zidovi) od materijala otpornog na sumpornu kiselinu ili zaštita materijala odgovarajućim presvlakama koje će udovoljiti tim uvjetima.

20. Odjel za pjeskarenje - zadaća ovog odjela je odstranjivanje korozije s dijelova i profila pomoću pijeska pod visokim tlakom. Obavezno je osigurati kvalitetnu zaštitnu odjeću i skafander za sve radnike koji obavljaju pjeskarenje kako bi se smanjio rizik od ozljeda na radu.

21. Skladište repromaterijala s rezaonicom - limovi, cijevi, različiti profili i ostali materijali potrebni za izradu pojedinih dijelova se odlažu u skladište, a uz skladište se smješta rezaonica s ekscentričnom i kružnom pilom te škarama za grubo krojenje lima.

22. Skladište regeneriranih dijelova i dijelova za regeneraciju - služi za pohranu regeneriranih dijelova kao i dijelova koji su predviđeni za regeneriranje.

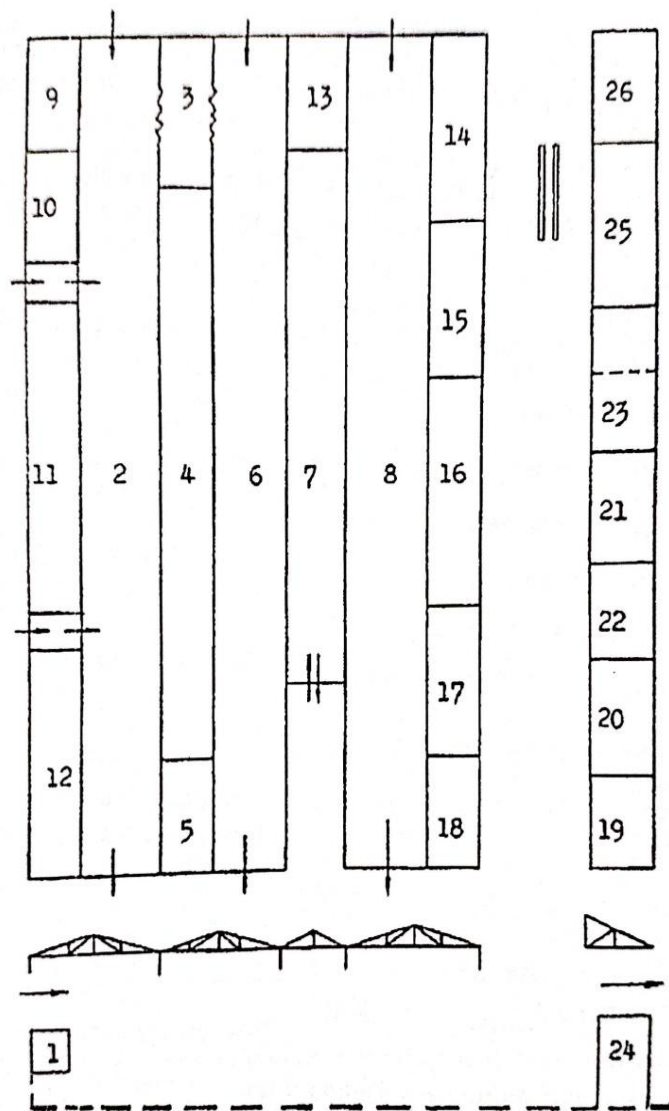
23. Skladište za gume - ovo se skladište izvodi zasebno zbog velikih gabarita guma koje se u njemu odlažu. Uz ovakvo skladište predviđen je i vulkanizerski odjel.

24. Skladište za ulja i maziva - izvodi se zasebno, a u njemu se odlažu ulja i maziva u različitoj ambalaži (npr. u bačvama ili limenkama). Uz skladište ulja postavlja se i crpka za opskrbu vozila gorivom.

25. Vanjska praonica - njezina se izgradnja predviđa u radioničkom dvorištu, po mogućnosti s nadstrešnicom, a služi za vanjsko pranje strojeva hladnom vodom. Moguća je i izvedba vanjske praonice zatvorenog tipa koja se uz neznatno zagrijavanje može koristiti i zimi.

26. Skladište otpadnog materijala - predviđa se u radioničkom dvorištu, a izvodi se s jednostavnim boksovima na tvrdoj podlozi. Uloga ovakvih skladišta je razvrstavanje i odlaganje različitog otpadnog materijala (limovi, neupotrebljivi akumulatori, neupotrebljive gume, strugotine itd.).

Svi do sada navedeni zahtjevi samo su osnovne smjernice na koje treba obratiti pažnju prije izvođenja radova izgradnje remontnih radionica. One ukazuju na to da ukoliko se zanemari unaprijed pomno planiranje svih odjela sa svojim specifičnostima i zahtjevima, usprkos velikim investicijama, nastat će odjeli koji nisu prilagođeni zahtjevima remontne djelatnosti. Isto vrijedi ne samo za izgradnju novih remontnih radionica, već i za dogradnju, proširenje ili veće adaptacije postojećih radioničkih prostora. Primjer razmještaja odjela središnje remontne radionice prikazan je na slici 2.



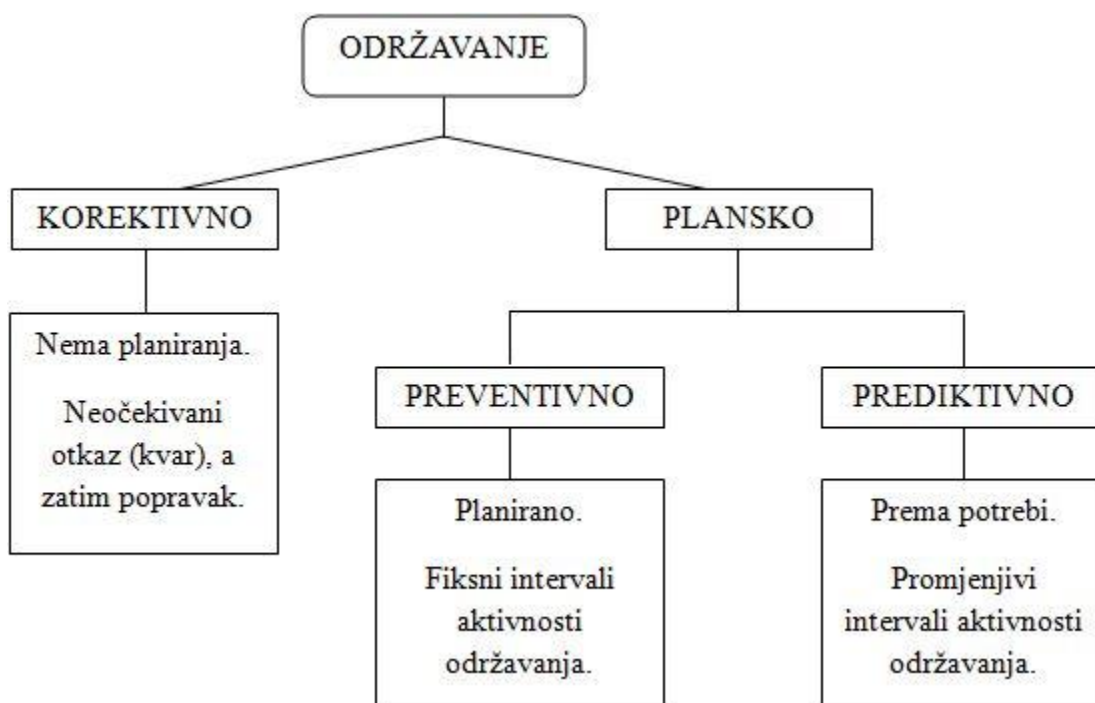
Slika 2. Shema tlocrta središnje remontne radionice  
(Izvor: Emert i sur., 1997.)

1. Vratarnica, portirnica
2. Odjel za popravak kombajna
3. Praonica kombajna, traktora i dijelova
4. Odjel za popravak sklopova i agregata
5. Odjel za ispitivanje motora
6. Odjel za remont traktora
7. Skladište rezervnih dijelova
8. Odjel za popravak transportnih sredstava
9. Odjel za popravak i podešavanje sustava za napajanje dizel motora
10. Odjel za popravak elektromotora
11. Tehnički uredi za rukovoditelje i tehničku operativnu opremu
12. Sanitarni odjel, kupaonice, tuševi
13. Električarski odjel
14. Odjel za obnovu (regeneraciju) strojnih dijelova
15. Odjel strojne obrade
16. Odjel limarije i bravarije
17. Stolarija
18. Kovačnica
19. Odjel za formiranje i održavanje akumulatora
20. Odjel za pjeskarenje
21. Skladištenje repromaterijala s rezaonicom
22. Skladište dijelova za regeneraciju i regeneriranih dijelova
23. Skladište za gume
24. Skladište za ulja i maziva
25. Vanjska praonica
26. Skladište otpadnog materijala.

## 8. STRATEGIJA ODRŽAVANJA

Pod pojmom strategija održavanja se podrazumijeva metoda upravljanja, koja se primjenjuje u svrhu realizacije ciljeva održavanja. U suvremenom održavanju u našim krajevima najčešće se primjenjuju dvije strategije (vrste) održavanja:

- korektivno održavanje i
- plansko održavanje (preventivno i prediktivno) (slika 3.).

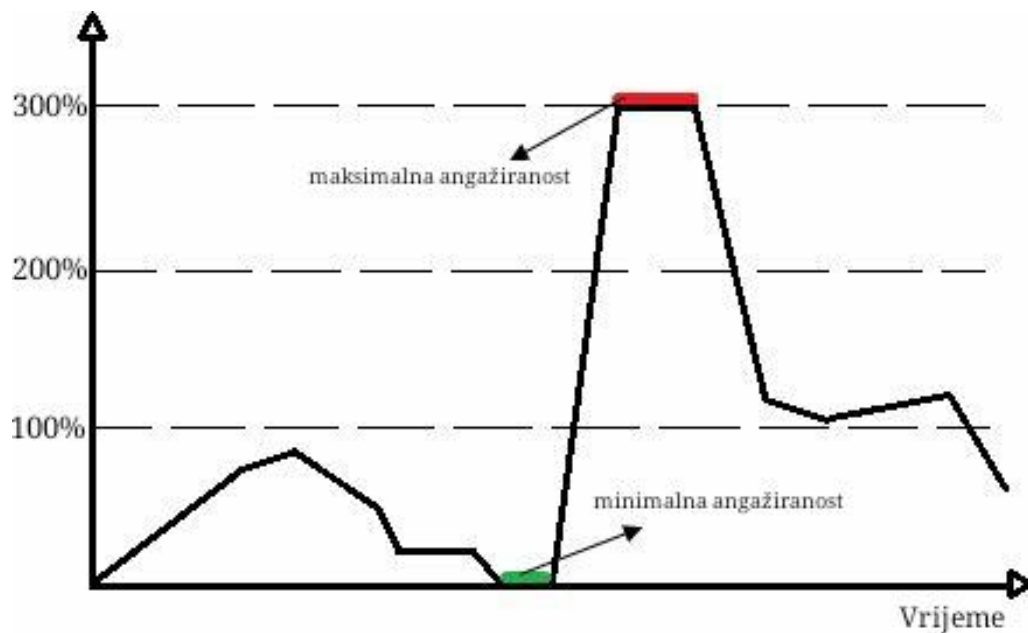


Slika 3. Shematski prikaz strategija održavanja (Izvor: vlastita shema)

### 8.1. Korektivno održavanje

Prema standardu „EN 13306:2001 Maintenance Terminology“, korektivno održavanje je oblik održavanja koji se provodi nakon što se kvar već dogodio, a s ciljem da se sredstvo rada (npr. traktor) u što kraćem roku vrati u ispravno stanje kako bi mogao obavljati zahtjevanu funkciju.

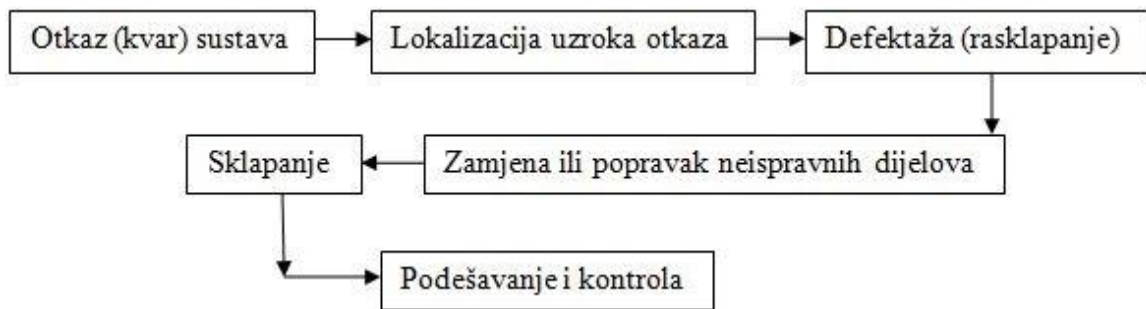
Primjena ovakvog tipa održavanja podrazumjeva da održavatelj čeka da se kvar dogodi, a tek onda pristupa sanaciji istog. U većini se slučajeva aktivnosti korektivnog održavanja obavljaju po hitnom postupku i bez programiranja jer se i sami kvarovi događaju neplanski i uglavnom u vrijeme kada su najmanje poželjni (kada je stroj maksimalno angažiran u obavljanju određenog posla).



Slika 4. Primjer dinamike rada (angažiranosti) održavatelja pri provođenju korektivnog održavanja (Izvor: vlastita shema)

Na slici iznad (slika 4.) prikazan je primjer vremenske ovisnosti angažmana održavatelja koji rade na poslovima korektivnog održavanja. Možemo primjetiti da su održavatelji u određenom trenutku bili angažirani sa čak 300% svog radnog kapaciteta. To znači da su u datom trenutku održavatelji radili danonoćno. Također, vidljivo je da u pojedinim trenucima održavatelji uopće nisu angažirani jer u datom trenutku nije bilo kvarova. Iz navedenog možemo zaključiti da se faze kada su zaposlenici preopterećeni opsegom poslova izmjenjuju s fazama kada su gotovo potpuno besposleni što smanjuje efikasnost iskorištenja radnih kadrova. Prednosti ovakvog sustava su najniža cijena održavanja i maksimalno iskorištenje sredstava rada jer se koriste dok god funkcioniraju.

Što se ostalih nedostataka tiče, potrebno je istaknuti da je time otežano planiranje, jer osim eventualno statističkih podataka, nije moguće znati kada će pojedini dijelovi sustava odnosno sustav u cjelini prestati s radom. To u suštini znači da je pouzdanost radnih sredstava smanjena jer u bilo kojem trenutku može doći do otkaza sustava i zastoja u radu. Kada dođe do otkaza sustava, postupak korektivnog održavanja po koracima je prikazan na slici 5:



Slika 5. Shema postupka korektivnog održavanja po koracima (Izvor: vlastita shema)

## 8.2. Preventivno održavanje

Preventivno održavanje je održavanje koje se obavlja u unaprijed određenim intervalima ili prema propisanim kriterijima s namjerom da se smanji vjerojatnost kvara ili degradacije funkcije sredstva. Dakle, preventivno održavanje podrazumijeva prevenciju, odnosno sprečavanje pojave kvara. Osnovni cilj je na raspolaganju imati sustave koji se nikada neće pokvariti, a iako je to u praksi gotovo nemoguće postići, periodičnim provjerama svojstava i funkcija sustava, može se minimalizirati mogućnost pojave kvara i zastoja u radu.

Pod preventivnim održavanjem smatramo redovite preglede, zamjenu dijelova za koje mjerenjem svojstava ili praćenjem degradacije utvrdimo da bi mogli otkazati, kontrolu ispravnosti instrumenata, podmazivanje, čišćenje i sl.

Prednosti ovakvog pristupa održavanju su jednostavnije planiranje (znamo u kojim će vremenskim intervalima biti održavanje) i što na taj način sustav održavamo pouzdanim i sigurnim. Neki od nedostataka su veći troškovi održavanja zbog učestalije

zamjene dijelova, a sustav je ujedno i vremenski manje raspoloživ zbog češćih pregleda pa je stoga manje i iskorištenje resursa sustava.

Preventivno održavanje može biti:

- a) Vremenski orijentirano - nakon isteka unaprijed određenog vremena, sustav se pregledava i servisira. Te se radnje mogu obavljati tjedno, mjesečno, godišnje ili u nekim drugim intervalima ako je tako propisano.
- b) Radno orijentirano - sustav se pregledava i servisira nakon što je radio određen vremenski period. Razlika u odnosu na vremenski orijentirano održavanje može se pojasniti sljedećim primjerom. Neka se izmjena ulja motora obavlja nakon svakih 500 radnih sati traktora. Recimo da je traktor u nekom kontinuiranom vremenskom razdoblju odradio 120 radnih sati, a ostalih 380 radnih sati kroz idućih 25 dana. Vremenski je prošlo više od 500 kontinuiranih sati, ali je traktor radio ukupno 500 sati, stoga se tek tada obavlja izmjena ulja.

### **8.3. Prediktivno održavanje ili održavanje prema stanju**

U funkcioniranju poslovnih sustava nužno je maksimalizirati vrijeme provedeno u radu jer rad donosi profit. Održavanje prema stanju podrazumijeva praćenje degradacije dijelova da bi se zamjenski dijelovi pripremili prije otkaza kako bi ih se moglo pravodobno i brzo zamijeniti. Metode koje se mogu koristiti za praćenje degradacije dijelova su infracrveno snimanje, mjerenje razine buke, temperature, vibracija itd.

Ovakvim pristupom održavanju, moguće je pravodobno reagirati i brže osposobiti sustav za rad. Potrošeno vrijeme je samo ono koje je utrošeno na sam popravak ili zamjenu neispravnog dijela. Osnovna prednost ovakvog održavanja se ogleda u većoj pouzdanosti i dostupnosti opreme (bolje iskorištenje resursa).

Osnovne karakteristike održavanja prema stanju su:

- izvodi se samo u slučaju potrebe,
- izvodi se prije nastanka neispravnosti (kvara) i
- broj korektivnih aktivnosti održavanja svodi se na minimum.

#### 8.4. Odabir strategije održavanja

Menadžment svake organizacije definira strategiju održavanja u datoj organizaciji vodeći računa o sljedeća četiri osnovna kriterija:

- postizanje zahtijevane raspoloživosti sredstava uz optimalne troškove održavanja,
- produženje vijeka trajanja sredstava i kvaliteta proizvoda uz optimalne troškove proizvodnje,
- uvažavanje zahtjeva sigurnosti na radu i ekoloških zahtjeva i
- uvažavanje zahtjeva o sigurnosti opreme.

Ključno je odrediti u kojoj će se mjeri primjenjivati strategija korektivnog, a u kojoj mjeri planskog (preventivnog i prediktivnog) održavanja. Kroz odabir strategije odlučuje se u kojoj mjeri će se provoditi održavanje nakon što se dogodi kvar, a u kojoj mjeri prije samoga kvara.

Ovisno o angažiranosti sredstava rada odabire se strategija održavanja. Ukoliko nije potrebna visoka raspoloživost sredstava, može se primjenjivati strategija korektivnog održavanja, a ukoliko se zahtjeva visoka raspoloživost i pouzdanost sredstava rada, tada se primjenjuje strategija planskog održavanja. Međutim, čak i ako se odabere strategija korektivnog održavanja kao primarna, plansko (preventivno i prediktivno) održavanje će biti u određenoj mjeri zastupljeno.

Prednosti primjene strategije planskog (preventivnog i prediktivnog) održavanja su:

- manji indirektni troškovi održavanja,
- bolje planiranje aktivnosti održavanja, rezervnih dijelova i materijala održavanja,
- duži radni vijek opreme,
- veća radna sposobnost opreme,
- bolje upravljanje proizvodnjom uslijed manjeg broja iznenadnih otkaza i
- kvalitetniji proizvod uslijed boljeg stanja opreme.

Nedostaci primjene strategije planskog (preventivnog i prediktivnog) održavanja su:

- veći direktni troškovi održavanja,
- troškovi uvođenja strategije u primjenu,
- mogućnost oštećenja opreme tijekom radova preventivnog održavanja i
- kako bi se realizirale, aktivnosti planskog održavanja zahtijevaju zastoje opreme.

Ukupno gledajući, možemo zaključiti da su prednosti primjene strategije planskog održavanja mnogo veće nego li njezini nedostaci. U suvremenoj praksi treba nastojati da udjel troškova korektivnog održavanja ne čini više od 30% ukupnih troškova održavanja.

Kako bi se odredilo koja strategija održavanja je najpovoljnija, prije izbora iste, može se napraviti proračun kod kojeg se u obzir uzimaju sljedeće stavke:

- troškovi održavanja (direktni troškovi),
- gubici u proizvodnji (indirektni troškovi) i
- troškovi koji nastaju usljed dodatnih oštećenja.

U troškove održavanja (direktne troškove) ubrajamo troškove rada, alata i materijala te rezervnih dijelova, a u gubitke u proizvodnji (indirektne troškove održavanja) ulaze svi gubici uzrokovani kvarovima kao što su npr. povećana potrošnja goriva, smanjenje kvalitete završnog proizvoda kao posljedice lošijeg rada stroja, gubici tržišta itd. U troškove koji nastaju usljed dodatnih oštećenja ulaze troškovi kao što je npr. uništenje osovine usljed kvara ležaja na osovini. Ukoliko se pravilno primjenjuje prediktivno održavanje, kvar na ležaju će biti pravovremeno otkriven te će biti zamjenjen samo ležaj, no ako se primjenjuje samo strategija korektivnog održavanja taj kvar neće biti uočen na vrijeme te će uz oštećenje ležaja doći i do oštećenja osovine ležaja koja će također morati biti zamjenjena što na poslijetku rezultira većim troškovima.

## 9. KLASIFIKACIJA I KATEGORIZACIJA OPREME

Sva oprema koja se održava mora biti popisana i klasificirana tj. u organizaciji mora biti ustanovljen registar (lista, popis) opreme. Popis i klasifikaciju opreme, u ovisnosti o tome kako je organizirano održavanje u organizaciji (centralizirano ili decentralizirano), obavlja rukovoditelj službe održavanja sa suradnicima iz ureda održavanja pri centraliziranoj organizaciji ili nadležni rukovoditelj odjela pri decentraliziranoj organizaciji održavanja.

Postavlja se pitanje što se podrazumijeva pod pojmom „oprema“ i kako istu klasificirati. Odgovor na pitanje što je oprema ovisi o tome što se održava. Npr., ako se održavaju alatni uređaji tada je jedan alatni uređaj (brusilica, glodalica, bušilica itd.) jedna oprema, a ako se održavaju motorna vozila tada je jedno vozilo (traktor, kombajn, kamion itd.) jedna oprema. Svakoj opremi se dodjeljuje njezin naziv (opis) i jedinstveni identifikacijski broj. Jedinstveni identifikacijski broj opreme nije isto što i inventurni broj. Inventurni broj određuje služba knjigovodstva, a broj opreme određuje služba održavanja. Klasifikacija i vođenje liste opreme može se obavljati ručno, ali to je dugotrajan i zamoran posao koji se stoga danas uglavnom obavlja računalnom primjenom softvera namjenjenih u te svrhe. Uobičajeni naziv za takve softvere je „CMMS“ što je skraćenica od „*Computerized maintenance management software*“ (softver za računalno upravljanje održavanjem).

Ako se lista opreme vodi pomoću „CMMS“ softvera, tada softver svakoj opremi pri unosu automatski dodjeljuje jedinstveni identifikacijski broj opreme. Ne smije se dogoditi da dvije različite opreme imaju isti broj. Koliko znamenki će imati jedinstveni identifikacijski broj opreme ovisi o veličini organizacije, a on treba biti u rasponu od četiri do osam znamenki. Broj opreme mora biti postavljen na vidno mjesto na opremi, a često sadrži i bar kod. Oznaka opreme se navodi na kvalitetnom materijalu kao što su metalne pločice preko kojih se kvalitetnom bojom upisuje broj ili se broj utiskuje u metalnu pločicu koja se potom čvrsto postavlja na neki dio opreme koji se neće mijenjati.

Oprema se klasificira na funkcionalne lokacije, tj. funkcionalne cjeline. Osim pojma „funkcionalna lokacija“, ponekada se koristi i termin „fizička lokacija“. Ovo u

suštini znači da iako se oprema može prenositi s lokacije na lokaciju, ona u datom trenutku može pripadati samo jednoj lokaciji (mogu joj se mijenjati funkcionalne cjeline, ali uvijek zadržava svoj opis i jedinstveni identifikacijski broj). Ilustrativno govoreći, funkcionalnu lokaciju možemo nazvati adresom stanovanja pojedine opreme, a njezin opis i identifikacijski broj njezinim imenom i prezimenom. Svaki odjel unutar organizacije ima svoju oznaku koja se navodi pri označavanju opreme kako bi se uvijek znalo gdje koja oprema pripada. Podjela na funkcionalne lokacije mora biti logična i svima lako razumljiva, dakle, nazivi funkcionalnih lokacija moraju biti kratki i jasni. Brojem 99 se obično označava funkcionalna lokacija na kojoj se vodi inaktivna oprema (oprema koja više nije u upotrebi). Inaktivna oprema je sva oprema koja iz bilo kojih razloga više nije u upotrebi bilo da je rashodovana, prodana, rastavljena u dijelove ili slično.

Za svaku se opremu vodi kartica opreme. Koji će podaci biti unijeti u karticu opreme ovisi o tome o kojoj je opremi riječ, ali osnovni podaci koje svaka kartica opreme mora sadržavati su naziv opreme, jedinstveni identifikacijski broj opreme, proizvođački broj opreme, datum kreiranja kartice te ime i prezime kreatora iste (slika 6.). Kartice opreme se mogu voditi ručno ali danas se najčešće vode pomoću računalnih sustava („CMMS“ softver). Osim funkcionalne lokacije opreme, na karticu je uputno navesti i podatak o kategorizaciji, odnosno kritičnosti opreme. Podjela opreme se obavlja u dvije do tri kategorije ovisno o njezinom značaju. Bitni faktori pri kategorizaciji opreme su:

- značaj opreme za rad cjelokupne organizacije,
- instalirana snaga opreme,
- učestalost kvarova na opremi,
- posljedice kvarova na opremi po ljude, okolinu i samu opremu,
- troškovi uzrokovani kvarom opreme i
- rokovi nabavke rezervnih dijelova.

Na osnovu nabrojanih faktora procjenjujemo značaj opreme, odnosno obavljammo njezinu kategorizaciju. Oprema čijim otkazom dolazi do prestanka rada cijele organizacije ili nekih od njezinih odjela, ima najviši značaj.

Prema ranije navedenim faktorima kategorizacije opreme obavlja se bodovanje svake opreme zasebno, a svaka oprema može dobiti najviše 100 bodova. Nakon što

ocijenimo svu opremu, ocjenu svake zasebne opreme dijelimo s ocjenom opreme koja je dobila najviše bodova. To znači da ćemo u slučaju ako oprema s najvišom ocjenom ima 78 bodova, ocjene svih ostalih oprema dijeliti sa 78. Na taj način za svaku opremu dobijemo skalu ocjena u rasponu od 0 do 1. Opremu iz raspona 0-0,4 svrstavamo u treću kategoriju, opremu iz raspona 0,4-0,7 u drugu, a opremu iz raspona 0,7-1,0 u prvu kategoriju.

Kritičnost opreme može se izraziti i pomoću formule:

$$\text{Kritičnost opreme} = (\text{vjerojatnost otkaza opreme}) \cdot (\text{posljedice otkaza opreme})$$

Vjerojatnost otkaza i posljedice otkaza opreme su faktori koji se unose u skali od 0,00 do 1,00. Npr. ako neka oprema otkazuje relativno često, njezina vjerojatnost otkaza je npr. 0,83. Recimo da su posljedice otkaza te iste opreme (ekonomske, ekološke i sigurnosne) ozbiljne te ih ocijenimo s npr. 0,92. Uvrštavanjem navedenih ocjena u iznad navedenu formulu, dobijemo kritičnost opreme u vrijednosti od 0,76 ( $0,83 \cdot 0,92 = 0,76$ ), što tu opremu prema ranije navedenoj kategorizaciji opreme svrstava u prvu kategoriju.

Kategorizacija opreme prema kritičnosti je vrlo bitna jer se na osnovu izvršene kategorizacije određuje:

- planiranje održavanja,
- planiranje alata za održavanje,
- planiranje rezervnih dijelova i materijala održavanja i
- planiranje edukacija i angažmana održavatelja.

Za najbitniju (najkritičniju) opremu se predviđaju detaljne aktivnosti preventivnog održavanja, nabavke rezervnih dijelova i materijala održavanja, nabavljaju se kvalitetni alati za održavanje takve opreme, a održavatelji se za potrebe održavanja iste valjano educiraju. Naravno, najbolji održavatelji biti će zaduženi za održavanje najbitnije opreme. U većini organizacija kategorizacija opreme se vrlo jednostavno provodi jer ljudi obično poznaju opremu s kojom rade i imaju jasnu predstavu koja je oprema bitna za nesmetan rad i učinkovitost te na temelju iskustva znaju koja oprema se često kvari.

Uz karticu opreme, obično su i sljedeći dokumenti:

- upute zaštite na radu,

- upute za rukovanje i održavanje,
- parametri podešenja opreme,
- planovi održavanja,
- hidrauličke, kinematske, električne i pneumatske sheme,
- lista rezervnih dijelova i materijala održavanja,
- lista servisa i isporučilaca rezervnih dijelova,
- povijest održavanja opreme i realizirani radni nalozi održavanja,
- softver opreme (ukoliko ga ima) i
- jamstveni listovi.

Većina ovih dokumenata se vodi elektronski, tj. pomoću računala, ali pojedini dokumenti se i dalje čuvaju isprintani na papiru te svaka oprema ima zaseban pretinac u koji se smještaju svi dokumenti koji pripadaju datoj opremi i instalacijski CD-ovi softvera ukoliko ga oprema sadrži. Međutim, dokumenti čije vođenje je propisano zakonskim odredbama kao što su npr. certifikati o ispitivanju i atestiranju se često vode odvojeno, a njihove fotokopije se arhiviraju sa ostalim dokumentima u spomenutom pretincu. Također, čest je slučaj da se originali svih dokumenata održavanja čuvaju odvojeno u drugoj prostoriji kako bi se izbjeglo eventualno gubljenje dokumenata. Naime tijekom intervencija održavanja, održavateljima se izdaju određeni dokumenti održavanja koji tijekom intervencije mogu biti izgubljeni ili čak i uništeni te se zbog toga originali dokumenata često čuvaju odvojeno kako bi bili na sigurnom.

Za svaku opremu vodi se povijest održavanja u kojoj se navode kako tehnički, tako i financijski podaci o aktivnostima održavanja opreme. Povijest održavanja čine svi radni nalozi održavanja date opreme u kojima su navedeni utrošeni radni sati te utrošeni rezervni dijelovi i materijali održavanja s njihovom cijenom kako bismo imali uvid u troškove održavanja opreme. Ukoliko je kvar na opremi uzrokovao zastoje opreme, tada se u radni nalog upisuje i trajanje zastoja.



Slika 6. Primjer skladištenja rezervnih dijelova i materijala održavanja u praksi  
(Izvor: vlastita fotografija)

## 10. ORGANIZACIJA ODRŽAVANJA

Službu održavanja čine:

1. ured održavanja,
2. radionica održavanja i
3. skladište održavanja.

Ured održavanja je mjesto gdje se kreiraju i arhiviraju dokumenti održavanja kao što su radni nalozi održavanja, kartice opreme, planovi održavanja, upute, crteži itd. Radionica održavanja realizira aktivnosti održavanja, a skladište održavanja je zaduženo za skladištenje rezervnih dijelova i materijala održavanja te alata za održavanje. Čuvanje i održavanje alata za održavanje često obavlja posebna organizacijska jedinica unutar službe održavanja – alatnica. Uz to, unutar radionice je moguće izdvojiti odjel za intervencije tako da su radnici koji na intervencije odlaze izvan radionice organizacijski izdvojeni.

Poduzeća se, prema kriterijima Europske Unije, dijele na mikro, mala, srednja i velika poduzeća. U mikro i malim poduzećima, rukovođenje poslova održavanja najčešće je povjereno jednom inženjeru ili tehničaru kojemu taj dio posla čini 30-50% radnog vremena, a ostalo vrijeme on obavlja druge poslove. Inženjeru ili tehničaru u takvim poduzećima obično je dodjeljeno nekoliko majstora održavatelja. U srednjim poduzećima, poslove održavanja rukovodi inženjer rukovoditelj održavanja uz pomoć suradnika koji su tehničari, a uz njega prema potrebi može biti još jedan inženjer. Velika poduzeća imaju veći broj održavatelja i mnogo manje angažiraju eksterne servise održavanja od malih i srednjih organizacija. Malim i srednjim poduzećima često je neisplativo imati vlastito osoblje i opremu za određene specijalističke aktivnosti održavanja jer im osoblje i oprema u tom slučaju ne bi bili optimalno iskorišteni dok se velikim poduzećima (organizacijama) isplati pribaviti opremu za specijalističke aktivnosti održavanja i educirati vlastite kadrove.

U smislu veće ili manje nadležnosti službe održavanja, unutar organizacije postoje tri koncepta održavanja:

1. decentralizirani koncept održavanja,

2. centralizirani koncept održavanja i
3. kombinirani koncept održavanja.

Decentralizirani koncept održavanja podrazumjeva da svaki dio organizacije ima svoju službu održavanja, a centralizirani koncept održavanja se temelji na tome da se organizira jedna zajednička centralna služba održavanja koja je nadležna za aktivnosti održavanja cijele organizacije. Decentralizirano održavanje je skuplje, ali i bolje rješenje održavanja jer se pri ovakvom konceptu održavanja postiže veća raspoloživost opreme i bolje iskorištenje kadrova. Često se primjenjuje i kombinirani koncept održavanja gdje su pojedine aktivnosti održavanja izvedene decentralizirano, a ostale centralizirano. Npr. čest je slučaj da se zbog pojednostavljenja i unapređenja funkcioniranja cijele organizacije organizira centralna radionica mehaničke obrade, centralni dijagnostički tim, centralna električarska radionica itd., a ostale aktivnosti održavanja imaju svoje zasebne, decentralizirane odjele. Svaku aktivnost održavanja treba odobriti i kontrolirati rukovoditelj održavanja.

Radionica održavanja obično se sastoji od dva odjela:

- odjel korektivnog održavanja i
- odjel planskog (preventivnog i prediktivnog) održavanja (slika 7.).



Slika 7. Struktura službe održavanja (Izvor: vlastita shema)

U odjelu korektivnog održavanja obavljaju se hitne, neplanske aktivnosti korektivnog održavanja. U ovaj odjel se raspoređuju najbolji i najiskusniji održavatelji koji moraju biti spremni obavljati najzahtjevnije probleme održavanja u bilo koje doba dana i u najizazovnijim uvjetima. Odjel preventivnog održavanja i održavanja po stanju (prediktivnog), treba biti spoj mladosti i iskustva, a to znači da u takvim odjelima zajedno rade mladi i neiskusni održavatelji koji još uče te vrlo iskusni održavatelji. Nakon što mladi održavatelji skupe dovoljno iskustva i znanja, prelaze u odjel korektivnog održavanja, a kasnije, u zreloj dobi, ponovno se vraćaju poslovima planskog održavanja. Postoje i kombinirana rješenja kada unutar jedne radionice koegzistiraju oba odjela – odjel korektivnog i odjel planskog održavanja.

Određeni dio poslova održavanja često se povjerava eksternim izvršiteljima. Kada je riječ o održavanju određene visokosofisticirane opreme kod koje nisu potrebne česte intervencije, nije isplativo educirati vlastiti kadar održavatelja već se za te aktivnosti angažiraju eksterni (vanjski) izvršitelji, tj. serviseri. Jedno vrijeme bila je zastupljena praksa da se svi poslovi održavanja koji nisu osnovna djelatnost organizacije povjere eksternoj organizaciji s kojom se sklapao višegodišnji ugovor o održavanju. Takva se praksa nije pokazala učinkovitom jer su se plaćanjem eksternih izvršitelja povisili ukupni troškovi organizacije pošto eksterne organizacije prvenstveno žele zadovoljiti svoje potrebe. Također, eksterni izvršitelji nisu zainteresirani raditi na poboljšanju održavanja jer kroz poboljšanja oni ostaju bez posla. Stoga se danas eksterni izvršitelji angažiraju uglavnom za određene specijalističke poslove i sporedne poslove održavanja kao što su održavanje zelenih površina i održavanje građevinskih objekata. Praksa angažiranja eksternih održavatelja na engleskom se jeziku naziva „*maintenance outsourcing*“ te je pojam „*outsourcing*“ ušao u upotrebu i na našem govornom području.

Najbitniji faktor na temelju kojeg se donosi odluka u kojoj će se mjeri angažirati eksterni izvršitelji radova je udjel troškova održavanja u ukupnim troškovima. Ondje gdje troškovi održavanja čine značajni udio ukupnih troškova, manje se angažiraju eksterni održavatelji, a obrnuto, gdje troškovi održavanja ne čine značajnu stavku u ukupnim troškovima, eksterni održavatelji se angažiraju u većoj mjeri. Stupanj angažiranosti eksternih održavatelja može se podijeliti na tri opcije:

1. angažiranje eksternih održavatelja prema vlastitom planu i programu održavanja,
2. angažiranje eksternih održavatelja prema njihovom planu i programu održavanja i
3. puno eksterno održavanje.

U prvoj opciji se eksterni održavatelji angažiraju za potrebe specijalističkih poslova, tijekom remonta, tijekom većih poslova i slično, uz puni nadzor vlastite službe održavanja. Planove i program (raspored) njihovog rada kreira vlastiti radni kadar. Prva opcija je minimalistička opcija gdje se eksterni održavatelji minimalno angažiraju. U drugoj opciji se eksterni održavatelji angažiraju na način da sami kreiraju planove i programe održavanja, a vlastita služba održavanja zadržava samo funkciju nadzora. Treća, maksimalistička opcija, je opcija pri kojoj organizacija uopće nema vlastitu službu održavanja već sve poslove koji ne spadaju u njezinu osnovnu djelatnost realizira eksterna organizacija sa svojim kooperantima. Osim navedene tri opcije, moguća su i prijelazna rješenja gdje se npr. funkcija planiranja održavanja zadržava u vlastitoj režiji, a funkcija programiranja je u nadležnosti eksternih izvršitelja.

### **10.1. Ured održavanja**

Ured održavanja je organizacijski odjel unutar službe održavanja čiji je zadatak, jednostavno rečeno, vođenje dokumentacije održavanja. U uredu održavanja kreira se i prijedlog plana budžeta održavanja, a isti usvaja menadžment organizacije. Za ured održavanja koristi se i naziv priprema održavanja.

U manjim organizacijama sve poslove ureda održavanja obavlja rukovoditelj službe održavanja koji eventualno može imati jednog ili dva suradnika. Međutim, već u srednjim organizacijama ured održavanja se organizira kao zasebni organizacijski odjel sa svojim rukovoditeljem koji je inženjer ili tehničar.

Broj zaposlenika koji rade u uredu održavanja se određuje prema broju održavatelja u radionici održavanja, uključujući i eksterne održavatelje, i to tako da na 15 radioničkih održavatelja dolazi jedan zaposlenik u uredu održavanja.

Zadaci ureda održavanja su:

- planiranje i nadzor realizacije budžeta održavanja,
- planiranje održavanja,
- programiranje održavanja,
- planiranje remonta,
- kreiranje, obrada, zaključivanje i arhiviranje radnih naloga održavanja,
- inspekcija održavanja i tehnička dijagnostika,
- izračunavanje indikatora učinkovitosti (performansi) održavanja,
- vođenje kartica opreme i ostale dokumentacije održavanja,
- poslovi nadzora izvođenja većih radova,
- planiranje rezervnih dijelova i materijala održavanja,
- planiranja alata, uređaja i instrumenata održavanja,
- izvanredno naručivanje rezervnih dijelova,
- konstruiranje (dizajniranje) rezervnih dijelova,
- konstruiranje (dizajniranje) nove opreme i rekonstruiranje (redizajniranje) stare opreme,
- planiranje kadrova održavanja,
- edukacija zaposlenika,
- provođenje FMEA i RCFA analiza i
- identifikacija problema koji uzrokuju velike troškove održavanja.

Prema svom obujmu, aktivnosti održavanja dijele se na:

- male (sitne) aktivnosti
- srednje aktivnosti
- velike aktivnosti.

Kriteriji za razgraničenje vrste aktivnosti ovisno o obujmu radova se razlikuju od organizacije do organizacije. Npr. može se uzeti kriterij da se u male aktivnosti ubrajaju aktivnosti za čiju realizaciju treba najviše 2 sata rada i čiji troškovi materijala nisu viši od 50 € (popravci natpisa i oznaka, otklanjanje naslaga korozije itd.), a u velike aktivnosti se ubrajaju aktivnosti održavanja za čiju su realizaciju potrebna sredstva iznad 50.000 €.

Radni nalozi za preventivno održavanje i radni nalozi za planiranu inspekciju i planirano tehničko dijagnosticiranje se kreiraju prema definiranim planovima aktivnosti,

najčešće automatski pomoću određenog „CMMS“ softvera. Za ostale aktivnosti održavanja uključivo i izvanredne inspekcije i dijagnostičke preglede, piše se zahtjev za održavanje ili obavijest o kvaru (slika 8.). Za hitne aktivnosti ponekada se nalog kreira nakon što je aktivnost već provedena. Obavijesti o kvaru pišu nadležni rukovoditelji odjela, a kreiraju se na temelju:

- izvještaja rukovatelja opreme,
- izvještaja dežurnog osoblja,
- izvještaja osoblja održavanja,
- izvještaja o dijagnostičkim pregledima i
- analize realizacije naloga održavanja.

Nadležni rukovoditelji dobivaju navedene dijagnostičke izvještaje i na temelju istih kreiraju obavijesti o kvaru. Ukoliko dođe do kvara koji zahtijeva hitnu reakciju održavatelja tada se otklanjanju kvara pristupa odmah, a obavijest se može napisati naknadno ali i u slučaju takvih hitnih aktivnosti piše se obavijest i ostala dokumentacija koja slijedi. Obavijest se najčešće piše pomoću „CMMS“ softvera premda se može pisati i ručno. „CMMS“ softver automatski pridružuje broj obavijesti. Nakon što zaprimi obavijest, osoba unutar ureda održavanja zadužena za kreiranje radnih naloga održavanja, kreira radni nalog održavanja i dostavlja ga nadležnom rukovoditelju na odobrenje. U načelu, na osnovu jedne obavijesti se kreira jedan radni nalog ali u izuzetnim situacijama se na osnovu jedne obavijesti kreira više radnih naloga. Odobravanje realizacije radnog naloga u pravilu obavlja rukovoditelj odgovoran za troškove održavanja. Pri centraliziranom održavanju odobrenje izvršenja radnog naloga obavlja rukovoditelj službe održavanja, a pri decentraliziranom održavanju odobrenje izvršenja radnog naloga obavlja rukovoditelj odjela i to tako da svaki rukovoditelj odobrava aktivnosti na svome odjelu. Rukovoditelj prije samog odobrenja naloga ima mogućnost tražiti da se obave izmjene u samom radnom nalogu, donijeti odluku da se aktivnost održavanja odgodi ili da se uopće ne realizira. Pojedine vrste radnih naloga kreirane na osnovu planova održavanja mogu biti izuzete iz procesa odobrenja što znači da se obavljaju bez odobrenja.

| <b>OBAVIJEST O KVARU – ZAHTJEV ZA ODRŽAVANJE</b>                                         |               |                        |                                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|------------------------|-----------------------------------|
| <b>Naslov:</b> Zamjena remena                                                            |               | <b>Broj:</b> 1025467   |                                   |
| <b>Kratak opis:</b><br>Na ventilatoru otprašivača je pukao remen te ga treba zamijeniti. |               |                        |                                   |
|                                                                                          | <b>Oznaka</b> | <b>Opis</b>            |                                   |
| <b>Funkcionalna lokacija</b>                                                             | 10            | Priprema sirovine      |                                   |
| <b>Oprema:</b>                                                                           | 510034        | Ventilator otprašivača |                                   |
| <b>Predloženi prioritet</b>                                                              | 1             | Urgent                 |                                   |
| <b>Datum</b>                                                                             | 25.04.2011.   | <b>Vrijeme</b>         | 11,31 h <b>Potpis</b> Ahmed Šuman |

Slika 8. Primjer obrasca obavijesti o kvaru (Izvor: Brdarević i Halep, 2013.)

Svaki zaposlenik, ukoliko uoči potrebu za određenom hitnom aktivnošću može pokrenuti istu. To znači da ako rukovatelj nekog stroja primjeti kvar na istome, dužan je o tome odmah izvjestiti nadležnog rukovoditelja. Nadležni rukovoditelj je u tom slučaju smjenski poslovođa ili bilo koji drugi rukovoditelj koji je najprije dostupan. U trenutku kada je obaviješten o potrebi hitne aktivnosti održavanja, nadležni rukovoditelj provjerava činjenično stanje, organizira moguće potrebne aktivnosti u cilju smanjenja štete i o kvaru obavještava poslovođu radionice korektivnog održavanja. Poslovođa radionice održavanja odmah organizira ekipu održavatelja i pokreće aktivnost čak i u slučaju kada još nije kreiran radni nalog. Pri ovome provjerava je li uistinu u pitanju hitna aktivnost. Poslovođa radionice održavanja tada obavezno izvještava rukovoditelja održavanja o pokretanju hitne aktivnosti i traži njegovu suglasnost u slučaju ako procijeni da zahtijevana aktivnost nije hitna.

Tablica 2. Stupnjevi prioriteta aktivnosti održavanja

| OZNAKA | OPIS                  |
|--------|-----------------------|
| 1      | Hitno                 |
| 2      | Što prije             |
| 3      | U roku od mjesec dana |
| 4      | U roku od godinu dana |
| 5      | Idući zastoj          |
| 6      | Idući remont          |

Izvor: vlastita tablica

Iz tablice 2 vidljivo je da postoji šest stupnjeva prioriteta aktivnosti održavanja. Prioritet 1 (hitno), imaju aktivnosti od kojih ovisi nastavak rada organizacije, ljudski životi, oprema, ali i one aktivnosti za koje je izuzetna prilika da se obave. Prioritet 2 imaju aktivnosti koje treba obaviti što prije, ali ipak nisu hitne. Npr. kvarovi koji nastanu tijekom noći, a može se pričekati jutro kako bi se počelo s njihovom sanacijom. Prioritet 3 imaju aktivnosti koje se mogu obaviti planski bez velike žurbe. Npr. ukoliko se pregledom stroja ustanovi da je neki ležaj pred otkazom, odnosno uočeni su početni simptomi otkaza ležaja, tada se planira zamjena tog ležaja najkasnije u roku od mjesec dana. Prioritet 4 se daje aktivnostima koje se obavljaju kada nema drugog posla. Npr. zaposlenicima određenog odjela može se zadati da počiste odjel kada nemaju drugog posla. Prioritet 5 se daje aktivnostima koje treba obaviti pri idućem planiranom ili neplaniranom zastoj, a prioritet 6 se daje aktivnostima koje se obavljaju tijekom remonta.

Obrazac radnog naloga najčešće se kreira pomoću „CMMS“ softvera. Sam dizajn obrasca razlikuje se od organizacije do organizacije, a u obrascu se navode sljedeći podaci:

- broj radnog naloga održavanja,
- naslov radnog naloga održavanja,
- kratak opis aktivnosti održavanja,
- lista potrebnih alata i instrumenata,
- upute zaštite na radu,
- odobrenja za rad,

- podaci iz obavijesti o kvaru (broj, datum, funkcionalna lokacija, oprema, prioritet, kontakt osoba),
- tip radnog naloga održavanja,
- datum kreiranja radnog naloga održavanja,
- ime i prezime kreatora radnog naloga održavanja,
- datum odobrenja radnog naloga održavanja i ime rukovoditelja koji je odobrio,
- lista operacija (zahvata, aktivnosti),
- popis rezervnih dijelova i materijala održavanja (otpremnicama materijala),
- potrebno stručno lice odgovorno za nadzor realizacije radnog naloga (da/ne),
- zapisnik o realizaciji radnog naloga održavanja i
- podaci o kontroli i zaključivanju radnog naloga održavanja.

Nigdje nije propisano, ali u većini organizacija se danas primjenjuje sljedeći sustav za označavanje tipova radnih naloga:

- *PM01* – radni nalozi za aktivnosti korektivnog održavanja,
- *PM02* – radni nalozi za planske velike i skupocjene zahvate održavanja,
- *PM03* – radni nalozi za preventivno održavanje i inspekcije,
- *PM04* – radni nalozi za aktivnosti održavanja organiziranog na osnovu inspekcija (održavanje po stanju),
- *PM05* – stalni radni nalozi koji se koriste za male (sitne) aktivnosti,
- *PM06* – radni nalozi za angažiranje održavatelja na poslovima u proizvodnji,
- *PM07* – radni nalozi za izradu i obnovu (reparaturu) rezervnih dijelova i
- *PM08* – radni nalozi za adaptaciju, rekonstrukciju, modernizaciju ili druge dogradnje na opremi.

Tako detaljan sistem radnih naloga s mnogo tipova je za većinu organizacija prekomplikiran stoga mnoge organizacije primjenjuju samo tri tipa radnih naloga:

1. *PM01* – radni nalozi za aktivnosti korektivnog održavanja,
2. *PM03* – radni nalozi za aktivnosti preventivnog i prediktivnog održavanja i
3. *PM05* – stalni radni nalozi koji se koriste za male (sitne) aktivnosti.

Tip naloga *PM01* se koristi za sve aktivnosti korektivnog održavanja bez obzira na visinu iznosa očekivanih troškova tih aktivnosti. Takvi nalozi u načelu imaju prioritet 1 ili 2 te se programiranje njihovog izvršenja ne radi jer se isti realiziraju odmah. Nalozi tipa

*PM03* se kreiraju za preventivno održavanje i inspekcije tj. za tehničku dijagnostiku opreme. „*CMMS*“ softver treba omogućiti kako ručno tako i automatsko kreiranje radnih naloga tip *PM03*. Automatsko kreiranje radnih naloga *PM03* se obavlja:

1. prema zadanim vremenskim intervalima odnosno ciklusima (npr. tjedno ili mjesečno),
2. na temelju stanja brojača ili drugih parametara (npr. brojač radnih sati ili brojač prijeđenih kilometara) i
3. u unaprijed zadanim datumima.

Ako se automatsko kreiranje naloga *PM03* obavlja na temelju stanja brojača, tada je potrebno osigurati unošenje podataka sa brojača u „*CMMS*“ softver. Podaci se mogu unositi ručno pri čemu „*CMMS*“ softver u zadanim intervalima (dnevno ili tjedno) treba podsjećati (alarmirati) rukovatelja da ažurira stanje brojača u „*CMMS*“ softveru. Također postoje „*CMMS*“ softveri koji mogu automatski, kontinuirano, očitavati podatke sa brojača. Bitno je napomenuti da osim stanja brojača i drugi parametri mogu poslužiti kao indikatori za automatsko kreiranje naloga *PM03*. Npr. ako oprema sadrži uređaj za mjerenje vibracija, može se planirati automatsko kreiranje radnog naloga održavanja kada vibracije dostignu zadanu razinu. Za svaku opremu se kreira dugogodišnji program (raspored) održavanja u koji se unose aktivnosti održavanja koje se obavljaju jednom u nekoliko godina. Te se aktivnosti dijele u dvije grupe:

1. odgodive aktivnosti i
2. neodgodive aktivnosti.

Primjer neodgodivih aktivnosti održavanja su npr. aktivnosti propisane zakonom kao što je npr. atestiranje opreme sa aspekta zaštite na radu, a primjer odgodive aktivnosti je zamjena ležaja koja se može odgoditi ako dijagnostička ispitivanja ležaja daju nalaz da je ležaj još uvijek upotrebljiv. Ovaj dugogodišnji program održavanja se unosi u „*CMMS*“ softver i pri tome se unesu točni datumi kada će biti kreirani *PM03* nalozi za obavljanje kako odgodivih tako i neodgodivih aktivnosti održavanja. „*CMMS*“ softver treba u zadanim periodima alarmirati rukovatelja u vezi svih aktivnosti iz dugogodišnjeg programa održavanja koje nisu relizirane i to svakodnevno za neodgodive aktivnosti, a polugodišnje ili mjesečno za odgodive aktivnosti.

Ako su u pitanju sitne aktivnosti održavanja kao što su npr. zamjena žarulje, dotezanje vijka i slično, za njih se otvara trajni radni nalog tipa *PM05*, tj. radni nalog za male aktivnosti održavanja. U načelu radni nalog tipa *PM05* se jednom otvori i ostaje otvoren do daljnjeg ali se smije koristiti isključivo za sitne aktivnosti. Takav radni nalog sadrži:

- broj radnog naloga održavanja,
- naslov radnog naloga održavanja,
- funkcionalnu lokaciju,
- tip radnog naloga održavanja,
- datum kreiranja radnog naloga održavanja,
- ime i prezime kreatora radnog naloga održavanja i
- datum odobrenja radnog naloga održavanja i ime rukovoditelja koji je odobrio nalog.

Poslovođa održavanja kreira otpremnicu materijala za potrebe realizacije radnog naloga *PM05* te evidentira radne sate utrošene na realizaciju takvih naloga. *PM05* radni nalozi u ukupnim troškovima održavanja ne bi smjeli imati veći udio od 3-5%. Po tom pitanju moguće je odrediti tjedni fiksni limit za troškove ovih naloga. Nalog tipa *PM05* se u načelu piše za funkcionalnu lokaciju.

U radne naloge se tablično unosi lista operacija (tablica 3.). U listu operacija se unose same operacije, izvršitelji aktivnosti, broj izvršioca, planirani radni sati i stvarno utrošeni (efektivni) radni sati za svaku aktivnost. U većini slučajeva planirani i efektivni radni sati se ne podudaraju ali razlika ne smije biti velika, a upute održavateljima (opis operacije) trebaju biti kratke i jasne.

Tablica 3. Primjer tabličnog prikaza liste operacija (aktivnosti) u radnom nalogu pri zamjeni elektromotora.

|    | Opis operacije                          | Izvršitelj  | Broj izvršitelja | Planirani radni sati (h) | Efektivni radni sati (h) |
|----|-----------------------------------------|-------------|------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1. | Otpajanje elektromotora sa napajanja    | Električar  | 1                | 1                        | 0,83                     |
| 2. | Demontaža starog elektromotora i spojke | Mehaničar   | 2                | 2                        | 2                        |
| 3. | Ispitivanje novog elektromotora         | Električar  | 1                | 1                        | 1                        |
| 4. | Montaža novog elektromotora i spojke    | Mehaničar   | 2                | 3                        | 3,25                     |
| 5. | Lasersko centriranje elektromotora      | Specijalist | 2                | 1                        | 1                        |
| 6. | Spajanje elektromotora na napajanje     | Električar  | 1                | 1                        | 0,83                     |

Izvor: vlastita tablica

Pri kreiranju liste alata i instrumenata potrebnih za realizaciju radnog naloga nije potrebno previše ulaziti u detalje već se navode samo najznačajnije stavke. Upute zaštite na radu također trebaju biti kratke i jasne. Za određene radove održavanja zakonski je propisano posebno odobrenje (radovi u visokonaponskim postrojenjima, radovi u prostorima ugroženim požarom i eksplozijom i sl.). Popis planiranih rezervnih dijelova i materijala održavanja se također navodi tablično.

Pri kreiranju radnog naloga treba vrlo pažljivo pristupiti planiranju rezervnih dijelova i materijala održavanja. „CMMS“ softver treba omogućiti uvid u trenutno stanje zaliha dijelova i materijala u skladištu i nedopustivo je krenuti u realizaciju radnog naloga bez da su na raspolaganju potrebni rezervni dijelovi i materijali. Pojedini „CMMS“ softverski paketi omogućuju i rezerviranje dijelova za određene aktivnosti (naloge), ali ako se obavlja valjano upravljanje rezervnim dijelovima i materijalima održavanja, rezervacije nisu potrebne jer u skladištu uvijek treba biti dostupna određena

minimalna zaliha. U slučaju kada se realiziraju značajnije aktivnosti održavanja, rukovoditelj održavanja osobno nadgleda ili eventualno određuje nekog stručnjaka iz ureda održavanja (obično inspektora održavanja) da nadgleda realizaciju aktivnosti. Planer pri kreiranju radnog naloga procjenjuje je li potreban nadzor i to unosi u nalog. Nakon što se izvrši realizacija radnog naloga potrebno je na isprintanom obrascu radnog naloga napisati zapisnik o realizaciji (izvještaj o zahvatu održavanja) kojeg ispunjava rukovoditelj grupe koja realizira radni nalog. Takav zapisnik o realizaciji navodi:

- trajanje zastoja održavane opreme u satima,
- trajanje zastoja proizvodnje u satima,
- je li bilo povreda ljudi uslijed kvara (da/ne),
- je li kvar štetio okolišu (da/ne),
- jesu li bili dostupni svi potrebni rezervni dijelovi i materijali (da/ne),
- datume početka i završetka realizacije radnog naloga,
- povratnice materijala,
- kratak opis obavljenih aktivnosti i
- zapisnik eksternih izvršitelja (ukoliko su bili angažirani).

Radni nalog se kreira u uredu održavanja i predaje poslovođa radionice održavanja na realizaciju. Poslovođa nalog predaje rukovoditelju grupe i od njega ga preuzima nakon realizacije pregleda i potpisuje, a zatim predaje nadležnom rukovoditelju održavanja koji je svojim potpisom odobrio izvršenje naloga te dotični rukovoditelj nakon pregleda naloga sa izvještajem potpisuje isti nakon čega se radni nalog vraća u ured održavanja gdje se vrši njegova obrada, zaključivanje i arhiviranje. Nakon realizacije nalog potpisuju:

1. rukovoditelj grupe koji je neposredno rukovodio radovima,
2. poslovođa radionice održavanja,
3. osoba koja je nadgledala realizaciju naloga (ukoliko se realizacija nadgledala),
4. rukovoditelj održavanja koji je odobrio realizaciju naloga i
5. planer koji vrši obradu, zaključivanje i arhiviranje naloga.

U većini službi održavanja rad je organiziran tako da jedan posao održavanja odradi jedna grupa održavatelja predvođena rukovoditeljem grupe, ali čest je slučaj da se neki posao održavanja radi u smjenama u cilju bržeg završetka istog. U tom slučaju na

realizaciji jednog radnog naloga radi više grupa (smjena). Ako je tako, svaka smjena u radni nalog treba upisati što je radila i to treba potpisati kako rukovoditelj grupe tako i smjenski poslovođa održavanja. U pojedinim organizacijama se koristi i poseban obrazac za smjenski izvještaj.

Vrlo je bitno obaviti kontrolu i analizu realizacije radnog naloga te eventualno donijeti odluke o poboljšanjima. Ovu kontrolu i analizu obavlja ured održavanja u suradnji s nadležnim rukovoditeljem koji je pokrenuo aktivnost održavanja. Podaci o realizaciji radnog naloga unose se u „CMMS“ softver, a on treba omogućiti:

- listu svih radnih naloga predmetne opreme u zadanom razdobljusortiranu po tipovima naloga,
- prikaz troškova održavanja predmetne opreme u zadanom razdoblju,
- trajanje zastoja predmetne opreme u zadanom razdoblju,
- trajanje zastoja proizvodnje uzrokovano zastojem predmetne opreme,
- broj ozljeda na radu uzrokovanih kvarom predmetne opreme i
- broj ekoloških incidenata uzrokovanih kvarom predmetne opreme.

Osim za pojedinačnu opremu „CMMS“ softver treba omogućiti i dobivanje navedenih podataka za listu opreme te pojedine funkcionalne lokacije.

Radni nalog prolazi tri faze:

1. kreiran,
2. odobren (u realizaciji) i
3. realiziran.

U načelu ured održavanja sve kreirane naloge printa u dva primjerka i oba primjerka potpisuje nadležni rukovoditelj. Izuzetak mogu biti nalozi tipa *PM03* koji se ciklično automatski kreiraju (dnevno, tjedno, mjesečno, godišnje) i nalozi *PM03* za neodgodive aktivnosti održavanja – oni se mogu realizirati i bez potpisa. Svi ručno kreirani *PM03* nalozi se obavezno moraju odobriti. Iz tog razloga, „CMMS“ softver mora omogućiti opciju označavanja koji nalozi tipa *PM03* trebaju, a koji ne trebaju odobrenje. Nakon potpisivanja, ured održavanja jedan primjerak naloga zadržava, a drugi predaje u radionicu na realizaciju. Realizirani radni nalozi se arhiviraju zajedno sa ostalom dokumentacijom date opreme, a vrijeme čuvanja radnih naloga u arhivi ovisi o opremi koja se održava. U većini organizacija je dovoljno čuvati naloge pet godina.

Bitno je navesti još jedan detalj vezan za realizaciju radnih naloga održavanja, a to je povrat neiskorištenih dijelova i materijala u skladište. Svi dijelovi i materijali koji se izuzmu iz skladišta za potrebe realizacije naloga, a koji se ne iskoriste moraju biti vraćeni i razduženi u skladištu. Popravljeni (reparirani) dijelovi se također vraćaju u skladište. Npr. ako se iz skladišta izuzme ispravan reduktor (ili bilo koji drugi dio) i ugradi pri popravku, reduktor koji je demontiran se popravi (ako je to isplativo) i razdužuje u skladištu. Bitno je osigurati kroz računovodstvo i „CMMS“ softver da se radni nalog održavanja rastereti za vrijednost polovnog dijela vraćenog u skladište ali takva aktivnost treba biti usklađena sa pozitivnim zakonskim propisima o računovodstvu.

Jedan od poslova koje obavlja ured održavanja jest i inspekcija (kontrola) održavanja i poslovi tehničke dijagnostike. Ako su u uredu održavanja angažirana četiri zaposlenika (rukovoditelj ureda i tri suradnika) tada je najbolje da se poslovi rasporede tako da jedan od suradnika bude zadužen za poslove tehničke dijagnostike i inspekcije, drugi za kreiranje radnih naloga i programiranje održavanja, a treći za planiranje održavanja.

Razlika između planiranja i programiranja održavanja se ogleda u tome što je plan održavanja odgovor na pitanje što i kako raditi, a program je odgovor na pitanja kada raditi i tko će raditi. Planom održavanja se definiraju aktivnosti održavanja, a programom se određuje kada će se te aktivnosti realizirati. U skladu s time, u većim organizacijama ured održavanja se dijeli u tri organizacijske jedinice:

1. odjel planiranja održavanja,
2. odjel programiranja održavanja i
3. odjel inspekcije održavanja.

Kada god je to izvedivo, funkciju planiranja treba odvojiti od funkcije programiranja. Ukoliko unutar ureda održavanja nije moguće organizirati dva različita odjela, tada treba angažirati dva zaposlenika – jednog za poslove planiranja, a drugog za poslove programiranja održavanja. Na poslovima planiranja se mogu angažirati i pripravnici koji će raditi pod nadzorom iskusnijih zaposlenika ili zaposlenici koji su odnedavna u organizaciji, dok na poslovima programiranja trebaju raditi iskusniji zaposlenici koji već dobro poznaju organizaciju u kojoj rade. Naziv radnog mjesta zaposlenika koji rade na poslovima planiranja i programiranja održavanja je „tehnolog održavanja“.

Ured održavanja izvještaje o dijagnostičkim pregledima dostavlja e-mailom svim nadležnim rukovoditeljima, a jedan primjerak izvještaja se printa za arhivu. Osim izvještaja o dijagnostičkim pregledima koje obavljaju dijagnostičari iz ureda održavanja, dostavljaju se i izvještaji o dijagnostičkim pregledima obavljenim od strane dežurnog osoblja i operatora (rukovatelja opreme) na isti način. Naravno, ako se uoči kvar koji traži hitnu intervenciju održavatelja, tada ured održavanja telefonskim pozivom ili na drugi način odmah izvještava nadležnog rukovoditelja.

Još jedan od važnih zadataka ureda održavanja su nabavke alata, instrumenata i strojnih uređaja te osobnih zaštitnih sredstava („OZS“) tj. opreme za zaštitu na radu. Opća osobna zaštitna sredstva kao što su npr. radna odijela, radna obuća i sl., obično nabavljaju stručnjaci zaštite na radu ali specifičnu zaštitnu opremu kao što su npr. visokonaponske rukavice za električare, zaštitne maske za zavarivače itd., nabavlja ured održavanja. Što se nabavke alata tiče, pogrešno je primjenjivati politiku štednje pri nabavci istih jer dugoročno gledano, jeftiniji alati će se pokazati skupljima zbog toga što su skuplji i kvalitetniji alati većinom dužeg životnog vijeka te se bolje isplati njihova kupovina. Međutim, postoje situacije i kada se ipak treba nabavljati jeftiniju opremu, a to vrijedi u slučaju kada se određeni alat jako rijetko koristi i zbog toga neće biti brzo istrošen stoga može biti nešto lošije kvalitete i niže cijene. Kada je u pitanju nabavka sofisticirane opreme jako je bitno odabrati dobavljača s dobrom postprodajnom podrškom kupcima i svakako to treba biti stabilna tvrtka za koju se može očekivati da će stabilno raditi u razdoblju dok se koristi njezin proizvod. U pojedinim državama postoji zakon koji proizvođače obvezuje pružati postprodajnu podršku zadani broj godina nakon prodaje proizvoda. Postprodajna podrška obično uključuje garantiranu isporuku rezervnih dijelova, mogućnost održavanja u ovlaštenim servisima, pružanje savjeta za održavanje i eksploataciju itd. Registracijom opreme kod proizvođača iste, često se stiču razne pogodnosti vezano za podršku pri održavanju i eksploataciji opreme.

Pri nabavci nove opreme potrebno je obaviti sljedeće aktivnosti:

- izbor opreme,
- nabavku opreme,
- edukaciju u radu s opremom,
- instalaciju opreme (hardver i softver),

- uvođenje opreme u registar opreme,
- kreiranje planova održavanja za opremu,
- kreiranje radnih uputa za opremu,
- evidentiranje opreme u knjigovodstvu i
- registracija opreme kod proizvođača opreme.

## **10.2. Radionica održavanja**

Rad radionice održavanja ovisi o tome je li u pitanju radionica korektivnog održavanja, radionica preventivnog i prediktivnog održavanja ili mješovita radionica koja obavlja sve zadatke održavanja. Ovdje će biti opisan rad mješovite radionice, jer je organizacija rada u takvim radionicama najsloženija.

Radionicom održavanja rukovodi poslovođa radionice. U pravilu se određuje jedan poslovođa na 8-12 radnika održavanja. Ukoliko radionica održavanja radi u smjenama, tada osim glavnog poslovođe radionice rade i smjenski poslovođe. Radni dan poslovođe radionice počinje s kratkim jutarnjim sastankom poslovođa održavanja i nadležnih rukovoditelja na kojem se analiziraju potrebe za eventualnim hitnim aktivnostima održavanja. Nakon kratkog jutarnjeg sastanka koji traje oko 15 minuta, poslovođa evidentira prisustvo radnika radionice u knjigu evidencije radnog vremena, daje zadatke radnicima za tekući dan, dijeli im radne naloge uz davanje uputa za rad i provjerava opremljenost radnika „OZS“ opremom (opremom za zaštitu na radu). Nakon što radnici odu na obavljanje aktivnosti održavanja, poslovođa evidentira utrošene radne sate za svaki radni nalog održavanja pomoću „CMMS“ softvera. Svako jutro se evidentiraju utrošeni radni sati za protekla 24 sata ili duže u slučaju ako je bio praznik. Tijekom radnog dana poslovođa radionice obilazi radnike, daje im upute za rad i provjerava pridržavaju li se pravila zaštite na radu. Krajem radnog dana poslovođa na temelju programa održavanja kojeg je dobio od ureda održavanja kreira program rada za naredni dan. Pregled i potpisivanje realiziranih radnih naloga također su u opisu posla poslovođe radionice održavanja. Uz do sada navedeno, još jedan od značajnih zadataka poslovođe je da nadzire upotrebu rezervnih dijelova i materijala održavanja kako ne bi dolazilo do njihovog otuđenja. Svi dijelovi i materijali koji se ne iskoriste moraju se

razdužiti u skladištu čak i ako su u pitanju polovni, popravljani dijelovi. U pojedinim organizacijama je organiziran rad dežurnog osoblja održavanja (dežurni mehaničari, dežurni električari) koji rade praznikom i tijekom noći tj. izvan redovnog radnog vremena. U načelu, dežurno osoblje je u sastavu radionice korektivnog održavanja jer uglavnom obavlja poslove korektivnog održavanja i radi u sezoni povećanog obujma poslova kada je u slučaju kvara potrebno što brže opremu (stroj) vratiti u ispravno stanje.

### **10.3. Skladište održavanja**

Materijal se iz skladišta izdaje na temelju otpremnice materijala koja je sastavni dio radnog naloga održavanja, a povrat neiskorištenog materijala se evidentira povratnicom materijala. Predatnica se koristi za zaprimanje dijelova koji su napravljeni u vlastitoj radionici, a prijemnica za zaprimanje kupljenih dijelova i materijala. Bitno je kroz računovodstvo i „CMMS“ softver omogućiti da se radni nalog održavanja knjiženjem tereti za dijelove koji su izdani za potrebe njegove realizacije te da se knjiženjem rastereti za dijelove koji se vrate natrag u skladište, uključujući i popravljene, polovne dijelove.

Pri prijemu dijelova, alata i materijala u skladište potrebno je provjeriti:

- količinu (kvantitetu),
- kvalitetu i
- prateću dokumentaciju.

U pojedinim organizacijama prijem robe obavlja posebna služba koja se zove služba ulazne kontrole ili prijemni ured. Izuzimanje alata se obavlja korištenjem metalnih markica radnika ili reversom. Ako se koriste markice tada svaki radnik ima određeni broj metalnih markica na kojoj se nalazi šifra radnika. U trenutku izuzimanja alata radnik predaje markicu koju skladištar stavlja na mjesto gdje stoji dati alat, a alat predaje radniku. Na taj način u svakom trenutku se može znati kod kojeg radnika se nalazi koji alat.

Svaki alat treba imati svoju policu s upisanim nazivom i brojem alata. Također, na svaki alat se upisuje njegov inventurni broj utiskivanjem ili električnim uređajem za pisanje po metalu. Svaka stavka u skladištu mora imati svoj identifikacijski broj što se

danas rješava pomoću „CMMS“ softvera. Primjena „barcode“ oznaka u cilju identifikacije također se obavlja pomoću „CMMS“ softvera. Jako je bitno da se ne dogodi da dvije različite stavke imaju dva ista identifikacijska broja, tj. jednoj stavki se smije dodijeliti samo jedan jedinstveni identifikacijski broj.

Stavke u skladištu čuvaju se na policama (manje stavke) i skladišnim površinama (veće stavke; uglavnom na transportnim paletama). Kako bi se efikasno označila mjesta čuvanja stavki obavlja se kodiranje pretinaca i skladišnih površina (najčešće šesteroznamenkastim brojem čije prve dvije znamenke označavaju prostoriju unutar skladišta, druge dvije znamenke policu, a zadnje dvije pretinac unutar police). Skladišne površine uglavnom se označavaju brojem 99 pa stoga ukoliko se neka stavka nalazi na skladišnoj površini, umjesto broja police piše se broj 99 koji daje do znanja da se predmet nalazi na skladišnoj površini, a ne na nekoj od polica.

Svim površinama treba biti omogućen pristup viličarom te se na podu skladišta iscrtavaju kako same površine tako i transportne staze odgovarajućih dimenzija. Dobro je za svaku opremu imati rezerviranu jednu policu kako bi se svi dijelovi specifični za datu opremu držali na istoj polici. Također, nastoji se srodne materijale držati jedne pored drugih (vijčana roba, osigurači, zupčanici, filteri itd.). Ako je u organizaciji čuvanje neispravnih rezervnih dijelova koji se neće popravljati predviđeno za pohranjivanje u skladištu tada je potrebno predvidjeti prostore i za ove dijelove koje treba na odgovarajući način sortirati i čuvati kako bi se kasnije mogli prodati ili pokloniti. Neki od tih dijelova su staro željezo, plastika, stari bakar, elektronske kartice itd. Goriva i maziva skladište se u posebnom prostoru koji mora biti izrađen po zakonskim odredbama. Zapaljive boje i lakovi također se skladište zasebno, a u skladištu gdje se čuvaju mora se voditi računa i o temperaturi zraka sukladno uputama proizvođača robe koja se skladišti. Većina boja i lakova zahtjeva temperaturu skladištenja 5-25 °C. Dozvoljena vlaga zraka pri skladištenju strojnih elemenata ovisi o temperaturi te je pri temperaturi od 20 °C dozvoljena vlaga zraka do 75%, a na temperaturi 25 °C do 50%. Strojne elemente treba redovno podmazivati kako bi se izbjeglo korodiranje istih.

Treba voditi računa o rokovima trajanja i držati se pravila da dio koji prvi „uđe“ u skladište prvi i „izlazi“ iz skladišta. Npr. baterije su materijal održavanja koji ima rok trajanja, tj. ukoliko se ne iskoriste u zadanom roku više nisu za upotrebu. Polovni tj.

popravljeni dijelovi, moraju se razduživati u skladištu i potrebno je izbjegavati praksu da se dijelovi i materijali drže u pomoćnim skladištima jer tako nisu pod (valjanim) nadzorom.

Ako količina nekih standardnih dijelova ili materijala na stanju u skladištu padne ispod minimalno propisane razine, „CMMS“ softver će automatski kreirati zahtjev za nabavu koji služba nabave treba realizirati u roku od nekoliko sati (za nestandardne dijelove i materijale rok isporuke je duži). Ako organizacija nema „CMMS“ softver zadatak je rukovoditelja skladišta da ručno obavlja naručivanje dijelova i materijala kada zalihe padnu na minimum. Minimalne i maksimalne zalihe rezervnih dijelova i materijala određuje ured održavanja.

Narudžbe rezervnih dijelova i materijala dijele se u dvije skupine:

- redovne narudžbe i
- izvanredne narudžbe.

Redovne narudžbe se obavljaju ili automatski pomoću „CMMS“ softvera ili ih ručno obavlja rukovoditelj skladišta. Postupkom redovne narudžbe nabavljaju se oni dijelovi i materijali kojih u skladištu svakog trenutka treba biti u količini između minimalne i maksimalne zalihe. Postupkom izvanredne narudžbe se nabavljaju svi ostali dijelovi i materijali održavanja. Izvanredne narudžbe obavlja ured održavanja. Ured održavanja naručuje i alate, instrumente i strojne uređaje za potrebe službe održavanja te kreira popis stavki u skladištu koje se nabavljaju postupkom redovne narudžbe. Pojedini rezervni dijelovi se izrađuju u vlastitoj radionici što također treba unijeti kao podatak u „CMMS“ softver.

Svake godine je potrebno ustanoviti koji dijelovi, materijali i alati više nisu potrebni te ih treba rashodovati, prodati ili pokloniti. Najčešće se stavke rashoduju, prodaju ili poklanjaju ukoliko su oštećene, zastarjele ili je data oprema prodana. Stavke se obično poklanjaju školskim institucijama, lokalnoj zajednici i sličnim organizacijama.

Sve stavke u „CMMS“ bazi podataka ili barem na kartici stavke trebaju imati upisane sljedeće podatke:

- identifikacijski broj stavke,
- naziv stavke,
- tip stavke (kapitalni dio, nestandardni dio, standardni dio),

- oznaka narudžbe dijela (redovna ili izvanredna),
- propisana minimalna i maksimalna zaliha,
- ulazi/izlazi iz skladišta,
- stanje (količina u skladištu),
- dozvoljene skladišne lokacije za određenu stavku,
- datumi i količine aktualnih isporuka,
- rezervirana količina,
- cijena,
- opasan materijal (da/ne),
- interna izrada (da/ne),
- naziv dobavljača za svaku isporuku,
- šifre skladišnih lokacija na kojima se nalazi stavka za svaku isporuku,
- datum isticanja jamstva za svaku isporuku,
- datum isticanja roka trajanja za svaku isporuku i
- datum idućeg potrebnog održavanja.

## 11. TEORIJA ODRŽAVANJA

### 11.1. Indikatori stanja opreme

Tijekom procesa eksploatacije mijenja se stanje ispravnosti opreme stoga su ustanovljeni indikatori (pokazatelji) stanja opreme. Pod pojmom „kvar“, podrazumijeva se promjena stanja opreme koja onemogućuje funkciju opreme ili dovodi u opasnost zdravlje ljudi koji koriste opremu, okoliš ili drugu opremu, a pod pojmom „oštećenje“ se podrazumijeva promjena stanja opreme koja još ne smeta funkciji ali se može razviti u kvar ili dovodi u opasnost zdravlje ljudi koji koriste opremu, okoliš ili drugu opremu. Kvarovi se dijele na:

- kritične kvarove i
- nekritične kvarove.

Kritični kvar potpuno onemogućuje funkciju, a nekritičan kvar djelomično umanjuje funkciju opreme.

Druga podjela kvarova je na:

- inherentne (svojstvene) i
- neinherentne (nesvojstvene).

Inherentni kvarovi su kvarovi koji su svojstveni određenoj opremi. To su npr. kvarovi koji nastaju usljed trošenja dijelova. Za razliku od inherentnih, neinherentni kvarovi uzrokovani su nekom akcijom koja je sasvim nesvojstvena opremi i njezinoj funkciji (npr. nepravilnim rukovanjem osoblja, greškom tijekom zahvata održavanja, fizičkim oštećenjem, požarom itd.).

Vezano za kvar definira se i pojam *ispravnost opreme* tj. za opremu kažemo da je ispravna ako na njoj nema kvarova i oštećenja. Kako bi se moglo pratiti stanje ispravnosti opreme i/ili dijelova opreme, definirani su tehnički indikatori ispravnosti koji su specifični za svaku opremu odnosno dio. Tehnički indikatori ispravnosti mogu biti: oblik, položaj, dimenzija, kemijski sastav itd.

Pod pojmom *radna sposobnost opreme* se podrazumijeva njezina sposobnost da obavlja zadanu funkciju, a za svaku opremu se definira indikator radne sposobnosti.

*Intenzitet kvarova* [ $\lambda$ ], je vjerojatnost da će se kvar na opremi pojaviti u određenom vremenskom intervalu. Jedinica za intenzitet kvarova [ $\lambda$ ] je broj kvarova po satu [kvarova/h].

*Srednje vrijeme između kvarova* (eng. „MTBF“ – „Mean time between failure“) pokazuje koliko je prosječno vrijeme između kvarova opreme i mjeri se u satima [h].

U fazi normalnog rada opreme kada je intenzitet kvarova  $\lambda = \text{const.}$ , vrijedi relacija:

$$\lambda = \frac{1}{MTBF}$$

Npr. ako je u toku godine dana koja ima 8760 sati nastupilo 5 kvarova na opremi tada je:

$$MTBF = \frac{8760}{5} = 1752 \text{ [h]},$$

a intenzitet kvarova:

$$\lambda = \frac{1}{1752} = 0,0006 \text{ [kvarova/h]}.$$

*Pouzdanost opreme* [ $R$ ] (eng. „Reliability“), je vjerojatnost da će oprema raditi na predviđeni način u određenom vremenu i u predviđenim radnim uvjetima uz minimalne prekide uzrokovane greškama u dizajnu ili radu.

*Raspoloživost opreme* [ $A$ ] (eng. „Availability“) je odnos ukupnog vremena rada opreme i sume ukupnog vremena rada te ukupnog vremena zastoja opreme uslijed održavanja. Jednostavno rečeno, raspoloživost (dostupnost) je karakteristika opreme da je dostupna i upotrebljiva onda kada je to potrebno. Raspoloživost je ujedno i najbitniji indikator stanja opreme. Obično se računa na tjednoj ili godišnjoj osnovi ali može se računati i tijekom nekog drugog zadanog perioda. Raspoloživost se osim za pojedinačnu opremu može računati i za postrojenje u cjelini. Način izračunavanja raspoloživosti opreme biti će detaljnije prikazan u poglavlju „Mjerenje uspješnosti održavanja“. Kao što je već rečeno raspoloživost opreme je najvažniji indikator stanja opreme i zajedno s ukupnim troškovima održavanja predstavlja dva najznačajnija podatka na temelju kojih se procjenjuje uspješnost održavanja.

Definira se i pojam *ukupne efikasnosti (učinkovitosti) opreme* (eng. „OEE - Overall Equipment Effectiveness“) kao proizvod raspoloživosti, radne sposobnosti

opreme i postotka ispravnih proizvoda. Npr. ako je raspoloživost 82%, radna sposobnost opreme 93% i postotak ispravnih proizvoda 95% tada imamo:  $OEE=0,82 \cdot 0,93 \cdot 0,95=0,72$ , odnosno ukupna efikasnost opreme je 72%.

Još informativniji je podatak o *potpunoj ukupnoj efikasnosti opreme* (eng. „*TEEP* - *Total Effective Equipment Performance*“) koji se računa kao proizvod opterećenja i ukupne efikasnosti opreme.

*Opterećenje opreme* je podatak o tome koliko vremena oprema treba raditi u zadanom razdoblju. Npr. ako oprema treba raditi šest dana u tjednu tada je opterećenje opreme:  $\frac{6}{7}=0,86$ . Dakle, ako je opterećenje opreme 0,86, a ukupna efikasnost 0,72, tada dobivamo da je potpuna ukupna efikasnost date opreme  $0,86 \cdot 0,72=0,62$ , odnosno 62%.

*Sposobnost održavanja* je vjerojatnost da će neka oprema na kojoj se obavlja zahvat održavanja za određeno vrijeme biti ponovno dovedena u radno stanje. Na sposobnost održavanja utječu pristupačnost, preglednost, zamjenjivost i međuzamjenjivost komponenata (svojstva dizajna opreme) te sposobnost, vještina i uvježbanost održavatelja (faktori opsluživanja).

Evidentirajući svaki zastoј u radu opreme, bez obzira na to je li on posljedica planiranog zahvata održavanja ili ga je uzrokovao kvar, lako se mogu izračunati dva za sposobnost održavanja važna indikatora: indeks zahvata i prosječno vrijeme zahvata. *Indeks zahvata* je ukupni broj zahvata održavanja podijeljen sa ukupnim trajanjem zahvata u satima, a *prosječno vrijeme zahvata* je recipročna vrijednost indeksa zahvata, odnosno vrijeme trajanja zahvata u satima podijeljeno ukupnim brojem zahvata.

## 12. TEHNIČKA DIJAGNOSTIKA

Tehnička dijagnostika predstavlja tehničku disciplinu koja se bavi praćenjem stanja ispravnosti strojeva, uređaja i postrojenja. Dijagnostički nadzor omogućuje uvid u stanje opreme. Ukoliko se simptomi kvara ustanove prije nego što dođe do otkaza funkcije opreme, aktivnosti održavanja mogu se provesti prije otkaza. Realizacija strategije prediktivnog održavanja nije moguća bez primjene metoda tehničke dijagnostike. Tehnička dijagnostika omogućava:

- provjeru tehničke ispravnosti,
- provjeru radne ispravnosti,
- provjeru funkcioniranja,
- određivanje mjesta, oblika, termina i uzroka buduće neispravnosti (kvara),
- uspoređivanje stanja elementa tehničkog sredstva s prihvatljivim stanjem.

Dijagnostička aktivnost se provodi u četiri koraka:

1. geneza (utvrđivanje povijesti stanja),
2. dijagnoza (utvrđivanje trenutnog stanja),
3. prognoza (predviđanje budućeg stanja),
4. terapija (definiranje mjera koje treba poduzeti u cilju rješavanja problema).

U radnim uputstvima za dijagnostički pregled se navode kriteriji dozvoljenog i nedozvoljenog stanja, odnosno definiraju se dozvoljeni rasponi tehničkih indikatora ispravnosti. Na temelju dobivenih, izmjerenih parametara i propisanih dozvoljenih raspona tehničkih indikatora ispravnosti, može se ustanoviti stanje opreme koje se ovisno o rezultatima, karakterizira kao „dobro“, „zadovoljava“ ili „loše“. Prema analogiji semafora, stanje „dobro“ se označava zelenom, „zadovoljava“ žutom, a „loše“ stanje crvenom bojom. Kao primjer može poslužiti klizni ležaj kod koga je tehnički indikator ispravnosti njegov zazor te se zazor u rasponu 0,1-0,3mm uzima kao dobar (zeleno područje), zazor 0,3-0,5mm se uzima kao zadovoljavajući (žuto područje) i zazor iznad 0,5mm je loš (crveno područje). Ako je stanje opreme loše tada opremu odmah treba zaustaviti u cilju sprječavanja potpunog uništenja iste, a ako je stanje zadovoljavajuće treba planirati održavanje kako bi se oprema dovela u dobro stanje.

Tehnička dijagnostika ne egzistira sama po sebi već je sastavni dio cjelokupnog sustava održavanja, odnosno predstavlja sredstvo kojim se realizira strategija prediktivnog održavanja. Aktivnosti tehničke dijagnostike se provode koordinirano s ostalim aktivnostima održavanja sukladno planovima održavanja. Učestalost dijagnostičkih pregleda ovisi prvenstveno o kategoriji predmetne opreme i o brzini razvoja kvara.

Postoje dvije vrste dijagnostičkih pregleda:

1. preventivni pregledi,
2. kontrolni pregledi.

Preventivni pregledi se obavljaju po unaprijed utvrđenom programu, a njihov cilj je utvrditi stanje opreme. Kontrolni pregledi su slični preventivnim, ali njegovo provođenje obavezuje zakon. Uglavnom se izvode na opremi u cilju sprječavanja zagađenja okoline i zaštite od požara i eksplozije te zaštite života i zdravlja ljudi. Krajnji cilj kontrolnog pregleda je utvrditi razinu sigurnosti i zaštite radnog osoblja i okoline pri eksploataciji opreme.

Metode tehničke dijagnostike dijele se u dvije grupe:

1. subjektivne i
2. objektivne metode.

Subjektivne se metode realiziraju pomoću ljudskih osjetila (vid, miris, okus, sluh i dodir), dakle bez primjene instrumenata. Npr. ako osluškivanjem rada motora čujemo neki neobičan zvuk ili buku, možemo pretpostaviti da motor ne radi ispravno te je moguć kvar. Za razliku od subjektivnih, objektivne metode tehničke dijagnostike se realiziraju isključivo pomoću mjernih instrumenata.

Još jedna podjela metoda dijagnostike je na:

1. statičke i
2. dinamičke metode.

Statičke metode se provode nad opremom koja je u mirovanju, tj. u zastoju, a dinamičke se metode provode dok oprema radi.

Danas se najčešće apliciraju sljedeće objektivne metode tehničke dijagnostike:

- vibracijska dijagnostika (vibrodijagnostika),
- ultrazvučna dijagnostika,

- termovizijska ispitivanja,
- testiranja elektromotora,
- podešavanje rotora (precizno poravnavanje i balansiranje),
- ispitivanja maziva,
- analiza nečistoća u mazivu.

## **13. PLANIRANJE I PROGRAMIRANJE ODRŽAVANJA**

### **13.1. Uvod u planiranje i programiranje održavanja**

Razlika između planiranja i programiranja održavanja je u tome što je plan održavanja odgovor na pitanje što i kako raditi, a program (raspored) je odgovor na pitanje kada i tko će raditi. Planom održavanja se definiraju aktivnosti održavanja, a programom se određuje kada će se te aktivnosti realizirati. Planiranje kao i programiranje održavanja, provodi ured održavanja.

Planiranje i programiranje održavanja se obavlja u organizacijama gdje je menadžment organizacije odlučio primjenjivati strategiju planskog održavanja (preventivnog i prediktivnog). Danas se preventivno održavanje primjenjuje samo kada prediktivno održavanje nije primjenjivo iz tehničkih ili ekonomskih razloga.

Cilj planiranja održavanja je svesti korektivno održavanje na zadanu razinu koji određuje menadžment organizacije. Većina organizacija nastoji korektivno održavanje svesti na 20-30% tj. da u ukupnim troškovima održavanja korektivno održavanje ima udjel sa najviše 20-30%.

### **13.2. Planiranje održavanja**

Kao što je već rečeno, plan održavanja je odgovor na pitanje što i kako raditi, odnosno planom održavanja se definiraju buduće aktivnosti održavanja. Prije samog kreiranja plana održavanja nužno je obaviti kasifikaciju i kategorizaciju opreme te se zatim za svaku opremu kreira plan njezinog preventivnog i prediktivnog održavanja. Rezervni dijelovi i materijali održavanja pohranjeni u skladištu također zahtijevaju održavanje stoga treba planirati i njihovo održavanje. Uz to, bitno je voditi računa o kritičnosti opreme u smislu da se za važniju opremu predviđa bolje plansko (preventivno i prediktivno) održavanje, dok se za manje bitnu opremu može dopustiti veći postotak korektivnog održavanja.

Planiranje aktivnosti se obavlja na osnovu:

- kategorizacije i klasifikacije opreme,
- preporuke proizvođača opreme,
- zakonskih odredbi i standarda,
- procjene vrijednosti opreme,
- preporuke proizvođača alata i materijala održavanja,
- stručne literature i tehničke prakse,
- vlastitog iskustva i
- RCFA i FMEA analize kvarova.

Kreiranje plana održavanja pojedine opreme započinje tako što se tablično prikazuju svi potencijalni kvarovi koji se realno mogu očekivati na datoj opremi. U toj tablici se uz potencijalne kvarove navode i njihovi potencijalni uzroci te mjere preventivnog i prediktivnog održavanja koje treba provesti kako bi se spriječio nastanak pojedinog kvara. Na temelju tablice s potencijalnim kvarovima i predviđenim protumjerama za sprječavanje tih kvarova, kreira se planiranje aktivnosti i to plan periodičnog održavanja te dugogodišnji program aktivnosti održavanja (također tablično). U tu tablicu unose se aktivnosti periodičnog održavanja koje se obavljaju dnevno, tjedno, mjesečno ili godišnje, a te aktivnosti dugogodišnjeg programa održavanja koje se obavljaju rjeđe, jednom u nekoliko godina. Za sve planirane aktivnosti se kreiraju radna uputstva. Aktivnosti održavanja se zatim unose u „CMMS“ softver koji automatski generira radne naloge u zadanim vremenskim intervalima ili prema stanju brojača (npr. prema broju radnih sati). U dugogodišnjem programu održavanja evidentiraju se i datumi isteka jamstvenih rokova opreme i ugrađenih rezervnih dijelova.

Aktivnosti održavanja iz dugogodišnjeg programa se dijele na:

1. odgodive aktivnosti i
2. neodgodive aktivnosti.

Primjer neodgodivih aktivnosti održavanja su npr. aktivnosti propisane zakonom kao što je atestiranje opreme s aspekta zaštite na radu, a primjer odgodive aktivnosti je zamjena ležaja koja se može odgoditi ukoliko dijagnostička ispitivanja ležaja daju nalaz da je ležaj još uvijek upotrebljiv.

Kroz do sada rečeno, možemo primjetiti da kao rezultat planiranja za svaku opremu dobijemo tri dokumenta:

1. plan periodičnog održavanja,
2. višegodišnji program održavanja i
3. radna uputstva za održavanje.

Važan segment planiranja održavanja je i analiza troškova preventivnog i prediktivnog održavanja. Na temelju dobijenih tablica i dugogodišnjeg programa održavanja izračunavaju se prosječni planirani troškovi preventivnog i prediktivnog održavanja na godišnjoj razini. Planirani troškovi se izračunaju tako što se zbroje troškovi:

- planiranih radnih sati,
- planiranih rezervnih dijelova i materijala održavanja,
- troškova strojnih uređaja, alata i instrumenata i
- ostalih troškova (npr. troškovi prijevoza).

Nakon što se izračunaju planirani troškovi, potrebno je provjeriti uklapa li se iznos tih troškova u strategiju održavanja određenu od strane menadžmenta organizacije te eventualno izvršiti korekcije u smislu smanjenja troškova ako su previsoki. Kao orijentir se uzimaju ukupni planirani troškovi održavanja. Godišnji troškovi održavanja trebaju biti u rasponu od 1,5% do 5% od procijenjene vrijednosti opreme.

Uzmimo konkretan primjer jedne opreme iz organizacije u kojoj je menadžment donio odluku o strategiji održavanja prema kojoj troškovi planskog održavanja (preventivnog i prediktivnog) trebaju imati udjel od 70% u ukupnim troškovima održavanja. Pretpostavimo da je u pitanju oprema tj. stroj s nabavnom cijenom od 200,000 € i radnim vijekom od 5 godina koliko će ga organizacija koristiti prije prodaje te da godišnji troškovi održavanja trebaju biti 2,5% vrijednosti opreme, odnosno  $0,025 \cdot 200000 \text{ €} = 5000 \text{ €}$ . Pošto se planiraju ukupni godišnji troškovi održavanja od 5000 € tada sukladno definiranoj strategiji treba planirati godišnje troškove planskog održavanja u prosječnom iznosu od  $0,7 \cdot 5000 \text{ €} = 3500 \text{ €}$  tj. 70% od 5000 €. Ali ovo ne znači da svake godine treba planirati aktivnosti planskog održavanja u vrijednosti od 3500 €, već u prosjeku, jer se pojedine aktivnosti obavljaju jednom u nekoliko godina. Drugim riječima rečeno, treba planirati da u aktivnosti planskog održavanja date opreme (stroja) tijekom radnog vijeka od 5 godina bude utrošeno 17500 € ( $5 \cdot 3500 \text{ €} = 17500 \text{ €}$ ).

Zbog činjenice da je u ovom konkretnom primjeru menadžment organizacije donio odluku da troškovi planskog održavanja trebaju imati udjel od 70% u ukupnim troškovima održavanja te da godišnji troškovi održavanja trebaju činiti 2,5% vrijednosti opreme, dobivamo da u prosjeku na razni organizacije godišnji troškovi planskog održavanja trebaju biti 1,75% ukupne vrijednosti opreme ( $0,7 \cdot 2,5 = 1,75\%$ ). Ako je ukupna vrijednost opreme organizacije npr. 100000000 € tada imamo godišnji budžet za plansko održavanje u iznosu od 1750000 € koji se raspoređuje na opremu (strojeve) sukladno njihovoj kategorizaciji, tj. značajnija oprema značajnije sudjeluje u raspodjeli iznosa od 1750000 €. Oprema prve kategorije od navedenih 1750000 € dobiva oko 70%, oprema druge kategorije oko 20% i oprema treće kategorije oko 10%. Ako je oprema podijeljena u samo dvije kategorije tada oprema prve kategorije dobiva 70%, a oprema druge kategorije 30%.

Manja odstupanja troškova održavanja od ovih kalkulacija su dopuštena ali je bitno da se ukupno gledajući, na godišnjoj razini, ne premaše troškovi predviđeni strategijom održavanja. Također, procijenjena vrijednost opreme se mijenja iz godine u godinu što ne znači da svake godine treba raditi reviziju svih planova održavanja već se oni naprave jednom, a kasnije po potrebi korigiraju. Uz to, može se dogoditi da u organizaciji ima više istih strojeva tj. iste opreme, ali ti strojevi ne rade u istim radnim uvjetima. To znači da isti strojevi (oprema) neće uvijek imati iste planove održavanja.

Strategija planskog (preventivnog i prediktivnog) održavanja se provodi kako bi se smanjili zastoji opreme ali ako se samim planom takvog održavanja predvidi previše aktivnosti održavanja koje zahtijevaju zastoj opreme, tada možemo doći u situaciju da je više zastoja uzrokovano planskim održavanjem nego što bi ih bilo pri korektivnom održavanju, tj. raspoloživost opreme ne bi bila povećana već smanjena.

Kao što smo već ranije spomenuli, korektivno održavanje se najčešće realizira neplanski, ali za određene aktivnosti korektivnog održavanja se također kreiraju planovi održavanja, a pogotovo ako su u pitanju kritični kvarovi koji mogu dovesti do katastrofalnih posljedica. Planovi korektivnog održavanja su u biti radna uputstva prema kojima se postupa u slučaju određenih kvarova. Kroz planiranje rezervnih dijelova i materijala moraju se osigurati minimalne zalihe istih. U ovim uputstvima treba dati kratke i jasne upute za otklanjanje kvarova, tolerancije za podešenja, popis potrebnih

alata, napomene po pitanju zaštite na radu itd. Najbolje je svakom održavatelju dostaviti sva radna uputstva potrebna za njegov efikasan rad pri čemu se vodi evidencija o dostavljanju, a pri kreiranju nove verzije uputstava, stare verzije se povlače iz upotrebe.

### 13.3. RCFA i FMEA metode analize uzroka kvarova

Brdarević i Halep (2013.) detaljno pojašnjavaju metode „RCFA“ i „FMEA“ analize kvarova. „RCFA“ analiza kvarova (eng. „RCFA – Root Cause Failure Analysis“) je metoda kojom se analiziraju uzroci kvarova nad sredstvima s ciljem da se problem „sasiječe u korijenu“. „RCFA“ analiza se provodi u slučaju kada se neki kvar na određenoj opremi često ponavlja kako bi se otkrio i eliminirao pravi uzrok problema.

Pri provođenju „RCFA“ analize treba koristiti „ISO“ (eng. „International Organization for Standardization“) klasifikacijski sustav oštećenja. Npr. standardom (normom) „ISO 10825“ je dana klasifikacija oštećenja zupčanika.

Uzroci otkaza opreme mogu biti:

- konstruktivna greška na opremi,
- greška u proizvodnji opreme,
- pogrešno rukovanje opremom i
- loše i/ili pogrešno održavanje opreme.

Primjer na kojemu bi se „RCFA“ analizom u praksi došlo do rješenja problema može biti elektromotor pogona tokarilice koji je otkazivao (pregorijevao) u prosjeku svaka 4 mjeseca. Analizom je utvrđeno kako ulje sa dijelova iznad elektromotora kapa na elektromotor i prodire do namotaja. Problem je riješen postavljanjem limene zaštite iznad elektromotora. Ovo je jednostavan primjer, no u praksi se nerjetko provode i vrlo složene analize kako bi se došlo do rješenja problema.

Npr. zaključak „RCFA“ analize može biti da je potrebno rekonstruirati električne instalacije određene opreme kako bi bile sigurnije i pouzdanije u upotrebi ili da je, recimo, potrebno bolje educirati radni kadar po pitanju rukovanja s električnom instalacijom. Pošto su troškovi održavanja temeljna odrednica, samo ukoliko se zaključi da je spomenuta rekonstrukcija instalacije ili edukacija radnog kadra ekonomski opravdana (isplativa), pristupa se istoj.

„FMEA“ analiza kvarova (eng. „FMEA“ – *Failure Modes and Effects Analysis*“) je metoda kojom se analiziraju potencijalni kvarovi na sredstvima i njihove posljedice. Metodu je 1949. godine razvila vojska Sjedinjenih Američkih Država i propisana je standardom „MIL-STD-1629“. Za provedbu „FMEA“ analize pojedine opreme potrebno je pripremiti tehnički opis opreme i njenih funkcija, sheme i crteže te povijest održavanja.

„FMEA“ analiza se provodi u sljedećih deset koraka:

1. unos svih funkcija opreme u odgovarajuću tablicu,
2. za svaku funkciju opreme navesti potencijalne kvarove,
3. za svaki kvar navesti potencijalne posljedice i ocijeniti njihovu ozbiljnost (eng. „Severity“) ocjenom 1-10, gdje ocjena 10 znači najviši stupanj ozbiljnosti,
4. navesti potencijalne uzroke kvarova i ocijeniti njihovu učestalost (eng. „Occurrence“) ocjenom 1-10, gdje ocjena 10 znači najviši stupanj učestalosti,
5. navesti postojeće metode detekcije greške i ocijeniti primjetljivost (eng. „Detectability“) ocjenom 1-10, gdje ocjena 10 znači nisku primjetljivost greške, odnosno da postoji vrlo velika mogućnost da se greška ne detektira,
6. izračunati vrijednosti prioriteta rizika *RPN* (eng. „Risk priority numbers“) kao umnožak ozbiljnosti, učestalosti i primjenljivosti ( $RPN = S \cdot O \cdot D$ ),
7. procijeniti troškove rizika,
8. definirati aktivnosti za eliminiranje rizika,
9. procijeniti troškove provođenja aktivnosti za eliminiranje rizika i
10. usporediti troškove rizika i troškove eliminiranja rizika te na osnovu toga procijeniti je li potrebno poduzimati aktivnosti.

Kvarovima koji imaju najvišu vrijednost prioriteta rizika („*RPN*“) posvećuje se najviše pažnje. Rezultati „FMEA“ analize mogu poslužiti za unapređenje planova preventivnog i prediktivnog održavanja.

Osim navedenih „RCFA“ i „FMEA“ postoji još nekoliko analiza kvarova, a neke od njih su „RCM“ (eng. „Reliability centered maintenance“), „RBM“ (eng. „Risk based maintenance“), „BCM“ (eng. „Business centered maintenance“) i „FTA“ (eng. „Fault tree analysis“) analiza.

Bitno je napomenuti da je kreiranje planova preventivnog i prediktivnog održavanja kreativan posao te ako bi dvojici stručnjaka povjerili zadatak kreiranja plana održavanja za istu opremu, vrlo je izvjesno da nećemo dobiti dva ista plana. Planovi održavanja neprestano se dorađuju i usavršavaju na temelju iskustava stečenih kroz njihovu realizaciju.

### **13.4. Programiranje održavanja**

Kao što je ranije navedeno, program (raspored) održavanja je odgovor na pitanje kada obavljati aktivnosti održavanja i tko će ih obavljati (kada i tko). Postupak programiranja održavanja provodi ured održavanja.

Programiranje (raspoređivanje) aktivnosti održavanja se obavlja na tjednoj osnovi, odnosno kreiraju se tjedni programi (rasporedi) održavanja. Programi održavanja se kreiraju petkom do 14h i dostavljaju poslovođama održavanja kako bi oni mogli kreirati program rada za ponedjeljak idućeg tjedna. Dakle svakog se petka kreira program održavanja za idući tjedan, a prije samog programiranja održavanja potrebno je definirati kritičnost (prioritet) pojedinih aktivnosti održavanja.

Tjedni program održavanja kreira se na temelju:

- liste odobrenih radnih naloga održavanja,
- raspoloživih resursa i
- planova angažiranosti opreme.

Radni nalozi za plansko (preventivno i prediktivno) održavanje se kreiraju automatski, a radne naloge za održavanje koje se provodi na temelju rezultata dijagnostičkih pregleda kreiraju tehnički dijagnostičari ili dijagnostički analitičari, a odobrava ih nadležni rukovoditelj. „CMMS“ softver treba u zadanim periodima obavjestiti operatora o svim aktivnostima iz dugogodišnjeg programa koje nisu relizirane i to svakodnevno za neodgodive aktivnosti, a polugodišnje za odgodive aktivnosti. Ako „CMMS“ softver nema opciju obavješćavanja operatora, tada planer održavanja mora sam voditi računa o rokovima određenim aktivnostima dugogodišnjeg programa održavanja. Planer održavanja također treba imati podatke o planiranim zastojima opreme tj. treba znati kada

će oprema biti na raspolaganju za potrebe održavanja, a osim toga, zadaća planera održavanja je dostavljati zahtjeve za planirane zastoje opreme planeru proizvodnje.

Ukratko rečeno, program održavanja opreme mora biti usklađen s programom proizvodnje, a nakon toga na temelju raspoloživih ljudskih resursa tj. radnih sati i prioriteta pojedinih aktivnosti planeri kreiraju tjedni program za sljedeći tjedan. Pri tome ostavljaju 10-30% radnih sati za hitne aktivnosti održavanja koje će se eventualno pojaviti tijekom narednog tjedna. Unutar tih neisprogramiranih 10-30% radnih sati ulaze i sati utrošeni na realizaciju stalnih radnih naloga tipa *PM05*. Tjedni se program kreira u obliku tablice u kojoj se u stupce navode dani u tjednu s planiranim radnim satima i vrstom aktivnosti održavanja (slika 9.).

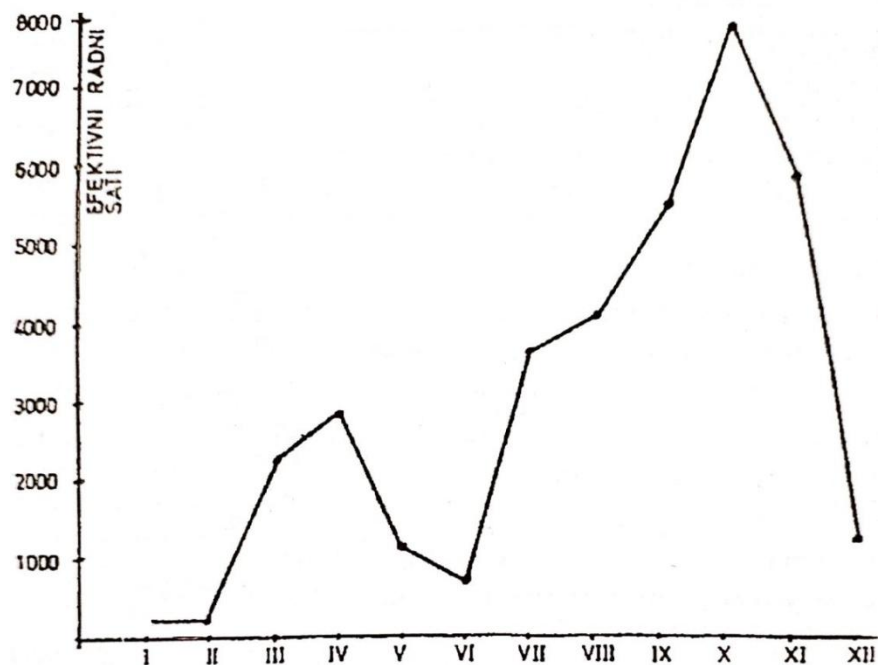
| Aktivnost                         | Broj radnog naloga | PON     | UTO     | SRI     | ČET    | PET | SUB | NED |
|-----------------------------------|--------------------|---------|---------|---------|--------|-----|-----|-----|
| Zamjena žarulja u objektu 5       | 17865              |         | 14 sati | 14 sati |        |     |     |     |
| Mjerenje i pregled u podstanici 2 | 17861              | 14 sati |         |         |        |     |     |     |
| Popravak instalacije u obketu 3   | 17863              |         |         |         | 7 sati |     |     |     |
|                                   |                    |         |         |         |        |     |     |     |

Slika 9. Općeniti prikaz tablice programa (rasporeda) održavanja  
(Izvor: Brdarević i Halep, 2013.)

Na temelju tjednog programa održavanja poslovođa radionice održavanja kreira dnevne programe održavanja. Uz aktivnosti koje su planirali planeri tjednog programa, poslovođa radionice u program unosi i hitne aktivnosti održavanja za koje planer nije mogao znati pri kreiranju tjednog programa. Dnevni programi održavanja imaju navedene stupce za svaki sat radnog vremena tako da se za svakog održavatelja može definirati koju aktivnost obavlja u kojem satu. Analiza realizacije programa se također provodi na tjednoj osnovi.

### 13.5. Planiranje remonta

Predviđanjem plana uporabe, odnosno predviđanjem radnih operacija, vremenskog perioda kada će se one obavljati i njihovog opsega (više ili manje angažiranih strojeva tj. opreme), možemo doći do spoznaje kada je pojedina oprema najmanje potrebna u funkcioniranju organizacije. Upravo u tom razdoblju, kada je oprema potpuno isključena iz uporabe ili je barem smanjena razina njezine eksploatacije, uputno je izvršiti njezin remont i popravke općenito. Za primjer može poslužiti dijagram rada grupe traktora kroz kalendarsku godinu:



Slika 10. Dijagram rada grupe traktora (Izvor: Emert i sur., 1997.)

Iz navedenog dijagrama (slika 10) možemo primjetiti da je vrijeme najmanjeg opterećenja traktora u radu tijekom siječnja kada je opseg poljoprivrednih radova najmanji, stoga njihov remont treba nastojati obaviti upravo u to vrijeme.

Tijekom uporabe (eksploatacije) opreme (strojeva), provodi se stalno servisno-preventivno održavanje na ispravnim strojevima, dok se popravci (oni koji ne uzrokuju potpuni zastoj opreme) obavljaju dok je stroj izvan uporabe. Bitno je da se na temelju planova održavanja kreira lista aktivnosti održavanja koje se obavljaju tijekom svakog

remonta. Jedna od referenci za planiranje remonta je i dugogodišnji program održavanja u koji se unose aktivnosti održavanja koje se obavljaju jednom u nekoliko godina. Prije i/ili tijekom remonta je potrebno obaviti kvalitetan dijagnostički pregled sve opreme kako bi se aktivnosti remonta mogle valjano planirati i obaviti sukladno realnom stanju opreme. Planiranje remonta podrazumijeva:

- kreiranje popisa aktivnosti koje će biti obavljene tijekom remonta,
- planiranje ljudskih resursa (potreban broj radnih sati stručnjaka odgovarajućih kvalifikacija),
- planiranje potrebnih alata i druge opreme,
- planiranje potrebnih rezervnih dijelova i materijala održavanja,
- planiranje potrebnih zastoja opreme,
- određivanje vremena trajanja svake aktivnosti i
- planiranje troškova remonta.

Tijekom završetka remonta obavezno se provodi analiza remonta tako što se usporede plan i realizacija samog remonta. Poseban se naglasak stavlja na funkcionalnost opreme prije i nakon remonta i utrošene resurse (vrijeme, novac, materijali itd.). Na temelju rezultata analize provodi se eventualna dorada preventivnog i prediktivnog održavanja, a samim time i lista aktivnosti održavanja koje se obavljaju tijekom svakog remonta. Praktično iskustvo govori da se približno 70% aktivnosti preventivnog i prediktivnog održavanja obavi tijekom remonta.

### **13.6. Planiranje budžeta održavanja**

Troškovi održavanja dijele se na:

- direktne troškove i
- indirektne troškove.

Direktne troškove čine cijena ljudskog rada utrošenog za održavanje i cijena upotrebljenog materijala kao što su rezervni dijelovi, materijali za brušenje, konzerviranje, čišćenje, zatim trošenje alata itd. Dakle u direktne troškove održavanja ubrajamo sve ono što je izravno povezano s fizičkim obavljanjem radova održavanja.

Ukratko rečeno, u direktne troškove održavanja ubrajaju se troškovi rada, alata i materijala. Direktni se troškovi dijele na:

- troškove (neplanskog) korektivnog održavanja i
- troškove planskog (preventivnog i prediktivnog) održavanja.

Indirektne troškove održavanja čine prvenstveno troškovi zastoja. Zastoje mogu uzrokovati kvarovi ili neke planirane aktivnosti održavanja. Dakle u indirektne troškove održavanja ulaze svi gubici uzrokovani kvarovima kao što su smanjenje prodaje, gubici tržišta, smanjenje kvalitete proizvoda, skraćivanje radnog vijeka opreme itd.

S računovodstvenog aspekta troškovi održavanja dijele se na:

1. troškove tekućeg održavanja i
2. troškove investicijskog održavanja.

Tekuće održavanje odmah i u cjelosti tereti troškove obračunskog perioda u kome je izvršeno. Investicijsko održavanje zahtijeva značajnije izdatke koji se poduzimaju u određenim vremenskim periodima te je zbog toga troškove investicijskog održavanja najčešće potrebno vremenski razgraničiti kako bi se podjednako rasporedili na više obračunskih perioda.

U svim se organizacijama treba provoditi godišnje planiranje budžeta (troškova) održavanja. Jedna od metoda definiranja budžeta održavanja polazi od pretpostavke da se za održavanje pojedine opreme kroz trajanje njezinog radnog vijeka utroši onoliko koliko je njezina nabavna cijena. To znači da ako imamo npr. uređaj čija je vrijednost 20000 €, a životni vijek mu iznosi 10 godina, treba planirati godišnje troškove održavanja tog uređaja u visini od 2000 €. Naravno, ova se metoda mora pažljivo primjenjivati tek za grubu orijentaciju.

Plan budžeta održavanja se najbolje može kreirati ako su poznati troškovi održavanja unazad nekoliko godina. Iz ovih troškova se izostave troškovi skupocjenih zahvata investicijskog održavanja s troškovima iznad 50000 € pojedinačno. Nakon što se ti troškovi izostave, obično se dobije stabilan trend godišnjih općih troškova sitnih aktivnosti tekućeg održavanja na temelju kojih se mogu odrediti minimalni troškovi koji se očekuju. Tako dobivenim očekivanim troškovima godišnjeg održavanja treba dodati troškove skupocjenih zahvata investicijskog održavanja koji se planiraju u narednoj godini kako bi se dobio ukupan budžet održavanja za sljedeću godinu.

Još jedan model prema kojemu se može orijentirati prilikom određivanja godišnjeg budžeta održavanja daje napomenu da godišnji troškovi održavanja trebaju biti u rasponu od 1,5% do 5% (najčešće manje od 3%) iznosa procijenjene vrijednosti opreme. Kao procijenjena vrijednost se može uzeti osigurana vrijednost prema procjeni osiguravajućeg društva.

### **13.7. Osnovne veličine pri izračunavanju cijene popravaka**

Emert i sur. (1997.) navode i pojašnjavaju osnovne veličine na koje treba obratiti pažnju pri izračunu i predviđanju cijene popravaka.

Pri popravku adekvatno trebaju biti zadovoljeni slijedeći uvjeti:

- učinkovitost popravka,
- kakvoća popravka i
- cijena popravka.

Cijena popravka je jedna od najznačajnijih stavki pri popravcima stoga treba imati na umu da konačna cijena popravka najčešće ovisi o slijedećim veličinama:

- učinkovitosti izvršenih radova,
- organizaciji popravka,
- učinkovitosti snabdjevanja rezervnim dijelovima,
- kakvoći izvršene defektaže,
- kakvoći i pravovremenosti dijagnostike,
- opremi radionice,
- stručnosti i obučenosti djelatnika.

Zaključak je da dobro ustrojene i opremljene radionice imaju i bolje preduvjete za jeftiniji popravak, a cijena popravka sastoji se od:

$$C_p = C_m + C_r$$

gdje je:

$C_p$  - cijena popravka,

$C_m$  - cijena materijala i/ili dijelova i

$C_r$  - cijena rada.

Cijena materijala ili dijelova koji se ugrađuju prilikom popravka sastoji se od:

$$C_m = C_{mtr} + C_{skl} + C_{tr} + C_l$$

gdje je:

$C_{mtr}$  - cijena materijala na tržištu,

$C_{skl}$  - cijena skladištenja materijala i/ili dijelova,

$C_{tr}$  - cijena transporta materijala i/ili dijelova i

$C_l$  - cijena troškova nastalih lomom, kalom, rasturom.

Tržišna cijena materijala je cijena po kojoj se materijal ili dijelovi kupuju na tržištu. Poželjno je kupovati materijal po tvorničkim ili veleprodajnim cijenama zbog uštede. Cijena skladištenja sadrži troškove koji nastaju skladištenjem materijala, a sastoje se od bruto plaća skladišnih radnika, kamata, troškova energije, troškova režije itd. Cijena transporta uključuje troškove dopreme materijala u skladište, a sastoji se od troškova transportnih vozila i bruto plaća te režijskih troškova vozača. Tijekom transporta može doći do rastura, različitih oštećenja i loma dijelova i materijala pa se troškovi uzrokovani na taj način u planiranom iznosu ugrađuju u cijenu materijala.

Svi troškovi koji su nastali skladištenjem, transportom i rasturom pokrivaju se iz prihoda skladišta. Prihod skladišta se ostvaruje kroz trgovačke marže, trgovačke kondicije, zaračunavanjem skladišnih troškova i troškova manipulacije te ostale prihode. Ukoliko prihodi skladišta ne pokrivaju njegove troškove, tada se razlika mora uračunati u cijenu radnog sata.

Cijena rada sastoji se od:

$$C_r = C_s \cdot B_s$$

gdje je:

$C_s$  - cijena radnog sata,

$B_s$  - broj radnih sati.

Cijena radnog sata sadrži sve troškove koji nastaju u radionici za popravak. Osnovni elementi koji čine kalkulaciju cijene radnog sata su:

- bruto plaće (neto plaće, porezi, doprinosi),
- doprinosi i porezi na dohodak, profit i sl.,
- kamate,

- anuiteti,
- amortizacija objekata, opreme itd.,
- sitni inventar i alat,
- troškovi održavanja radionice i opreme,
- troškovi tehničke zaštite („OZS“ – osobna zaštitna sredstva),
- troškovi energije (plin, električna energija itd.),
- troškovi HTP usluga,
- troškovi režijskog osoblja (rukovodno, tehničko, kancelarijsko osoblje, vratari, čuvari itd.),
- režijski i uredski materijal,
- troškovi službenih vozila,
- troškovi prehrane,
- ostali troškovi (koji nastaju u istoj radionici) i
- planirana dobit.

Nakon utvrđivanja svih mogućih troškova i planirane dobiti, dobiva se iznos koji podijeljen s planiranim brojem radnih sati tijekom godine daje cijenu jednog radnog sata.

Planirani broj radnih sati utvrđuje se na dva načina i to pomoću:

- efektivnih radnih sati i
- norme sati.

Efektivni radni sati su stvarni radni sati koje dobivamo umnoškom broja radnika i broja sati tokom godine, a norma sati je planirani iznos sati na osnovi normativa radnog vremena, koji mogu biti tvornički i iskustveni. Obje metode imaju svojih prednosti i nedostataka. Ako se rad vrednuje na osnovu efektivnih (stvarnih) odrađenih sati, tada je moguće raditi smanjenim učinkom jer se obračun plaća provodi na osnovi efektivnih sati provedenih u poslu, a ne na osnovi obavljenog posla. U slučaju normi kada se unaprijed određuju normativi rada, radnici su prisiljeni ispunjavati zadane norme što se može negativno odraziti na kakvoću rada, a postoji i opasnost da se pojedine aktivnosti tijekom popravka izostave zbog uštede na vremenu. Sami normativi u remontnoj praksi teško se mogu točno utvrditi (za razliku od normativa pri izradi novog dijela).

Preporučljivo je koristiti kombinaciju oba načina planiranja broja radnih sati, tj. da se popravak bilježi i vrednuje na osnovi efektivnih radnih sati, ali se istovremeno provodi i nadzor na osnovi okvirnih normativa.

## **14. UPRAVLJANJE REZERVNIM DIJELOVIMA I MATERIJALIMA ODRŽAVANJA**

Bez dostupnosti rezervnih dijelova i materijala održavanja nije moguće održavati opremu te se uz karticu opreme obavezno vodi i lista rezervnih dijelova i materijala održavanja potrebnih za održavanje pojedine opreme. Temelj za planiranje rezervnih dijelova i materijala održavanja je kategorizacija opreme. Za opremu koja spada u najvišu kategoriju potrebno je planirati značajniju količinu dijelova i materijala održavanja. Popis rezervnih dijelova i materijala održavanja potrebnih za održavanje određene opreme kreira se na temelju:

- zakonskih odredbi i standarda,
- preporuke proizvođača opreme,
- planova održavanja opreme,
- vlastitog iskustva i
- FMEA i RCFA analize.

Osim samog popisa stavki neophodnih za održavanje pojedine opreme potrebno je za svaku stavku imati i popis potencijalnih isporučitelja i radionički crtež u slučaju ako se dio može izraditi u vlastitoj radionici ili ako se treba naručiti njegova izrada.

Rezervni dio je predmet namijenjen da zamijeni odgovarajući predmet s ciljem obnove originalne funkcije opreme, dok je materijal održavanja predmet ili materijal koji nije specifičan za određenu opremu i namijenjen je za jednokratnu upotrebu. Npr. primjeri rezervnih dijelova su zupčanik, klipnjača, koljenasto vratilo itd., a primjeri materijala održavanja su izolir traka, elektrode za zavarivanje, limovi, ljepila, brusni papir, boje, lakovi, goriva, maziva itd. Postoje tri tipa rezervnih dijelova, a to su:

1. kapitalni dijelovi,
2. nestandardni dijelovi i
3. standardni dijelovi.

U kapitalne rezervne dijelove se ubrajaju dijelovi visoke vrijednosti (50000 € i više) sa dugim vijekom trajanja od minimalno pet godina. Rok isporuke takvih dijelova obično je prilično dug. Kapitalni rezervni dijelovi se obično nabavljaju neposredno pred ugradnju,

ali ako se nabave ranije, računovodstveno se vode kao oprema tj. kroz računovodstvo se ne vode kao rezervni dijelovi već kao imovina što je definirano zakonskim propisima o računovodstvu. Nestandardni dijelovi su dijelovi koji se moraju nabavljati od originalnog proizvođača opreme ali se ne ubrajaju u kapitalne dijelove jer su relativno niske cjenovne vrijednosti. To su npr. elektronske kartice kontrolera i drugi specifični namjenski dijelovi. Standardni dijelovi su dijelovi koji imaju karakteristike koje odgovaraju međunarodnim standardima. Ovi su dijelovi obično uvijek dobavljivi na tržištu i imaju kratak rok isporuke. Standardni dijelovi se ne moraju nabavljati od originalnog proizvođača opreme. U standardne dijelove ubrajamo utičnice, automatske osigurače, prekidače, standardne vijke, ležajeve i sl.

Druga podjela rezervnih dijelova je prema njihovoj trajnosti na:

1. netrošive dijelove,
2. sporotrošive dijelove i
3. potrošne dijelove.

Netrošivi dijelovi su dijelovi koji se ne troše i teško se mogu onesposobiti za obavljanje svoje funkcije (stalci, postolja, kućišta i sl.), a često im je vijek trajanja duži od vijeka trajanja opreme u koju su ugrađeni. Sporotrošivi dijelovi su dijelovi čiji vijek trajanja je kraći od vijeka trajanja opreme i koji se troše ali se u radnom vijeku opreme rijetko ili uopće ne mijenjaju. Primjer sporotrošivog dijela može biti motor traktora. Potrošni dijelovi su dijelovi koji se tijekom rada opreme ubrzano troše i često se mijenjaju (npr. ležajevi, remeni, pročistači ulja, baterije i sl.).

Materijali održavanja se dijele na:

1. nestandardne materijale održavanja i
2. standardne materijale održavanja.

Standardni materijali održavanja su razne stavke koje se troše svakodnevno, a također su uvijek dobavljive na tržištu i mogu biti kupljene ubrzo nakon zahtjeva i u kratkom roku. U standardne materijale spadaju kablovi, izolir trake, patrone osigurača itd. Broj nestandardnih materijala održavanja je mali, a oni se trebaju tretirati isto kao i nestandardni dijelovi jer je njihov rok isporuke često dug i moraju se nabavljati od specificiranih proizvođača.

Velike se uštede mogu postići razumnom nabavkom rezervnih dijelova. Npr. cijena određenog dijela opreme može značajno varirati ovisno kod kojih isporučitelja taj dio nabavljamo, stoga valja biti oprezan pri odabiru najpovoljnije solucije nabavke dijelova. Naravno, treba voditi računa i o kvalitetu dijelova jer lošiji dijelovi su svakako jeftiniji ali im je kraći vijek trajanja. U tom smislu uvijek treba odabrati optimalan odnos cijene i kvaliteta rezervnih dijelova te njihove dostupnosti. Najjednostavnije, ali ne i najbolje rješenje, je imati na zalihi sve potrebne rezervne dijelove i materijale održavanja. Suvremeno poslovanje zahtijeva značajno sniženje zaliha u svim skladištima pa tako i skladištima rezervnih dijelova jer zalihe su „mrtav kapital“ te se njihovim smanjivanjem povećava aktivni kapital organizacije. Preveliku zalihu rezervnih dijelova i materijala nije dobro imati iz sljedećih razloga:

- zalihe su „mrtav“ kapital,
- troškovi skladištenja nisu zanemarivi,
- dijelovi i materijali s vremenom manje ili više propadaju,
- pojedini dijelovi i materijali zastarijevaju i
- mogućnost gubljenja i otuđivanja dijelova i materijala.

Postoje četiri načina popune skladišta rezervnim dijelovima:

1. nabavkom (kupovinom),
2. konsignacijom,
3. zajedničkim skladištenjem i
4. obližnjom trgovinom.

Nabavka (kupovina) je klasični način popune skladišta koji je jednostavan i efikasan ali za posljedicu ima značajno smanjenje aktivnog kapitala. Konsignacija je suvremen način popune skladišta rezervnih dijelova pri kome isporučitelj dostavlja rezervne dijelove i materijale u skladište kupca ali ih ne fakturira dok isti ne budu ugrađeni. Na ovaj način isporučitelj štedi troškove skladištenja u svom skladištu i ima osiguranog kupca, a kupac izbjegava smanjivanje aktivnog kapitala uz vrlo brzu dostupnost dijelova i materijala. Također se može organizovati da dijelovi budu uskladišteni kod isporučitelja ali uz obavezu da budu rezervirani tj. da se ne prodaju drugim kupcima. Zajedničko skladištenje je opcija gdje se organizira zajedničko skladište rezervnih dijelova za više organizacija čime se postižu uštede na troškovima skladištenja i veća dostupnost dijelova i materijala.

Npr. više organizacija skladišti kapitalne dijelove visoke vrijednosti u zajedničkom skladištu, a da to čine pojedinačno bilo bi preskupo i neisplativo. Obližnja trgovina je opcija pri kojoj isporučitelj rezervnih dijelova organizira prodavaonicu rezervnih dijelova i materijala u prostorijama kupca tj. organizacije, ili u neposrednoj blizini kupca. Na ovaj način kupac povećava svoj aktivni kapital, a prodavač ima osiguranog kupca i snižava vlastite troškove ako koristi prostorije kupca. U slučaju potrebe rezervni dijelovi i materijali su kupcu uvijek dostupni i brzo dobavljeni.

Neovisno o odabranom načinu popune skladišta rezervnim dijelovima, nužno je organizirati efikasan postupak njihove nabave. Nedopustivo je da proces nabave standardnih materijala i standardnih dijelova održavanja traje duže od 24 sata radnim danima, a u prosjeku treba biti kraći od 8 sati. Npr. ako zaliha nekog standardnog dijela padne ispod minimalno propisane količine, „CMMS“ softver će automatski kreirati zahtjev za njegovu nabavu koji služba za nabavu u radnom vremenu treba realizirati u roku od nekoliko sati. Praćenje stanja i inspekcija dijelova najpouzdaniji je orijentir za planiranje njihove zamjene i nabavke.

Sve narudžbe rezervnih dijelova i materijala održavanja se dijele u dvije grupe:

1. redovne narudžbe i
2. izvanredne narudžbe.

Redovne narudžbe se obavljaju automatski pomoću „CMMS“ softvera ili ih rukovoditelj skladišta obavlja ručno. Postupkom redovne narudžbe se nabavljaju oni dijelovi i materijali kojih stalno treba biti u skladištu u količini između minimalne i maksimalne zalihe. Postupkom izvanredne narudžbe nabavljaju se svi ostali dijelovi i materijali održavanja. Izvanredne narudžbe obavlja ured održavanja. Ured održavanja također kreira popis stavki u skladištu rezervnih dijelova i materijala održavanja koje se nabavljaju postupkom redovne narudžbe te definira minimalne i maksimalne zalihe.

Osim do sada navedenih podjela, a ovisno o tome odakle se dijelovi nabavljaju, rezervni dijelovi i materijali održavanja dijele se u još dvije skupine:

1. rezervni dijelovi i materijali vlastite izrade i
2. rezervni dijelovi i materijali koji se kupuju ili eksterno izrađuju.

Zadaća od vrlo velikog značaja kod skladištenja rezervnih dijelova i materijala je definiranje minimalne i maksimalne količine zaliha za sve stavke u skladištu. Minimum i maksimum zaliha određuje ured održavanja. Pravilo je da se naručivanje obavlja u trenutku kad stanje zaliha padne na minimalnu razinu, a količina koja se naručuje treba biti dostatna da se postigne maksimalno definirano stanje zaliha.

Minimalno stanje se definira na temelju roka isporuke stavke i brzine potrošnje i to tako što se rok isporuke podijeli sa periodom izuzimanja stavke, a dobiveni rezultat se množi koeficijentom kategorije opreme „ $k$ “:

$$MIN = k \cdot \left( \frac{ROK\ ISPORUKE}{PERIOD\ IZUZIMANJA} \right)$$

Koeficijent kategorije opreme se kreće u rasponu od 1,0 do 1,5 pri čemu dijelovi značajnije opreme više kategorije dobivaju i veći koeficijent „ $k$ “. Npr., ako se neka stavka potrebna za održavanje izuzetno značajne opreme izuzima 5 puta u toku jedne godine, tada se razdoblje izuzimanja stavke računa kao  $365/5 = 72$  dana, a uzimamo koeficijent kategorije opreme  $k = 1,5$ . Jednostavnije rečeno, stavka se izuzima približno jednom u dva i pol mjeseca. Ako je rok isporuke te stavke 4 mjeseca (120 dana), tada imamo:

$$MIN = k \cdot \left( \frac{ROK\ ISPORUKE}{PERIOD\ IZUZIMANJA} \right) = 1,5 \cdot \frac{120}{73} = 2,45$$

te podešavamo minimalnu razinu zalihe na 3 komada. Na ovaj način imamo minimalnu zalihu za 4 i pol mjeseca (minimalna zaliha pomnožena s koeficijentom kategorije opreme.  $3 \cdot 1,5 = 4,5$ ). Razdoblje izuzimanja opreme može se odrediti i na temelju izuzimanja dijelova tijekom prethodnih godina, a dijelom i na temelju planova preventivnih održavanja, jer je sastavni dio svakog plana preventivnog održavanja i plan zamjene dijelova.

Kako bi se definiralo maksimalno stanje zaliha potrebno je poznavati godišnje troškove skladištenja stavke koji iznose uglavnom oko 10% od njezine vrijednosti i troškove narudžbe. Međutim, orijentacijski se može reći da je maksimalno stanje 30-40% veće od minimalnog. Na točnu vrijednost maksimalne zalihe utječe prije svega visina troškova narudžbe, a također i broj stavki (komada) u pakiranju. Npr., ako se neka stavka prodaje u pakiranju od po 10 komada, a minimalno stanje je npr. 8 komada, tada

maksimalno stanje podešavamo na 18 komada ( $8+10=18$ ) tj. predviđamo nabavku cijelog pakiranja.

Vidimo da su tri ključna podatka pri planiranju zaliha dijelova:

- kategorizacija opreme,
- rok isporuke i
- razdoblje izuzimanja.

Rok isporuke se relativno jednostavno može dobiti od isporučitelja opreme i može se smatrati da je za većinu nestandardnih dijelova dva mjeseca, a kada su u pitanju standardni dijelovi i materijali održavanja tada se može računati da je rok isporuke kraći od tjedan dana. Kapitalni dijelovi se u načelu ne drže na zalihi već se nabavljaju planski. Naime, praćenjem stanja dijelova u eksploataciji pri pojavi simptoma otkaza dijela pokreće se postupak nabave istog, dakle nema potrebe da se dio ranije drži u skladištu. Izuzetak su kapitalni dijelovi kod kojih je mogućnost oštećenja izuzetno velika. „CMMS“ softver automatski naručuje rezervne dijelove i materijale u količini koja je razlika maksimalne i minimalne zalihe.

Nakon što se kreira popis dijelova i materijala koji su u sustavu redovne narudžbe potrebno je obaviti „ABC analizu“ popisa. „ABC analiza“ je metoda za analizu i upravljanje zalihama (skladištima). Bit „ABC analize“ je:

1. svakoj stavki u skladištu pridruži se cijena,
2. količine stavki se pomnože s cijenama i tako se dobije ukupna vrijednost skladišta,
3. potom se obavi sortiranje od stavke čija zaliha je najskuplja pa prema jeftinijim,
4. prve stavke čije zalihe čine 80% vrijednosti cijelog skladišta dobivaju oznaku „klasa A“,
5. sljedećih 10% stavki oznaku „klasa B“ i
6. preostale stavke dobivaju oznaku „klasa C“.

Klasu „A“ dobiva relativno mali broj stavki, odnosno mali broj stavki čini većinski dio vrijednosti skladišta. Uglavnom oko 20% stavki na zalihi, predstavlja 80% vrijednosti ukupnih zaliha skladišta rezervnih dijelova i materijala. Ukupne zalihe rezervnih dijelova i materijala trebaju biti u rasponu od 1-2% od ukupne procijenjene vrijednosti opreme.

Jasno, ovog pravila se ne treba slijepo držati već ga koristi kao orijentir i kao cilj kojem treba težiti.

Svake godine je potrebno ustanoviti koji dijelovi, materijali i alati su nepotrebni te ih treba rashodovati, prodati ili pokloniti (npr. suvišni, oštećeni ili zastarjeli dijelovi). Prijedlog liste stavki za rashodovanje, prodaju ili poklanjanje kreira ured održavanja, a odobrava menadžment organizacije. Stavke se obično poklanjaju obrazovnim institucijama, lokalnoj zajednici i sličnim organizacijama.

U cilju analize i evaluacije upravljanja (gospodarenja) rezervnim dijelovima i materijalima održavanja definiraju se „KPI“ (eng. „*Key performance indicators*“) – ključni pokazatelji (indikatori) učinkovitosti, odnosno uspješnosti i to:

- *KPI1* – ukupna vrijednost zaliha rezervnih dijelova i materijala održavanja,
- *KPI2* – postotak vrijednosti kapitalnih i nestandardnih dijelova u ukupnoj vrijednosti zalihe,
- *KPI3* – brzina protoka dijelova kroz skladište,
- *KPI4* – odnos vrijednosti zaliha i ukupne instalirane snage postrojenja,
- *KPI5* – ukupno trajanje zastoja uzrokovanog nedostatkom rezervnih dijelova ili materijala održavanja,
- *KPI6* – ukupni troškovi uzrokovani zastojem nastalim uslijed nedostatka dijelova ili materijala održavanja,
- *KPI7* – odnos broja uredno isporučenih rezervnih dijelova iz skladišta i broja zahtijevanih dijelova,
- *KPI8* – odnos vrijednosti zaliha i procijenjene vrijednosti opreme,
- *KPI9* – odnos troškova dijelova i materijala i ukupnih troškova održavanja i
- *KPI10* – odnos troškova dijelova i materijala i ukupne vrijednosti zalihe istih.

*KPI1* (ukupna vrijednost zaliha rezervnih dijelova i materijala održavanja) je jasan sam po sebi. U suvremenom održavanju vrijednost zaliha se nastoji svesti na minimum. *KPI2* pokazuje udio kapitalnih i nestandardnih dijelova u zaliham. Veći postotak (udjel) kapitalnih i nestandardnih dijelova u zaliham znači bolje upravljanje zaliham. Dakle, *KPI2* treba biti što veći. U skladištu treba nastojati držati samo nestandardne dijelove i materijale održavanja, a zalihe standardnih dijelova i materijala održavanja trebaju biti minimalne. Brzina protoka dijelova i materijala kroz skladište (*KPI3*) se definira kao

ukupna brzina zamjene skladišnih zaliha (prema godišnjem prosjeku). Veća brzina zamjene znači bolje iskorištenje zaliha. *KPI4* se određuje tako što se ukupna vrijednost zaliha rezervnih dijelova i materijala održavanja podijeli s ukupnom instaliranom snagom. Što je ovaj pokazatelj niži bolje je iskorištenje kapitala. *KPI5* je ukupno trajanje zastoja uzrokovanog nedostatkom rezervnih dijelova ili materijala održavanja, a mjeri se u satima. Logično, to vrijeme treba biti što kraće. *KPI6* su ukupni (procijenjeni) troškovi uzrokovani zastojem nastalim uslijed nedostatka rezervnih dijelova ili materijala održavanja. *KPI7* je pokazatelj efikasnosti (učinkovitosti) skladišta. Npr., ako je u promatranom razdoblju iz skladišta traženo 219 stavki, a skladište je uredno isporučilo 211 stavki, tada je:

$$KPI7 = \frac{211}{219} \cdot 100\% = 96\%,$$

što znači da je 96% zahtjeva uredno realizirano. Pokazatelj srodan *KPI4* pokazatelju je *KPI8*. Računa se kao odnos vrijednosti zalihe rezervnih dijelova i materijala te ukupne procijenjene vrijednosti opreme. Kao procijenjena vrijednost može se uzeti osigurana vrijednost prema procjeni osiguravajućeg društva. *KPI8* treba biti u rasponu 1-2%. *KPI9* predstavlja postotak udjela troškova dijelova i materijala u ukupnim troškovima održavanja. *KPI10* računa se za promatrano razdoblje kao odnos utrošenih rezervnih dijelova i materijala u datom razdoblju te prosječne vrijednosti zaliha u datom razdoblju.

Praćenjem navedenih ključnih pokazatelja (indikatora) učinkovitosti (uspješnosti), može se obaviti evaluacija upravljanja rezervnim dijelovima i materijalima održavanja. Naravno, nije neophodno pratiti sve navedene indikatore nego se u svakoj organizaciji (ovisno o tipu organizacije) treba odabrati indikatore koji će se pratiti. Međutim preporučljivo je obavezno pratiti indikatore *KPI1* i *KPI8*.

Također je potrebno imati pod nadzorom efikasnost službe nabave odnosno provjeravati u kojem roku se nabavljaju standardni dijelovi i materijali održavanja. Ako je ovaj rok duži od par sati u toku radnog vremena potrebno je razmotriti što je tomu uzrok i poduzeti mjere koje će ubrzati postupak.

## 15. MJERENJE USPJEŠNOSTI ODRŽAVANJA

Bez mjerenja uspješnosti održavanja, održavanje ne možemo ni unaprijediti. Uz mjerenje uspješnosti održavanja veže se pojam „*benchmarking*“ koji se s engleskog jezika prevodi na hrvatski kao komparativna analiza (no i na našem govornom području u upotrebi je originalni izraz, „*benchmarking*“). *Benchmarking* se smatra efikasnim sredstvom u identificiranju vlastitih performansi u odnosu na konkurenciju. Ova se metoda koristi relativno često ali usporedbu s konkurencijom treba provoditi u razumnoj mjeri, odnosno potrebno je pratiti trend uspješnosti vlastitog održavanja i nastojati poboljšati uspješnost pa tek onda provoditi usporedbe s drugima sukladno dostupnim podacima.

Dva ključna podatka (performanse) na temelju kojih se provodi evaluacija održavanja su:

1. raspoloživost opreme i
2. troškovi održavanja.

Niska raspoloživost opreme rezultira smanjenjem proizvodnog kapaciteta i sukladno tome smanjenjem dobiti, a visoki troškovi održavanja također smanjuju dobit organizacije.

Prvi pokušaji da se uspostavi sustav mjerenja uspješnosti održavanja su učinjeni 1960.-tih godina. Temelje praćenju pokazatelja (indikatora) učinkovitosti (uspješnosti) postavio je britanski inženjer Victor Zvi Priel u svom radu „*Dvadeset postupaka za praćenje učinkovitosti održavanja*“ (eng. „*Twenty ways to track maintenance performance*“), objavljenom 1962. godine. Istraživanja na ovom području su nastavljena i svakodnevno se razvijaju novi postupci.

Europska komisija za standarde (fra. „*CEN*“, - „*Comité Européen de Normalisation*“) je u ožujku 2007. godine izdala standard „*EN 15341 - Maintenance - Maintenance Key Performance Indicators*“. U tom standardu je obrađen ukupno 71 indikator (eng. „*MKPI – Maintenance Key Performance Indicators*“), gdje su indikatori podijeljeni u tri grupe: ekonomski, tehnički i organizacijski („*E*“ - ekonomski, „*T*“ -

tehnički i „O“ - organizacijski), a svaka grupa indikatora je podijeljena na tri razine. Ovdje ćemo dati opis najznačajnijih indikatora, a to su: *E1*, *E3*, *E7*, *E15*, *E16*, *E17* i *T1*.

Indikator *E1* se računa kao odnos ukupnih godišnjih troškova održavanja i ukupne procijenjene vrijednosti opreme. Kao procijenjena vrijednost se može uzeti osigurana vrijednost prema procjeni osiguravajućeg društva. Npr. ako je u nekoj organizaciji ukupna procijenjena vrijednost opreme 20000000 €, a godišnji troškovi održavanja su 841000 €, tada je:

$$E1 = \left( \frac{841000}{20000000} \right) \cdot 100 = 4,2\%.$$

Vrijednost indikatora *E1* može se pratiti i mjesečno tako što se pri izračunu količnik (rezultat dijeljenja) između troškova održavanja u zadanom mjesecu i ukupne procijenjene vrijednosti opreme pomnoži s 12 (jer u godini ima 12 mjeseci) te sa 100 kako bismo dobili vrijednost u obliku postotka. Dakle, ako je trošak održavanja u zadanom mjesecu 74000 €, a ukupna procijenjena vrijednost opreme 20000000 €, tada slijedi:

$$E1 = \left( \frac{74000}{20000000} \right) \cdot 12 \cdot 100 = 4,4\%.$$

Istom analogijom, ako se indikator *E1* prati na tjednoj bazi, količnik tjednog troška održavanja i ukupne procijenjene vrijednosti opreme množimo faktorom 52, jer u godini ima 52 tjedna. Indikator *E1* treba nastojati držati ispod 3%.

Indikator *E3* se računa kao odnos ukupnih troškova održavanja i količine proizvodnje. Npr. ako organizacija proizvodi čelik, tada se indikator *E3* prikazuje kao trošak održavanja po proizvedenoj toni čelika. Ukoliko se radi o organizaciji komadne proizvodnje tada se izračunavaju troškovi održavanja po proizvedenom komadu. Npr. ako tvornica proizvodi ispušne lonce motornih vozila, tada se računaju troškovi održavanja po proizvedenom ispušnom loncu.

Indikator *E7* se računa kao odnos vrijednosti zalihe rezervnih dijelova i materijala te ukupne procijenjene vrijednosti opreme. Indikator *E7* je identičan indikatoru *KPI8* opisanom pri analizi zaliha skladišta te treba biti u rasponu 1-2%.

Indikator *E15* se računa kao odnos troškova korektivnog održavanja i ukupnih troškova održavanja, indikator *E16* kao odnos troškova preventivnog održavanja i

ukupnih troškova održavanja te indikator *E17* kao odnos troškova prediktivnog održavanja i ukupnih troškova održavanja.

U većini organizacija se od službe financija kvartalno ili barem godišnje tj. nakon periodičnog i godišnjeg obračuna mogu dobiti točni podaci potrebni za izračunavanje indikatora *E1*, *E3* i *E7* pri čemu ovi podaci vjerojatno neće biti potpuno isti kao podaci dobiveni na temelju procjena. Ako je razlika u podacima manja od 10% može se uzeti kao prihvatljiva, ali ako je veća potrebno je istražiti uzrok. Dobra suradnja stručnjaka održavanja i računovođa je od ključnog značaja za dobivanje točnih podataka.

Indikator *T1* je zapravo raspoloživost (dostupnost) i računa se po formuli:

$$T1 = \frac{ti}{i} = \frac{ti}{(ti + tz)} \cdot 100\%$$

gdje je:

*ti* – vrijeme ispravnog rada opreme,

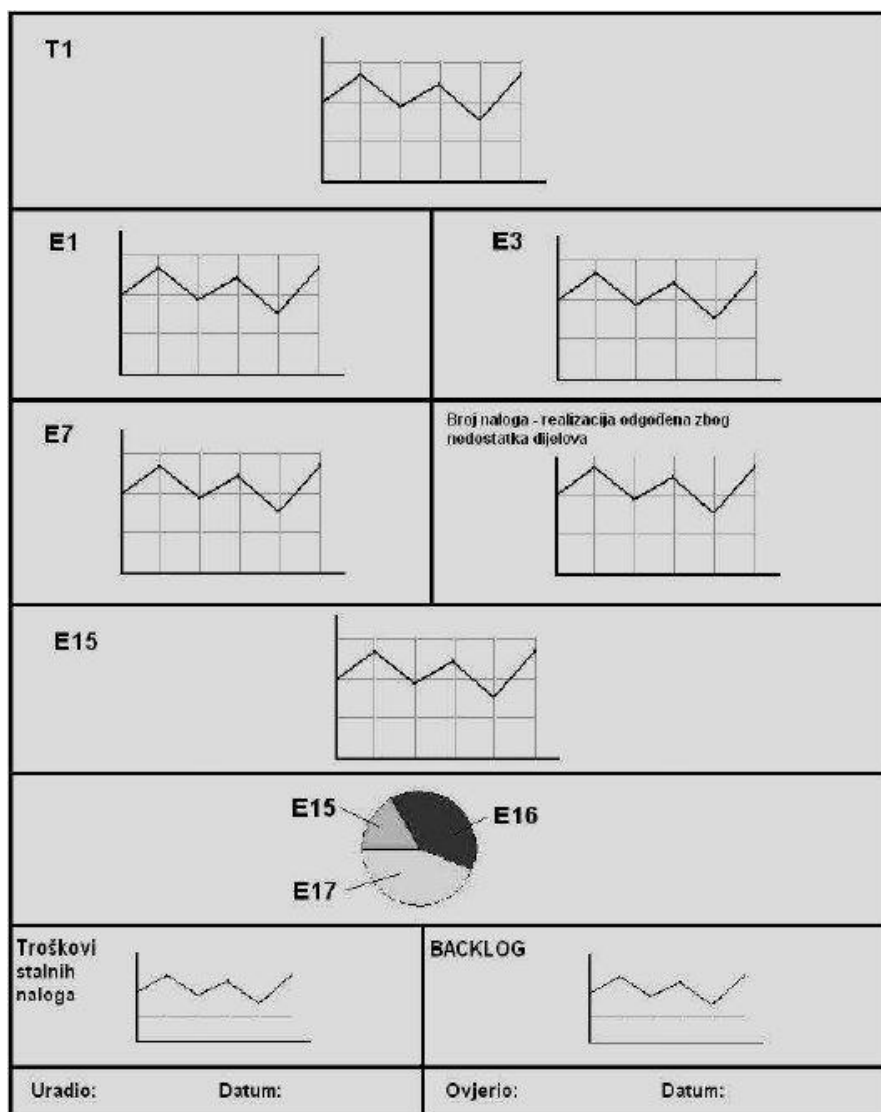
*tz* – vrijeme zastoja i

*i* = *ti* + *tz* – ukupno vrijeme promatranja.

Npr. ako je tijekom godinu dana promatranja oprema (npr. traktor) bila ispravna 324 dana, a bila je u zastoju 41 dan, tada je raspoloživost date opreme (traktora) u toj godini bila:

$$T1 = \frac{324}{324 + 41} \cdot 100\% = \frac{324}{365} \cdot 100\% = 88,8\%$$

Raspoloživost se uglavnom računa na tjednoj i godišnjoj bazi ali može se računati i tijekom zadanog perioda promatranja. Uz to, osim za pojedinačnu opremu, raspoloživost se može računati i za organizaciju u cjelini.



Slika 11. Primjer tjednog „MKPI“ izvještaja (Izvor: Brdarević i Halep, 2013.)

Osim navedenih indikatora definiranih standardom „EN 15341“, u većini organizacija se prate i ovi podaci o održavanju:

- troškovi sitnih aktivnosti održavanja (troškovi knjiženi na stalne radne naloge),
- „backlog“ i
- broj radnih naloga održavanja čiju realizaciju je omeo nedostatak dijelova i materijala održavanja.

„*Backlog*“ je engleska riječ koja u doslovnom prijevodu znači zaostali posao. U održavanju se pojam „*backlog*“ koristi kako bi se prikazala razlika između potrebnih i raspoloživih radnih sati [h] i u načelu se računa na tjednoj bazi po formuli:

$$\text{Backlog} = (\text{Identificirani posao održavanja}) - (\text{raspoloživi tjedni kapacitet})$$

Npr. ako u održavanju imamo 15 radnika, raspoloživi tjedni kapacitet uz rad jednog radnika 40 sati tjedno je:

$$15 \cdot 40 = 600\text{h}$$

Ako je ustanovljeno da u određenom trenutku imamo potrebe za radom održavanja od 1780 sati rada, tada je *backlog*:

$$1780 - 600 = 1180\text{h}$$

Dakle *backlog* je približno jednak dvotjednom kapacitetu održavanja. Smatra se da *backlog* treba biti u rasponu između dva i četiri tjedna. Konkretno u našem primjeru gdje radionica ima 15 radnika *backlog* treba biti 1200-2400 sati.

Izvještaj o uspješnosti održavanja kreira ured održavanja u suradnji s odjelom financija. Danas se ovakvi izvještaji u načelu kreiraju na tjednoj bazi tj. svakog tjedna, i na temelju njih se analizira stanje održavanja (slika 11.). Ako se ne može organizirati tjedno praćenje indikatora, tada to treba organizirati barem godišnje ili kvartalno, tj. nakon svakog obračuna kojeg obavi računovodstvo jer suvremena organizacija održavanja je nezamisliva bez praćenja uspješnosti.

## 16. LJUDSKI RESURSI U ODRŽAVANJU

U svakoj je organizaciji potrebno voditi brigu o tome da se za potrebe održavanja raspolaže odgovarajućim brojem stručnih kadrova potrebnih profila. Ukupan broj zaposlenika angažiranih na poslovima održavanja ovisi prije svega o veličini organizacije ali i o nizu drugih faktora kao što su vrsta tehnologije u organizaciji, starost opreme itd. Broj zaposlenika koji rade u uredu održavanja se određuje prema broju održavatelja u radionici održavanja uključujući eksterne održavatelje i to tako da na 15 radioničkih održavatelja dolazi jedan zaposlenik u uredu održavanja. Npr. ako je u radionici održavanja prosječno angažirano ukupno 73 zaposlenika, što vlastitih, što eksternih, tada u uredu održavanja treba biti angažirano 5 zaposlenika (rukovoditelj ureda s 4 suradnika). Osim samog broja zaposlenika potrebno je definirati i njihovu stručnost (kvalifikacije). Pri definisanju potrebne kvalifikacione strukture održavatelja se vodi računa o ekonomskoj opravdanosti. Npr. ako će specijalist neke aktivnosti održavanja biti angažiran samo pet radnih dana godišnje, tada je obično isplativije angažirati eksterni servis.

Na temelju planova održavanja može se odrediti potreban broj i kvalifikacije zaposlenika za potrebe preventivnog održavanja i dijagnostičkih pregleda. Taj broj se uveća za približno 70% te se dobije potreban broj održavatelja. Npr. ako je za potrebe realizacije aktivnosti preventivnog održavanja i dijagnostičkih pregleda potrebno 15 održavatelja tada se uzima da je potrebno imati 26 održavatelja ( $1,7 \cdot 15 = 26$ ). Naravno, ovo je samo približna procjena koja se kasnije korigira na temelju backloga. Održavatelji u svakom trenutku trebaju imati posla na čekanju (backloga) za minimalno dva tjedna. Ako nema backloga (posla na čekanju) to ne znači da ga treba izmisliti ili da treba održavateljima zadati da rade sporije nego je potrebno smanjiti broj održavatelja. Naprotiv, ako i pored vrijednog rada održavatelji imaju posla na čekanju za više od četiri tjedna tada treba povećati broj održavatelja.

U uredu održavanja su u načelu radno angažirani inženjeri i tehničari održavanja, a u radionici održavanja majstori odgovarajućih profila. U većini organizacija stručnost majstora održavatelja rangira se na pet razina:

- mehaničar III,
- mehaničar II,
- mehaničar I,
- mehaničar specijalist i
- mehaničar viši specijalist.

Zvanje mehaničar III dobiva održavatelj bez radnog iskustva koji nije u stanju samostalno rješavati probleme održavanja nego radi kao pomoćnik mehaničarima II i I te specijalistima. Na ovoj razini mehaničar ostaje obično 3-5 godina nakon čega se promovira u više zvanje, mehaničar II. Mehaničar III se najčešće angažira kao pomoćnik na aktivnostima preventivnog održavanja tijekom kojih stječe potrebno iskustvo. Mehaničar II treba biti educiran za samostalno obavljanje jednostavnijih zadataka održavanja, a najčešće se angažira na poslovima korektivnog održavanja. Na razini mehaničar II, održavatelj obično radi 5-10 godina. Mehaničar I je već vrlo iskusan održavatelj s minimalno 8 godina radnog iskustva i na vrhuncu je radnih sposobnosti. Treba biti u stanju samostalno riješiti većinu problema održavanja, a na ovoj razini se zadržava 10-15 godina nakon čega se promovira u zvanje specijalista. Specijalisti i viši specijalisti su održavatelji s više od 20 godina radnog iskustva i najčešće se angažiraju na specijalističkim aktivnostima preventivnog i prediktivnog održavanja te edukaciji mlađih održavatelja.

Educiranost svih zaposlenika angažiranih na poslovima održavanja se prikazuje tablično pomoću grafičkih simbola, a taj se prikaz naziva matrica vještina (slika 12).

| Simbol                                                                              | Opis                         | Nivo          |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|---------------|
|  | Neupućen u posao             | —             |
|  | Zna osnovne stvari           | Mehaničar III |
|  | Zna raditi uz pomoć          | Mehaničar II  |
|  | Zna raditi samostalno        | Mehaničar I   |
|  | Zna učiti druge kako se radi | Specijalista  |

Slika 12. Tablični prikaz stupnja educiranosti održavatelja grafičkim simbolima  
(Izvor: Brdarević i Halep, 2013.)

Vrlo bitna stavka je i provođenje edukacija radnog kadra. Određene edukacije kao što je npr. edukacija u protupožarnoj zaštiti i pružanju prve pomoći su zakonski propisane za sve zaposlenike, a osim tih, provode se i sljedeće edukacije zaposlenika:

- predavanja,
- stručni seminari općeg tipa,
- stručni seminari specijalističkog tipa,
- posjete tehničkim sajmovima i prezentacijama,
- samostalno učenje iz stručne literature i softverskih paketa i
- samostalno uvježbavanje.

Plan edukacije zaposlenika se kreira uvidom u njihove matrice znanja i vještina (slika 13.). U prosjeku se godišnje za potrebe edukacije treba planirati 1.000-1.500 € po zaposleniku, a svaki zaposlenik treba provesti na edukaciji barem 10 radnih dana (80 sati) godišnje.

|             | Rukovođenje | Timski rad | Dijagnostika | EMP | MRU | PLC | VN |
|-------------|-------------|------------|--------------|-----|-----|-----|----|
| Suljo Mujić | ●           | ●          | ■            | ●   | ●   | ■   | ●  |
| Mujo Suljic | ■           | ■          | ■            | ■   | ●   | ●   | ■  |
|             |             |            |              |     |     |     |    |

Slika 13. Primjer matrice znanja i vještina električara

(Izvor: Brdarević i Halep, 2013.)

Veliki značaj za cjelokupnu organizaciju ima liderstvo, tj. valjano rukovođenje službom održavanja i izgradnja dobrog tima. Dobar rukovoditelj (lider) prije svega treba biti stručan u svom području, biti emocionalno inteligentan, postupati pravedno i sukladno kako zakonskim propisima tako i aktima organizacije u kojoj radi te treba imati dobre komunikacijske i organizacijske vještine. Emocionalna inteligencija je sposobnost upravljanja vlastitim i tuđim emocijama (osjećajima) te ispravnog shvaćanja istih. Također, rukovoditelj mora znati i slušati i zapovjedati te pravilno izvršavati zadatke koje je dobio od nadređenih bez da ga oni moraju nadgledati. Također, komunikacijske vještine su jedna od ključnih osobina dobrog lidera (rukovoditelja). Postoji niz pravila za dobru komunikaciju ali najbitnije je:

- tijekom komunikacije problem iznositi staloženo i postupno tj. korak po korak,

- fokusirati se na temu razgovora tj. ne spominjati nebitne stvari i
- pažljivo slušati sugovornika.

Osim komunikacijskih vještina, izuzetno su bitne i organizacijske sposobnosti lidera (rukovoditelja). Dobra organizacija podrazumijeva:

- planski rad,
- učinkovitost (efikasnost) i
- pravilno postavljanje prioriteta.

U smislu izvršenja radnih zadataka zaposlenici se dijele u tri kategorije:

- ne izvršava radne zadatke,
- izvršava radne zadatke, ali ga treba nadgledati i
- izvršava radne zadatke i bez nadzora.

Zaposlenike treba stalno poticati da izvršavaju radne zadatke i kada ih se ne nadgleda, a glavna metoda je materijalna stimulacija premda i moralnu stimulaciju ne treba zanemariti. Izgradnja složnog tima (eng. „*Teambuilding*“) je jedan od značajnih zadataka rukovoditelja (lidera). Postoji niz organizacija koje nude usluge *teambuildinga* (izgradnje tima). Obično se programi *teambuildinga* organiziraju vikendom kroz razne zajedničke aktivnosti (rafting, kampiranje, odmor, zajedničke igre i sl.). Ovi programi doprinose jačanju timskog rada no oni ne mogu pomoći ukoliko su unutar tima međusobni odnosi postavljeni krivo u samom korijenu. Ako u timu postoji problem, potrebno je otkriti uzrok i po tom pitanju djelovati.

Naravno da se u praksi nerijetko mora improvizirati, no improvizacije treba izbjegavati kad god je to moguće tj. potrebno je raditi planski. Vrijedi pravilo da je bolji i loš plan nego nikakav. Promišljenim organizatorskim radom mogu se postići velike uštede tijekom realizacije rada.

## 17. AUDIT ODRŽAVANJA

Pojam audit ima korijen u latinskoj riječi „*auditus*“ sa značenjem „ja slušam“. Audit (inspekcija, pregled, revizija) se provodi u cilju ocjene (evaluacije) rada pojedinaca ili organizacija, a najviše se primjenjuje u računovodstvu. Audit održavanja se provodi u cilju evaluacije funkcije održavanja u organizaciji. Provodi ga tehnički direktor u organizaciji uz pomoć rukovoditelja održavanja i uz pomoć eksternih konzultanata. Međutim, ne preporuča se da sam audit provode ljudi izvan organizacije jer na taj način oni dolaze do informacija koje eventualno mogu biti zloupotrebene. Eksterne konzultante je dobro angažirati u pripremi samog audita, ali u njegovom provođenju oni ne bi trebali sudjelovati te im, u načelu, rezultati audita ne smiju biti dostupni. Audit održavanja se provodi u četiri koraka:

1. priprema upitnika za audit,
2. intervju (anketiranje) ključnog osoblja prema pripremljenom upitniku,
3. analiza rezultata intervju (ankete) i
4. kreiranje izvještaja o auditu.

Prije samog kreiranja upitnika za audit potrebno je intervjuom dobiti opće podatke o održavanju. Na primjer:

1. Kakva je postojeća organizacija održavanja?
  - a) centralizirano ili decentralizirano održavanje?
  - b) organizacijska shema održavanja?
  - c) ukupan broj održavatelja i kvalifikacijska struktura?
2. Kako je sprovedeno preventivno održavanje?
  - a) postoje li planovi preventivnog održavanja?
  - b) kako su kreirani planovi preventivnog održavanja?
  - c) provode li se planovi preventivnog održavanja?
3. Kako je provedeno prediktivno održavanje?
  - a) koje metode tehničke dijagnostike provode?
  - b) koje instrumente imaju?
  - c) postoje li planovi dijagnostičkih pregleda?

- d) kako su kreirani planovi dijagnostičkih pregleda?
- e) provode li se planovi dijagnostičkih pregleda?
- f) tko provodi dijagnostičke preglede?
- 4. Kako se obavlja programiranje održavanja?
- 5. Kako se prate troškovi i performanse održavanja?
- 6. Kakav je sistem radnih naloga?
- 7. Kako je provedena klasifikacija opreme i kategorizacija kritičnosti opreme?
- 8. Kako se prati količina preostalog posla (backlog-a)?
- 9. Kako se upravlja rezervnim dijelovima i materijalima održavanja?

Pri snimanju stanja treba što realnije dokumentirati postojeće stanje. Upitnik za audit se kreira u obliku tablice i odgovor na pitanja se ocjenjuje ocjenama u rasponu 1-10 ili 1-5 (tablica 4.). Zbrajanjem ocjena po svim pitanjima dobiva se ukupna ocjena održavanja. Tijekom samog auditiranja poželjno je imati uvid u službene dokumente.

Tablica 4. Primjer upitnika za audit (sustav radnih naloga)

| PITANJE                                        | ODGOVOR | Ocjena |
|------------------------------------------------|---------|--------|
| Kreira li se za sve poslove radni nalog?       | -       | 1-5    |
| Poštuju li se pravila za tipove radnih naloga? | -       | 1-5    |
| Sadrži li nalog sve potrebne elemente?         | -       | 1-5    |
| Podnose li se izvještaji o realizaciji naloga? | -       | 1-5    |
| Provodi li se kontrola realizacije naloga?     | -       | 1-5    |
| Arhiviraju li se radni nalozi?                 | -       | 1-5    |
|                                                | UKUPNO: |        |

Izvor: vlastita tablica

## 18. POBOLJŠANJE ODRŽAVANJA

Ukoliko se za time pokaže potreba, menadžment organizacije može donijeti odluku o pokretanju projekta poboljšanja održavanja u organizaciji. Pri provođenju poboljšanja održavanja potrebno je:

1. provesti kvalitetnu edukaciju cijelog radnog kadra uključenog u proces održavanja,
2. snimiti postojeće stanje održavanja (provesti audit održavanja),
3. kreirati plan poboljšanja održavanja,
4. izvršiti evaluaciju plana poboljšanja održavanja i eventualnu doradu,
5. realizirati plan poboljšanja održavanja,
6. provesti evaluaciju realizacije plana poboljšanja (ponovno provesti audit održavanja) i
7. osigurati kontinuirano poboljšavanje održavanja u budućem razdoblju.

Edukacija se provodi posebno za radioničke radnike službe održavanja, a posebno za rukovoditelje. Svi radionički radnici angažirani u službi održavanja (mehaničari, električari i drugi) trebaju u manjim grupama odslušati predavanje u trajanju od pola sata do sat vremena. U tom predavanju ukratko se predstavljaju sljedeće teme:

- pojam i zadaci održavanja,
- strategije održavanja (korektivno, preventivno i prediktivno),
- uloga i zadaci ureda održavanja,
- značaj tehničke dijagnostike u suvremenom održavanju,
- suvremeno upravljanje rezervnim dijelovima i materijalima održavanja i
- mjerenje uspješnosti održavanja.

Edukacija za rukovoditelje provodi se kroz sedam predavanja. Svako predavanje treba trajati 1-3 sata uključujući vrijeme za raspravu o pojedinim temama. Teme predavanja su:

1. pojam i strategija održavanja,
2. teorija i organizacija održavanja,
3. planiranje i programiranje održavanja,
4. tehnička dijagnostika,

5. upravljanje rezervnim dijelovima i materijalima održavanja,
6. mjerenje uspješnosti održavanja i
7. ljudski resursi u održavanju.

Sljedeći korak nakon edukacije je snimanje postojećeg stanja održavanja odnosno audit održavanja. Poslije snimanja postojećeg stanja potrebno je kreirati plan poboljšanja održavanja i izvršiti njegovu evaluaciju te eventualnu doradu. Zatim se pristupa realizaciji plana poboljšanja i evaluaciji realizacije. Završni i jako bitan korak je osigurati kontinuirano poboljšavanje održavanja u budućem razdoblju. Određenom broju kadrova u opise radnih mjesta treba unijeti obavljanje aktivnosti koje vode ka stalnom unaprijeđenju i poboljšanju funkcije održavanja u organizaciji, a ostale zaposlenike na razne načine motivirati da daju svoj doprinos po ovom pitanju.

Ukoliko je u organizaciji bilo zastupljeno isključivo neplansko, korektivno održavanje, tada je redoslijed aktivnosti na uvođenju planskog (preventivnog i prediktivnog) održavanja sljedeći:

1. donošenje odluke menadžmenta organizacije i definiranje odnosa troškova planskog i neplanskog održavanja,
2. uvesti nadzor troškova planskog i neplanskog održavanja,
3. uvesti preventivno i prediktivno održavanje angažiranjem vlastitog i dijelom unajmljenog radnog kadra i
4. pratiti pad troškova aktivnosti korektivnog (neplanskog) održavanja i sukladno tome premještati radnike sa korektivnog održavanja na preventivno i prediktivno.

U razdoblju dok preventivno i prediktivno održavanje ne počnu davati rezultate korektivno održavanje će biti i dalje značajno zastupljeno. Rezultati uvođenja preventivnog i prediktivnog održavanja se primjećuju kroz pad broja aktivnosti i radnih sati aktivnosti korektivnog održavanja i posljedično tome smanjenje troškova korektivnog održavanja. Sukladno ovome radnici iz radionice korektivnog održavanja se postupno premještaju u radionicu preventivnog i prediktivnog održavanja. Ako ne dođe do pada broja aktivnosti i radnih sati korektivnog održavanja u roku od nekoliko mjeseci znači da preventivno i prediktivno održavanje nisu ispravno uvedeni tj. da je potrebno provesti poboljšanja. Također, potrebno je provjeriti i samo praćenje troškova aktivnosti korektivnog održavanja jer postoji mogućnost da dobiveni podaci nisu točni. Tijekom

razdoblja uvođenja preventivnog i prediktivnog održavanja ukupni troškovi održavanja će se povećati, odnosno biti će veći nego što su bili s korektivnim održavanjem. Tek nakon nekoliko mjeseci može se očekivati postupno sniženje troškova održavanja. Samo uvođenje planskog (preventivnog i korektivnog) održavanja je svojevrsna investicija. Kada je u pitanju raspoloživost opreme, ista se treba odmah početi uvećavati i u tom smislu rezultati uvođenja preventivnog i prediktivnog održavanja se relativno brzo uočavaju, najčešće već u roku od mjesec ili dva. Ključne aktivnosti uvođenja preventivnog i prediktivnog održavanja su:

- organizacijske pripreme,
- klasifikacija i kategorizacija opreme,
- kreiranje planova preventivnog i prediktivnog održavanja,
- kreiranje radnih uputstava,
- nabavka i instaliranje potrebne opreme i
- ugovaranje eksternih usluga.

Organizacijske pripreme podrazumijevaju određivanje i edukaciju osoblja unutar ureda održavanja u čijoj nadležnosti će biti planiranje i programiranje održavanja te dijagnosticiranje. Također je potrebno organizirati radionicu preventivnog i prediktivnog održavanja. Dalje je potrebno obaviti nabavku i instaliranje potrebne dijagnostičke opreme sukladno kreiranim planovima te ugovoriti eksterne usluge održavanja.

Treba nastojati da realizacija projekta poboljšanja ne traje duže od dvije godine ali ne treba ju niti realizirati prebrzim tempom te se stoga može računati da je optimalno vrijeme realizacije oko godinu dana. Pri ovome treba planirati približno tri mjeseca za pripremni dio koji uključuje edukaciju, audit, planiranje i evaluaciju plana poboljšanja. Posebnu pažnju treba posvetiti pravilnom provođenju klasifikacije i kategorizacije opreme, kreiranju valjanih planova preventivnog i prediktivnog održavanja te odgovarajućih radnih uputstva, kreiranju valjanih planova rezervnih dijelova i materijala i instaliranju kvalitetne opreme održavanja uz odgovarajuću edukaciju.

## 19. REZULTATI

Većina pitanja financijske prirode nisu navedena u auditu jer na njih nije bilo moguće dobiti odgovor iz razloga što se karakteriziraju kao poslovna tajna organizacije.

Tablica 5. Audit održavanja proveden u neimenovanoj organizaciji

|     | PITANJE                                                               | ODGOVOR                                                                                                                                                                         | OCJE-<br>NA |
|-----|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 1.  | Broj zaposlenih?                                                      | 65. Od toga 18 mehaničara traktor serisa <i>Fendt</i> , a ostalo <i>Class</i> serviseri i bravari te 4 rukovoditelja održavanja.                                                | 5           |
| 2.  | Provodite li edukacije radnog osoblja?                                | Da.                                                                                                                                                                             | 5           |
| 3.  | Koliki vozni park održavate?                                          | 350 <i>Fendt</i> , 200 <i>John Deere</i> i 50 ostalih traktora ( <i>Torpedo</i> , <i>IMT</i> , <i>Zetor</i> ...) te 30 <i>Class</i> ( <i>Lexion</i> i <i>Jaguar</i> ) kombajna. | 5           |
| 4.  | Imate li registar opreme i kako ga vodite?                            | Da. Do 1.1.2014. <i>Ingemark</i> , a od tada <i>SAP</i> računalni softver.                                                                                                      | 5           |
| 5.  | Centralizirano / decentralizirano / kombinirano održavanje?           | Kombinirano.                                                                                                                                                                    | 5           |
| 6.  | Strategija (koncept) održavanja ?                                     | Plansko održavanje.                                                                                                                                                             | 5           |
| 7.  | Imate li dnevne, tjedne i dugogodišnje planove?                       | Da.                                                                                                                                                                             | 5           |
| 8.  | Postoje li planovi preventivnog održavanja? Provode li se ti planovi? | Da. Provode se.                                                                                                                                                                 | 5           |
| 9.  | Postoje li planovi dijagnostičkih pregleda? Provode li se ti planovi? | Da. Provode se.                                                                                                                                                                 | 5           |
| 10. | Imate li sustav radnih naloga? Kako ih vodite?                        | Da. Pomoću <i>SAP</i> računalnog softvera.                                                                                                                                      | 5           |

|     |                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                             |         |
|-----|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 11. | Kreira li se za sve poslove radni nalog?                               | Da.                                                                                                                                                                                                                                                         | 5       |
| 12. | Poštuju li se pravila za tipove radnih naloga?                         | Da.                                                                                                                                                                                                                                                         | 5       |
| 13. | Podnose li se izvještaji o realizaciji radnih naloga?                  | Da.                                                                                                                                                                                                                                                         | 5       |
| 14. | Obavlja li se kontrola realizacije radnih naloga?                      | Da.                                                                                                                                                                                                                                                         | 5       |
| 15. | Kako je izvedeno programiranje održavanja?                             | Ovisno o vrsti i količini posla rade se programi održavanja za naredne dane.                                                                                                                                                                                | 5       |
| 16. | Koja je procedura od nastanka kvara do popravka?                       | Mehaničar na terenu pomoću SAP sofvera šalje obavjest o kvaru u ured održavanja. Ako se zna gdje je kvar, mehaničar odmah započinje popravak. Ukoliko se ne zna koji je kvar, rukovoditelj na teren šalje dodatnog mehaničara kako bi se obavila defektaža. | 5       |
| 17. | Planirate li godišnji budžet održavanja?                               | Ne.                                                                                                                                                                                                                                                         | 1       |
| 18. | Kako se upravlja rezervnim dijelovima?                                 | SAP softverom.                                                                                                                                                                                                                                              | 5       |
| 19. | Koliko u prosjeku traje proces nabavke standardnih rezervnih dijelova? | 3 dana.                                                                                                                                                                                                                                                     | 2       |
| 20. | Izrađujete li neke rezervne dijelove sami?                             | Da. Samo osnovne kao npr. platne vijaka.                                                                                                                                                                                                                    | 3       |
| 21. | Kolika je ukupna vrijednost zalihe rezervnih dijelova?                 | Oko 5 milijuna kuna.                                                                                                                                                                                                                                        | -       |
| 22. | Provodi li se analiza učinkovitosti upravljanja rezervnim dijelovima?  | Da. To radi skladištar, nemam detaljnije informacije.                                                                                                                                                                                                       | 3       |
| 23. | Angažirate li eksterne izvršioce za neke poslove?                      | Da. Samo za popravak i dijagnostiku Class kombajna i za održavanje sustava za napajanje gorivom.                                                                                                                                                            | 5       |
| 24. | Prati li se preostali posao ( <i>backlog</i> )?                        | Da.                                                                                                                                                                                                                                                         | 5       |
| 25. | S kojim se problemima susrećete i gdje vidite mogućnost poboljšanja?   | Bolja obučenost traktorista, kvalitetnije održavanje na terenu (servisne ekipe) i njihovo ranije detektiranje problema, tj. potencijalnog kvara.                                                                                                            | -       |
|     |                                                                        | UKUPNO:                                                                                                                                                                                                                                                     | 104/115 |

Izvor: vlastita tablica

## 20. ZAKLJUČAK

Jedan od najvažnijih čimbenika učinkovitosti poljoprivrednih strojeva i opreme te kvalitetnog obavljanja zadanih poslova je njihovo sustavno održavanje. Poštivanje agrotehničkih rokova u poljoprivredi u velikoj mjeri ovisi o pouzdanosti strojeva u radu, a samim time i o njihovom stanju. Prema tome, nameće se zaključak da će samo pravilno pripremljeni i održavani strojevi i oprema omogućiti kvalitetno i pravovremeno obavljanje predviđenih poslova.

Učinkovitost popravaka sve više dobiva na značenju jer smanjuje vrijeme zastoja stroja te je danas uz kakvoću popravka osnovni zahtjev za remontnu djelatnost. Uz porast složenosti poljoprivrednih strojeva i opreme, značajno raste i njihova nabavna vrijednost, što je u izravnoj vezi s cijenom popravka. Vrlo visoka cijena rezervnih dijelova nameće potrebu za njihovom maksimalnom uštedom. Ušteda rezervnih dijelova može se postići pravilnom uporabom strojeva, kvalitetnim servisno preventivnim održavanjem, konzervacijom i garažiranjem poljoprivrednih strojeva prije nastanka samog kvara, ali je i nakon nastanka kvara (tijekom popravka) također vrlo bitno voditi računa o uštedi rezervnih dijelova i na taj način smanjiti cijenu popravka. Velike uštede mogu se postići ako se u remontnim radionicama svestrano primjenjuju primjereni organizacijski i tehnološki postupci kao i suvremeni načini u obnovi i doradi istrošenih dijelova.

U konkretnom primjeru organizacije u kojoj je proveden audit održavanja možemo primjetiti kako zatečeno stanje u većini promatranih parametara ne odstupa od literaturnih navoda i preporuka u znatnoj mjeri (tablica 5.). Očit nedostatak je činjenica da se u organizaciji prema riječima anketiranog rukovoditelja održavanja ne planira godišnji budžet održavanja, upitna je analiza učinkovitosti upravljanja rezervnim dijelovima te proces nabavke standardnih dijelova traje duže od preporučenog roka.

Smjernice za poboljšanje se ističu same – potrebno je uvesti praksu planiranja godišnjeg budžeta održavanja što bi uvelike pripomoglo u stvaranju jasnije slike efikasnosti poslovanja cjelokupne organizacije, isticanju gdje se mogu smanjiti nepotrebni troškovi i s kojim postupcima, koje aspekte održavanja poboljšati itd. Jedan od tih aspekata je i upravljanje rezervnim dijelovima zbog činjenice da proces nabavke

standardnih rezervnih dijelova u ispitanoj organizaciji traje u prosjeku oko 3 dana, dok je po literaturnim navodima prihvatljiv vremenski prostor za tu aktivnost 8 sati. Uz to, upitna je i analiza učinkovitosti upravljanja rezervnim dijelovima. Također, vrlo bitne napomene za poboljšanja je dao i sam rukovoditelj, a one su poboljšanje održavanja na terenu (servisne ekipe), bolja obučenost traktorista i njihovo ranije detektiranje problema, tj. potencijalnog kvara.

## 21. LITERATURA

1. Adamović, Ž., Nestorović, G., Radojević, M., Paunović, Lj. (2008.): Menadžment industrijskog održavanja. Univerzitet u Novom Sadu, Tehnički fakultet „Mihajlo Pupin“, Zrenjanin.
2. Avdić, H., Tufekčić, Dž. (2007.): Terotehnologija I. „PrintCom“ d.o.o. grafički inženjering, Tuzla.
3. Belak, S. (2005.): Terotehnologija. Visoka škola za turistički menadžment u Šibeniku.
4. Brdarević, S., Halep, A. (2013.): Održavanje. Mašinski fakultet u Zenici.
5. Brkić, D., Vujčić, M., Šumanovac, L., Lukač, P., Kiš, D., Jurić, T., Knežević, D. (2005.): Eksploatacija poljoprivrednih strojeva. Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
6. Emert, R., Bukvić, Ž., Jurić, T., Filipović, D. (1997.): Popravak poljoprivrednih strojeva. Sveučilište J.J. Strossmayera, Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
7. Janković, D., Duboka, Č. (1984.): Održavanje motornih vozila: Objekti, dijagnostika, unutrašnja kontrola, informacioni sistem. Mašinski fakultet Beograd.
8. Jeremić, B., Todorović, P., Mačužić, I., (2008.): Osnovi održavanja. Mašinski fakultet u Kragujevcu.
9. Karić, M. (2002.): Kalkulacije u poljoprivredi. Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku.
10. Kondić, V., Horvat, M., Maroević, F. (2013.): Primjena dijagnostike kao osnove održavanja po stanju na primjeru motora osobnog automobila. Tehnički glasnik 7, 1: 35-41.
11. Kovačević, B. (2003.): Problematika proizvodnje hrane i glad u svijetu. Ekonomski pregled, 54 (3-4): 299-323.
12. Kubik, R. (2007.): How to set up your farm workshop. Voyageur Press, Minneapolis.
13. Majdandžić, N. (1999.): Strategije održavanja i informacijski sustavi održavanja. Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku, Strojarski fakultet u Slavonskom Brodu.
14. Novinc Ž., Halep A. (2010.): Tehnička dijagnostika i monitoring u industriji. Kigen, Zagreb.

15. Plaščak, I., Jurić, T., Emert, R. (2010.): Application of Ferrography in Condition Based Maintenance. *Strojarstvo*, 52 (2): 233-240.
16. Priel, V.Z. (1962.): Twenty ways to track maintenance performance. *Factory*, dec: 88-91.
17. Vasić, B., Todorović, J., Curović, D., Popović, V., Stanojević, N., Curović, N. (2006.): Održavanje tehničkih sistema. Institut za istraživanja i projektovanja u privredi, Beograd.

## 22. SAŽETAK

Cilj istraživanja bio je utvrditi činjenično stanje službe i organizacije održavanja neimenovanog poduzeća. Nakon detaljnog pregleda literaturnih navoda i preporuka u prvom dijelu rada stečen je dovoljan obujam informacija kako bi se došlo do točnijih pretpostavki o organiziranosti i kvaliteti održavanja kao i kako bi se mogle dati smislene i opravdane smjernice za poboljšanje održavanja, a samim time i cjelokupnog poslovanja date organizacije.

Poljoprivredna tehnika je sve sofisticiranija i složenija što joj omogućuje veće radne kapacitete i efikasnost, no iz tog razloga su strojevi i puno skuplji, a samim time je i njihovo održavanje sve skuplje i složenije. Sve navedeno zahtjeva od remontnih aktivnosti održavanja da prati tehnološki napredak poljoprivredne tehnike, usavršava postupke popravaka, dijagnostike i održavanja, kvalitetno i efikasno obavlja svoje aktivnosti te omogući što veću raspoloživost strojeva uz što manje troškove održavanja.

Samo istraživanje je provedeno tako što je kreiran upitnik tabličnog prikaza. Nakon odgovora na pitanje iz audita ocjenjivala se kvaliteta postojećeg stanja u organizaciji na temelju usporedbe svakog odgovora s literaturnim preporukama. Očit nedostatak organizacije u kojoj je proveden audit je činjenica da se u organizaciji prema riječima anketiranog rukovoditelja održavanja ne planira godišnji budžet održavanja, upitna je analiza učinkovitosti upravljanja rezervnim dijelovima te proces nabavke standardnih dijelova traje duže od preporučenog roka. Također bi bilo poželjno osigurati bolju obučenost traktorista i njihovu sposobnost ranije detekcije potencijalnog problema, tj. kvara i kvalitetnije terensko održavanje od strane pokretnih servisnih ekipa.

## 23. SUMMARY

The aim of this study was to determine the facts about the service and maintenance organization of unnamed company. After a thorough review of references and recommendations in the first part of the study, a sufficient volume of information was obtained in order to get a more accurate assumptions about the organization and quality of maintenance as well as to be able to provide a meaningful and reasonable guidelines to improve maintenance, and therefore the entire business of that given organization.

Agricultural engineering is more sophisticated and complex as it allows greater working capacity and efficiency, but for this reason the machines are much more expensive and therefore their maintenance is also more expensive and complicated. All of the mentioned above requires the maintenance to follow technological advances of farming techniques, improve methods of repair, diagnostics and maintenance, quality and efficiency in conducting its activities and provide the highest possible availability of machines with minimum maintenance costs.

The research was conducted by a questionnaire table being created. After answering the question from the audit the quality of the existing situation in the organization was assessed by comparing each response with the reference recommendations. The obvious disadvantage of organization in which the audit was conducted is the fact that, according to the surveyed manager, there are no plans of annual budget maintenance, analysis of the effectiveness of management of spare parts is questionable and standard parts procurement process takes longer than the recommended time limit. It would also be desirable to provide better training of tractor drivers and their ability of earlier detection of potential problems, ie. breakdown and better field maintenance service by mobile service team.

## **24. POPIS TABLICA**

Tablica 1. Zadaci službe održavana, str. 11.

Tablica 2. Stupnjevi prioriteta aktivnosti održavanja, str. 46.

Tablica 3. Primjer tabličnog prikaza liste operacija (aktivnosti) u radnom nalogu pri zamjeni elektromotora, str. 50.

Tablica 4. Primjer upitnika za audit (sustav radnih naloga), str. 99

Tablica 5. Audit održavanja proveden u neimenovanoj organizaciji, str. 103.

## 25. POPIS SLIKA

- Slika 1. Shema organizacije remontnih radionica, str. 12.
- Slika 2. Shema tlocrta središnje remontne radionice, str. 27.
- Slika 3. Shematski prikaz strategija održavanja, str. 28.
- Slika 4. Primjer dinamike rada (angažiranosti) održavatelja pri provođenju korektivnog održavanja, str. 29.
- Slika 5. Shema postupka korektivnog održavanja po koracima , str. 30.
- Slika 6. Primjer skladištenja rezervnih dijelova i materijala održavanja u praksi, str. 38.
- Slika 7. Struktura službe održavanja, str. 40.
- Slika 8. Primjer obrasca obavijesti o kvaru, str. 45.
- Slika 9. Općeniti prikaz tablice programa (rasporeda) održavanja, str. 73.
- Slika 10. Dijagram rada grupe traktora, str. 74.
- Slika 11. Primjer tjednog „MKPI“ izvještaja, str. 92.
- Slika 12. Tablični prikaz stupnja educiranosti održavatelja grafičkim simbolima, str. 95.
- Slika 13. Primjer matrice znanja i vještina električara. Str. 96.

# TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku  
Poljoprivredni fakultet u Osijeku  
Sveučilišni diplomski studij, smjer Mehanizacija

Diplomski rad

## USTROJ I ORGANIZACIJA SREDIŠNJE REMONTNE RADIONICE ZA POPRAVAK POLJOPRIVREDNIH STROJEVA

Igor Juratović

**Sažetak:** Cilj istraživanja bio je utvrditi činjenično stanje službe i organizacije održavanja neimenovanog poduzeća. Nakon detaljnog pregleda literaturnih navoda i preporuka u prvom dijelu rada stečen je dovoljan obujam informacija kako bi se došlo do točnijih pretpostavki o organiziranosti i kvaliteti održavanja kao i kako bi se mogle dati smislene i opravdane smjernice za poboljšanje održavanja, a samim time i cjelokupnog poslovanja date organizacije. Poljoprivredna tehnika je sve sofisticiranija i složenija što joj omogućuje veće radne kapacitete i efikasnost, no iz tog razloga su strojevi i puno skuplji, a samim time je i njihovo održavanje sve skuplje i složenije. Sve navedeno zahtjeva od remontnih aktivnosti održavanja da prati tehnološki napredak poljoprivredne tehnike, usavršava postupke popravaka, dijagnostike i održavanja, kvalitetno i efikasno obavlja svoje aktivnosti te omogući što veću raspoloživost strojeva uz što manje troškove održavanja. Samo istraživanje je provedeno tako što je kreiran upitnik tabličnog prikaza. Nakon odgovora na pitanje iz audita ocjenjivala se kvaliteta postojećeg stanja u organizaciji na temelju usporedbe svakog odgovora s literaturnim preporukama. Očit nedostatak organizacije u kojoj je proveden audit je činjenica da se u organizaciji prema riječima anketiranog rukovoditelja održavanja ne planira godišnji budžet održavanja, upitna je analiza učinkovitosti upravljanja rezervnim dijelovima te proces nabavke standardnih dijelova traje duže od preporučenog roka. Također bi bilo poželjno osigurati bolju obučenost traktorista i njihovu sposobnost ranije detekcije potencijalnog problema, tj. kvara i kvalitetnije terensko održavanje od strane pokretnih servisnih ekipa.

**Rad je izrađen pri:** Poljoprivredni fakultet u Osijeku

**Mentor:** Doc.dr.sc. Ivan Plaščak

**Broj stranica:** 118

**Broj grafikona i slika:** 13

**Broj tablica:** 4

**Broj literaturnih navoda:** 17

**Broj priloga:** -

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Ključne riječi:** održavanje, popravak, organizacija, ustroj, strategija

**Datum obrane:** 19.12.2014.

**Stručno povjerenstvo za obranu:**

Prof.dr.sc. Tomislav Jurić, predsjednik

Doc.dr.sc. Ivan Plaščak, mentor

Doc.dr.sc. Drago Kraljević, član

**Rad je pohranjen u:** Knjižnica Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku, Sveučilištu u Osijeku, Kralja Petra Svačića 1d.

# BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek  
Faculty of Agriculture  
University Graduate Studies, course Mechanization

Graduate thesis

## STRUCTURE AND ORGANIZATION OF THE CENTRAL REPAIR WORKSHOP FOR THE REPAIR OF AGRICULTURAL MACHINERY

Igor Juratović

**Abstract:** The aim of this study was to determine the facts about the service and maintenance organization of unnamed company. After a thorough review of references and recommendations in the first part of the study, a sufficient volume of information was obtained in order to get a more accurate assumptions about the organization and quality of maintenance as well as to be able to provide a meaningful and reasonable guidelines to improve maintenance, and therefore the entire business of that given organization. Agricultural engineering is more sophisticated and complex as it allows greater working capacity and efficiency, but for this reason the machines are much more expensive and therefore their maintenance is also more expensive and complicated. All of the mentioned above requires the maintenance to follow technological advances of farming techniques, improve methods of repair, diagnostics and maintenance, quality and efficiency in conducting its activities and provide the highest possible availability of machines with minimum maintenance costs. The research was conducted by a questionnaire table being created. After answering the question from the audit the quality of the existing situation in the organization was assessed by comparing each response with the reference recommendations. The obvious disadvantage of organization in which the audit was conducted is the fact that, according to the surveyed manager, there are no plans of annual budget maintenance, analysis of the effectiveness of management of spare parts is questionable and standard parts procurement process takes longer than the recommended time limit. It would also be desirable to provide better training of tractor drivers and their ability of earlier detection of potential problems, ie. breakdown and better field maintenance service by mobile service team.

**Thesis performed at:** Faculty of Agriculture in Osijek

**Mentor:** Doc.dr.sc. Ivan Plaščak, mentor

**Number of pages:** 118

**Number of figures:** 13

**Number of tables:** 4

**Number of references:** 17

**Number of appendices:** -

**Original in:** Croatian

**Key words:** maintenance, repair, organization, structure, strategy

**Thesis defended on date:** 19.12.2014.

**Reviewers:**

Prof.dr.sc. Tomislav Jurić, president

Doc.dr.sc. Ivan Plaščak, mentor

Doc.dr.sc. Drago Kraljević, member

**Thesis deposited at:** Library, Faculty of Agriculture in Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Kralja Petra Svačića 1d.