

PROCESNI MODEL ODRŽAVNJA BRODOVA U SKLADU SA STANDARDIMA ISO 9001 U MORNARICI VOJSKE CRNE GORE

**Jelenko Milaković, MT potpukovnik Jelenko Milaković,dipl.ing.brodomaštva,
Generalštab Vojske Crne Gore, Jovana Tomaševića br.29, 81000 Podgorica, e-mail:
jelenkomil@yahoo.com.**

REZIME

Ulazni elementi, održavanja brodova u Mornarici VCG kao procesnog modela su zahtijevi za preventivnim i korektivnim održavanjem, a izlazni elementi su radna sposobnost broda, sa ciljem zadržavanja radnih performansi u projektovanom vremenskom periodu. Neophodno je pratiti ključne procese u održavanju broda i fokusirati se na njihove performanse, kao što su: pranje i čišćenje brodskog pogonskog postrojenja, podmazivanje i zamjena ulja, monitoring i dijagnostika, provjera sigurnosti i dr..

1. UVOD

Procesi su sredstva i aktivnosti koji stoje u uzajamnom odnosu i koji za zadane ulazne podatke, proizvode odgovarajuće izlaze. Proces je transformacija ulaznih (input) u izlazne veličine (output).

Tehnički sistemi se projektuju i izvode da zadovoljavaju funkciju cilja prema datim kriterijumima. Podrazumijeva se da su sistemi radno sposobni u trenutku preuzimanja na korišćenje. Korisnik teži da odgovarajućim aktivnostima održi radnu sposobnost sistema što je moguće duže.

Tako se došlo do pojma održavanja sistema i njegovih djelova. Od intervencija, koje su se svodile na „čekanje na otkaz“, održavanje se razvilo u multidisciplinarnu djelatnost, sa mnoštvom primjenjenih naučnih sadržaja u procesu ispunjenja svoje funkcije cilja.

Na kongresu OCDE 1963. održavanje je definisano kao „ funkcija, čija je nadležnost konstantan nadzor nad postrojenjima i vršenje određenih popravki i revizija, čime se omogućava stalna funkcionalna sposobnost i očuvanje proizvodnih i pomoćnih postrojenja i opreme”.

Osnovni inputi funkcije održavanja su :

- 1) karakteristike sistema i djelova sistema,
- 2) resursi održavanja,
- 3) ekonomsko socijalni činioci.

Osnovni ciljevi funkcije održavanja su istovremeno autputi i njih čine:

- a) tehničko tehnološki ,
- b) ekonomski ,
- c) sociološki .

2. PROCESNI MODEL ODRŽAVNJA BRODOVA U MORNARICI VCG

Održavanje broskog pogona temelji se na planu održavanja zasnovanog na podacima dobivenim od proizvođača.

Koncepcija održavanja po vremenu, koja se koristi na brodovima, ne predstavlja najdjelotvorniji način održavanja. Zbog toga je potreban najpovoljniji model održavanja.

Niz neplaniranih (slučajnih) otkaza broskog pogona, koji se pojavljuju tokom eksploatacije, pokazuju da je potrebno kombinovati i ostale modele održavanja.

Održavanje obuhvata sve radnje potrebne da se zadrži ili obnovi jedan sistem u radnom stanju.

Cilj održavanja broda je efikasni nadzor za tehnički sistem (brod i njegovi sistemi) uz niske troškove i u skladu sa sigurnosnim zahtjevima.

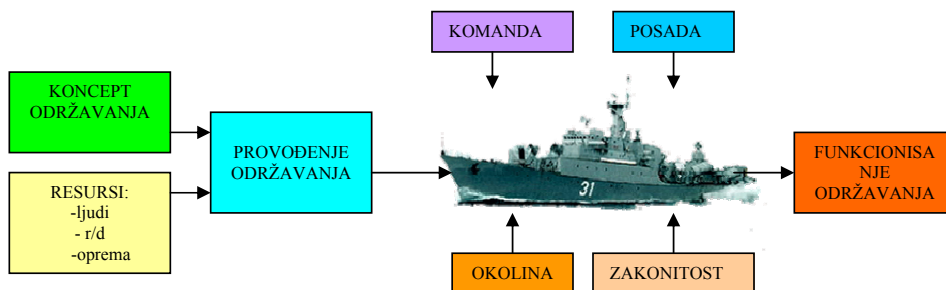
Sistem održavanja je jedna organizaciona cjelina:

- resursa (ljudi, oprema, rezervni dijelovi);
- metoda (postupci, informacija);
- objekta održavanja (tehnički sistem, brodski podsistemi).

Postoje četiri glavna faktora koja utiču na funkcionalnost održavanja broda, a prikazana su na slici.1 :

- 1) posada;
- 2) okolina (luke pristajanja, klima, uslovi na moru i sl.);
- 3) zakonitost (pravila i propisi koja brod mora zadovoljiti);
- 4) održavanje.

Brod je centralno mjesto u sistemu održavanja. Resursi uključeni u održavanje broda su u skladu s upustvima koje su specificirane u konceptu održavanja. Koncept održavanja definiše ili pobliže određuje (u kooperaciji s tri druga faktora: posada, zakonitost, okolina) funkcionalnost održavanja. Način održavanja je reakcija eksploatacije sistema, ono uključuje stanje pogoršanja, postupno slabljenje performansi i otkaze. Funkcionalnost održavanja određuje troškove, koje se za uzvrat koriste za procjenjivanje efikasnosti koncepta.



Slika 1. Sistem broskog održavanja

Efikasnost koncepta održavanja se ocjenjuje kontrolom usaglašenosti sa sigurnosnim zahtjevima.

Koncept održavanja uključuje specifikaciju preventivnih (PM) i korektivnih (CM) zadataka koji su potrebni da povrate ili zadrže opremu u ispravno stanje.

Koncept održavanja uključuje:

- 1) plan izvršenja zadataka (plan održavanja);
- 2) niveoe održavanja;
- 3) potrebne resurse za izvršenje zadataka.

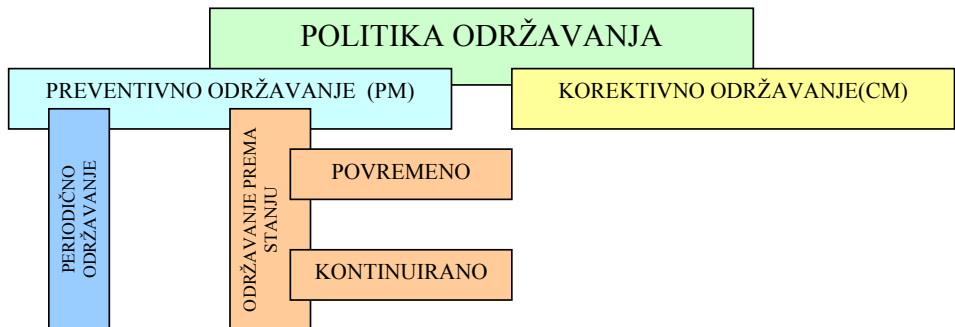
3. PRISTUP U ODRŽAVANJU BRODOVA MORNARICE VCG

Razvojem sve složenijih brodskih pogonskih sistema i traženje rješenja koja bi im omogućila da budu u funkciji bez otkaza ili da se otkazi svedu na najmanji mogući broj, pogodovali su da se u svijetu razvije niz pristupa i koncepata održavanja.

Osnovni cilj održavanja brodskog pogona je omogućavanje stalne funkcionalne sposobnosti pod zadanim uslovima, kroz određeno razdoblje, uz minimalne troškove.

Ovaj cilj može se ostvariti različitim modelima i konceptima održavanja, a oni su prikazani na slici.2.

- Korektivno održavanje(CM – Corrective Maintenance ili On-Failure Maintenance) [1]. Aktivnosti održavanja kojima se sistematski odklanjaju uzroci otkaza, odklanjaju slaba mjesta u sistemu. Najstariji pristup, svodi se na zahvate nakon što se otkaz dogodio, a izvodi se nakon što je došlo do otkaza. Nijedna preventivna akcija prije otkaza nije izvršena. Aktivnost korektivnog održavanja svode se na vraćanje opreme iz stanja u otkazu u stanje u radu. Danas se koristi samo za pomoćnu opremu koja ne utiče direktno na odvijanje proizvodnje ili na pogon postrojenja.



Slika 2. Konceptije održavanja

- Preventivno (plansko) održavanje po stanju (PM–Preventive Maintenance) [1]. Aktivnosti održavanja prije pojave stanja u otkazu, sa ciljem predviđanja i sprečavanja otkaza. Temelji se na obavljanju radova održavanja prema zacrtanom planu, prije nego se otkaz dogodi. Najzastupljeniji pristup, temelj svim ostalim pristupima. Uzima se da je stanje komponente, nakon izvršenja preventivnog održavanja, isto tako dobro kao i novo. Preventivno održavanje može biti:

- 1) periodično (periodic PM);
- 2) preventivno održavanje prema stanju (On-Condition PM).

Kod periodičnog PM održavanja interval održavanja može biti baziran na kalendaru ili vremenu rada. Politika periodičnog održavanja bazirana na vremenu rada (periodi održavanja po instrukcijskim knjigama proizvođača) uopšteno se koristi na brodovima.

Preventivno održavanje prema stanju može biti:

- 1) povremeno (Discrete On-Condition PM);
- 2) kontinuirano (Continuous On-Condition PM).

Kod održavanja prema stanju kontinuirano se mjere određene veličine i intervenira se samo onda ako je veličina izvan određenih granica. Povremeno provjeravanje stanja obavlja se vizualno ili pomoću raznih instrumenata.

Preventivno održavanje prema stanju je akcija od dva koraka :

- 1) Utvrđivanje stanja, što uključuje pregled komponente zbog mogućih otkaza (otkaza koji se očekuju). Zadatak pregleda (inspekcije) je uočiti pogoršanje koje se zove potencijalni otkaz, koji može dovesti do stvarnog funkcionalnog otkaza;
- 2) Uključuje izvršenje održavanja. Ovo se događa ako stanje komponente padne ispod stanja u skladu s potencijalnim otkazom. Akcije koje udovoljavaju ovoj politici efikasne su samo, kada se potencijalni otkaz može primijetiti (detektirati) bilo monitoring operativnim parametrima ili monitoring opremom koja će prikazati pogoršanje ili inspekcijskim pregledom.

Određivanje stanja dizel-motora može se postići pomoću analize ulja gdje se može ustanoviti koncentracija čestica istrošenih dijelova u ulju za podmazivanje. Kontrola vibracija predstavlja najčešće korištenu metodu u preventivnom održavanju prema stanju. Dijagnostika stanja ležajeva obavlja se preko metode udarnih impulsa. Promjene stanja pogona utiče i na promjene vibracije pogona. Mehaničke greške mogu se podijeliti u dvije osnovne kategorije na one koje se brzo razvijaju i na one koje se postepeno razvijaju kroz duže vrijeme (nedelju, mjesec ili godinu dana).

Britanska kompanija Aconstic Technology Limited razvila je računski program za praćenje vibracija pogonskog motora [24]. Korištenjem spomenutog programa mogu se predvidjeti eventualni kvarovi na pogonu. Sistem praćenja vibracija i stanja pogona bazirano je na unaprijed definisanom konceptu. Program koristi zapise o održavanju i istoriji otkaza sličnih pogona da bi se definisali tačni parametri za praćenje i odredila najefikasnija metoda analize podataka i prezentacija informacija. Važno je primijetiti da kod bilo kojeg sistema za praćenje zahtjevi programa moraju biti detaljno definisani na osnovu tipa pogona (koji se prati), tipova otkaza i grešaka koji će imati pogon.

Kompanija Siemens AG 1976. godine proizvela je računar koje služi za davanje dijagnoze o stanju motora [26]. Cilj je bio izrada takvog sistema dijagnosticiranja koji obuhvaća i kontrolu kompletnog pogonskog uređaja. Ispitivanja su započela na pokusnom motoru kompanije MAN tipa V65/65. Wärsilä Diesel, jedna od vodećih tvornica dizel-motora, osamdesetih godina uvela je novi nadzorni sistem specijalno namijenjen dizel-motorima ENCOM (Engine Condition Monitoring) s naglaskom na pouzdanost i povećanu sigurnost [27].

Ekspertni sistemi za održavanje predstavljaju novu etapu u tehnološkom razvoju praćenja stanja dizel-motora. To su računarski programi, koji djeluje kao inteligentni uređaji u rješavanju određenih problema. Baza znanja ekspertnog sistema je datoteka gdje se unose teoretska i praktična znanja eksperata.

MAN B&W razvio je sistem računarskog nadzora rada motora CoCoS (Computer Controlled Surveillance) čime se omogućuje povećani nadzor, planiranje održavanje motora i identifikacija rezervnih dijelova.

Postoji softverski program:

- 1) CoCoS EDS (The Engine Diagnostics System) obuhvaća bilježenje, nadzor i dijagnostiku. Ukoliko postoji odstupanje performanse ili otkaz, dobiće se mogućnost uzroka otkaza i koje radnje treba preduzeti da bi se kvar uklonio;
- 2) CoCoS MPS (The Maintenance Planning System) daje podatke za ukupno planiranje poslova održavanja, potrebnih rezervnih dijelova, alata, kao i predviđeno vrijeme za obavljanje određenog posla;

- 3) CoCoS SPO (The Stock and Spare Parts Ordering System) omogućava optimizaciju rezervnih dijelova, potrebne minimalne zalihe rezervnih dijelova, cijene, snabdjevače;
- 4) CoCoS SPC (The Spare Parts Catalogue) daje informaciju o rezervnim dijelovima, potrebne crteže, skice, itd. [28].

Sulzer je razvio sistem za dijagnostiku stanja brodskih motora pod nazivom MAPEX koji se koristi za optimizaciju rezervnih dijelova i održavanje [29,30]. Baza podataka omogućava traženje bilo koje komponente, potrebne operacije, identifikaciju rezervnih dijelova, pristupa održavanja, itd. Sulzer je u sklopu razvojnog projekta Technology Demonstrator primijenio elektroničko upravljanje i nadzor na motor 4 RT X 54.

Američka mornarica razvila je više pristupa održavanja. U radu [31] opisan je PIMS (Phalanx Integrated Maintenance System) integrirani sistem održavanja razvijen da smanji zahtjeve za vremenom održavanja, poveća pristupačnost sistemu i osigura okvir za budućnost elektroničkom održavanju. PIMS kombinira ekspertni dijagnostički sistem, automatizovane postupke održavanja, automatski upisuje aktivnosti održavanja, itd.,. Prijedlog za implementaciju procesa proaktivnog održavanja. PaM (Proactive Maintenance) unutar američke mornarice opisan je u [32]. PaM pristup usmjeren je na reduciranje koncepta održavanja i maksimiziranje vijeka pogona putem sistematske identifikacije i eliminacije/ublažavanja korijenskih uzroka kvarova. Pristup koji je predložen zasniva se na principima održavanja usmjerenog na pouzdanost RCM (Reliability Centred Maintenance) i cjelovitom produktivnom održavanju TPM (Total Productive Maintenance). Dizajniran je da bude kompatibilan s ukupnim kvalitetom kontinuirane strategije održavanja, mornaričkog poslovnog modela CMS-NBE (Continuous Maintenance Strategy – Navy Business Enterprise Model) i informatičkog integralnog sistema za utvrđivanje stanja ICAS (Integrated Condition Assessment System). PaM (proaktivno održavanje) analizira podatke, ističe potencijalni problem područja, istražuje rješenja i nudi novi pravac u nastojanju održavanja.

Predloženi PaM proces sastoji se od osam koraka uključujući pristupe RCM i TPM. Pristup je usmjeren ka relaciji ”planiraj – uradi – kontroliši – djeluj”.

Koraci PaM procesa su:

- 1) selekcija sistema;
- 2) opis sistema i definicija područja;
- 3) verifikacija opreme i procjena;
- 4) funkcionalni opis i definicija otkaza;
- 5) analiza modova otkaza;
- 6) analiza korijena uzroka;
- 7) razvoj strategije rješenja;
- 8) implementacija rješenja i nadgledanje.

4. ZAKLJUČAK

Održavanje brodskog pogona temelji se na planu održavanja zasnovanog na podacima dobivenim od proizvođača. Konceptija održavanja po vremenu, koja se danas koristi na brodovima, ne predstavlja najdjelotvorniji način održavanja. Niz neplaniranih (slučajnih) otkaza brodskog pogona, koji se pojavljuju tokom eksploatacije, pokazuju da je potrebno kombinovati i ostale modele održavanja. Za održavanje brodova u Mornarici VCG, potrebno je da se koristi model preventivnog održavanja prema stanju i performansama, sa ciljem efikasnijeg nadzora nad tehničkim sistemom (brod i njegovi sistemi) na temelju mjerenja i praćenja niz uticajnih parametara uz pomoć tehničke dijagnostike tokom eksploatacije uz niske troškove i u skladu sa sigurnosnim zahtjevima.

5. LITERATURA

- [1] Bulatović, M., Efektivnost i održavanje tehničkih sistema, predavanja na postdiplomskim studijama, 2005.
- [2] Bulatović, M., Efektivnost i održavanje tehničkih sistema, skripta u elektronskoj verziji, 2005.
- [3] Pravilo MTSL,SSNO-URM,Beograd 1981.
- [4] Milaković, J., Modeliranje organizacije funkcije održavanja namjenskih sredstava, magistarski rad,MF Podgorica,2008.
- [5] Vibration monitoring to reduce maintenance costs, Marine Propulsion Intern., March, 1987., str. 9
- [6] Computerized condition monitoring optimizes maintenance, The Motor Ship, 69 (1988), 813, str. 62,
- [7] Hasselbacher, F., Motordiagnose mit Prozeßrechner, Hansa, 133 (1976), 24, str. 2147
- [8] ENCOM–Engine Monitoring System from Wärtsilä Diesel, Sciff und Hafen, 37 (1985), str. 56.
- [9] “The Intelligent Engine: Development Status and Prospects”, MAN&W Diesel A/S, Copenhagen, Publ. No. P. 360 – 399.
- [10] Raley, G. C., Lewellyn, A. H., PHALANX Integrated Maintenance System, The Future Maintenance Today, Naval Engineers Journal, March, 1996.
- [11] Hedderich, C. P., Navy Proactive Maintenance, Naval Engineers Journal, November, 1996.