Održavanje u brodarstvu

Obradović, Dino

Master's thesis / Diplomski rad

2017

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Split, Faculty of Maritime Studies / Sveučilište u Splitu, Pomorski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:164:429419

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**

Repository / Repozitorij:

Repository - Faculty of Maritime Studies - Split - Repository - Faculty of Maritime Studies Split for permanent storage and preservation of digital resources of the institution







SVEUČILIŠTE U SPLITU

POMORSKI FAKULTET

DINO OBRADOVIĆ

ODRŽAVANJE U BRODARSTVU

DIPLOMSKI RAD

SPLIT, 2017.

	POMORSKI FAKULTET U SPLITU	Stranica: Šifra:	1/1 F05.1.-DZ
	DIPLOMSKI ZADATAK	Datum:	22.10.2013.

Split, _____

Zavod/studij: _____

Predmet: _____

D I P L O M S K I ZADATAK

Student/ca: _____

Matični broj: _____

Zavod/studij: _____

ZADATAK:

OPIS ZADATKA:

CILJ:

ZADATAK URUČEN STUDENTU/CI: _____

POTPIS STUDENTA/CE: _____

MENTOR: _____

©ZABRANJENO UMNOŽAVANJE

SVEUČILIŠTE U SPLITU

POMORSKI FAKULTET

POMORSKA NAUTIKA

ODRŽAVANJE U BRODARSTVU

DIPLOMSKI RAD

MENTOR: **STUDENT:**

Izv.prof. dr.sc. Gorana Jelić-Mrčelić **Dino Obradović (MB: 0171260762)**

SPLIT, 2017.

SAŽETAK

U radu su analizirane prednosti i nedostaci suvremenih strategija održavanja. Boljim razumijevanjem suvremenih strategija održavanja stvara se podloga za analizu stanja održavanja pojedinog dijela brodskog sustava. Također, navedene su mogućnosti poboljšanja odnosno optimiranja pristupa održavanja za određeni brodski sustav. Cilj rada je što više približiti mogućnosti poboljšanja održavanja odnosno pristupa održavanju, kao i stava prema održavanju. Kao osnovni preduvjet za optimiranje održavanja pojedinog sustava postavlja se poznavanje poznatih strategija održavanja, kao i njihovih prednosti i nedostataka. Potom se određuje način na koji će se optimiranje održavanja provesti za pojedini sustav.

Ključne riječi: održavanje, brodski sustav, poboljšanje.

ABSTRACT

In this paper advantages and disadvantages of contemporery strategies of maintenance are analized. Better understanding of contemporary strategies of maintenance creates platform for state analysis for the specific part of ship´s system. Options for improvement are listed for the specific part of ship system. The aim oft his paper is to describe options of improvements of maintenance approaches. The knowledge on well known maintenance strategies, and their pro and cons is considered as well as the different attitudes on the basic condition for optimization of maintenance. For each system is determined the way of optimisation of maintenance.

Key words: maintenance, ship system, improvement.

SADRŽAJ:

1.UVOD……..……..1

2. POJAM I ZNAČENJE ODRŽAVANJA BRODA……..…….2

2.1. DEFINICIJE ODRŽAVANJA BRODA……...……..3

2.2. CILJEVI ODRŽAVANJA BRODA……...…….4

2.3. TROŠKOVI ODRŽAVANJA BRODA……..…….……5

2.4. ORGANIZACIJA PROCESA ODRŽAVANJA BRODA……..…….……..6

3. PRISTUPI ODRŽAVANJU - STRATEGIJE ODRŽAVANJA BRODSKIH SUSTAVA.....8

3.1. KOREKTIVNO ODRŽAVANJE.....9

3.2. PREVENTIVNO ODRŽAVANJE…...…….....…… ……..9

3.3. TEROTEHNOLOŠKI PRISTUP ODRŽAVANJU (eng. Terotehnology).....10

3.4. LOGISIČKI PRISTUP ODRŽAVANJU (eng. Logistics Engineering….....11

3.5. ODRŽAVANJE PO STANJU (eng. Condition Based Maintenance)..……..11

3.6. PLANSKO ODRŽAVANJE (eng. Scheduled Maintenance)……..….....11

3.7. TPM ILI „CJELOVITO UČINKOVITO ODRŽAVANJE“ (eng. Total Productive Maintenance.....12

3.8. RCM ILI „ODRŽAVANJE USMJERENO NA POUZDANOST“ (eng. Reliability Centered Maintenance)….....13

3.8.1. RCM metoda……..…….....13

3.8.2. Povijest RCM metode……..…...……14

3.8.3. RCM za uređaje…….....……15

3.8.4. RCM za strukturu……..……...…….…….16

3.9. EKSPERTNI SUSTAVI U ODRŽAVANJU (eng. EXPERT SYSTEMS).....16

3.10. MODEL SAMOODRŽAVANJA……...…...……...17

4. ODRŽAVANJE POJEDINIH DIJELOVA BRODA……18

4.1. ODRŽAVANJE NADGRAĐA I STAMBENIH PROSTORIJA BRODA…..…..18

4.2. ODRŽAVANJE SIGURNOSNE OPREME……..……..19

4.3. ODRŽAVANJE PROTUPOŽARNE OPREME……..……...19

4.4. ODRŽAVANJE OPREME ZA VEZIVANJE……..……...21

4.5. ODRŽAVANJE SIDRA I OPREME ZA SIDRENJE……..……...23

4.6. ODRŽAVANJE DIZALICA I KRANOVA…….….24

4.7. ODRŽAVANJE SKLADIŠTA I NEPROPUSNIH PREGRADA……. 27

4.7.1. Održavanje teretnih prostora broda……..……...27

4.7.2. Održavanje nepropusnih pregrada……..…….29

4.7.3. Vodonepropusna vrata……..…….30

4.8. ODRŽAVANJE BALASTNIH TANKOVA…….….33

4.8.1. Pregledi i procjena stanja balastnih tankova……..…….34

4.8.2. Metode i postupci održavanja balastnih tankova……..……..38

5. ZAKLJUČAK……...….41

LITERATURA……...…43

POPIS SLIKA……43

KRATICE I STRANO NAZIVLJE…….44

1.UVOD

U drugom poglavlju govori se općenito o pojmu i značenju održavanja u brodarstvu. Materijal je velikim dijelom preuzet iz neobjavljene skripte Održavanje i bezbjednost broda, profesora Špire Ivoševića. Održavanje kao funkcija poslovnog sustava zauzima danas važno i značajno mjesto u svakom poslovnom sustavu pa i u poslovnom sustavu u brodarstvu. Održavanje broda u brodarskom poduzeću postaje aktivnost od posebnog značaja, jer se odnosi na sve podsustave broda kao tehničkog sustava. Kao posljedica ovakvog pristupa nastaju objektivne potrebe za održavanjem broda, čije izvođenje uz primjenu suvremenih metoda može donijeti velike uštede i efekte. Objašnjene su definicije, ciljevi i troškovi održavanja broda, te organizacija održavanja broda.

U trećem poglavlju daje se opis strategija održavanja te se predstavlja njihova osnovna podjela. Većina materijala za ovo poglavlje je preuzeta iz skripte Pomorskog fakulteta u Rijeci: Održavanje brodskih sustava, autora Ivana Šegulja, Ivana Bukše i Vinka Tomasa, koji su korišteni i u mome završnom radu Održavanje poklopaca grotala na brodovima. Za svaku strategiju se daje uvid u prednosti i nedostatke korištenja pojedine strategije održavanja. U ovom poglavlju su poredane kako kronološki tako i po složenosti pojedine strategije, te su na kraju poglavlja navedene strategije koje će se u budućnosti još razvijati dok ne nađu neku širu primjenu. Također, se spominju strategije koje se i danas primjenjuju, ali samo kod najnovijih tehničkih sustava jer ih je u praksi gotovo nemoguće implementirati na već postojeće tehničke sustave.

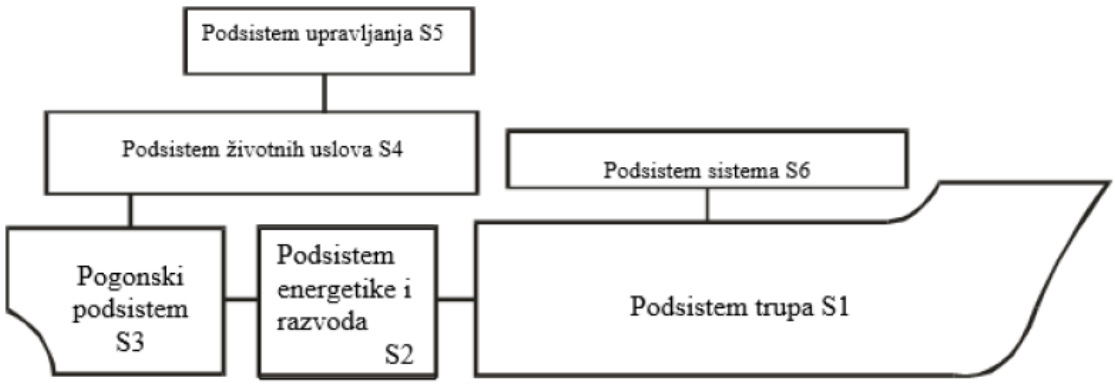
U idućem (četvrtom) poglavlju se govori o održavanju pojedinih dijelova broda: održavanju nadgrađa, koje je složeno jer se sastoji od vanjskog održavanja nadgrađa, održavanja prostorija posade i putnika, održavanja kuhinja i sanitarnih prostorija, održavanja sistema za grijanje, ventilaciju i hlađenje u kabinama, kuhinjama, prostorijama za okupljanje posade i slično. Zatim slijedi opis sigurnosne i protupožarne opreme, opreme za vezivanje i sidrenje, opreme za prekrcaj tereta (dizalica i kranova na brodu), skladištima tereta, te konačno balastnih tankova.

2. POJAM I ZNAČENJE ODRŽAVANJA BRODA

Održavanje kao funkcija poslovnog sustava zauzima danas važno i značajno mjesto u svakom poslovnom sustavu pa i u poslovnom sustavu u brodarstvu. Nije prošlo mnogo vremena kada je održavanje tretirano kao „nužno zlo“ , i kao sporedna djelatnost čiji je utjecaj na kvalitetu poslovanja smatran beznačajnim. Ali shvaćanja i saznanja o značaju održavanja sredstava za rad brzo su se mijenjala. Na to je utjecao brz industrijski razvoj kao i stalni porast mehanizacije i automatizacije, te nagli porast fiksnih troškova u odnosu na varijabilne.

Novo suvremeno održavanje počinje da dobiva jasnije oblike tek krajem Drugog Svjetskog rata. Ta novina se ogleda u tome što se pod održavanjem ne smatra samo popravak već nastalih kvarova, već skup radnji i aktivnosti koje se poduzimaju da do otkaza ne dođe. Te nove tendencije našle su primjenu i u održavanju broda kao tehničkog sustava.

Održavanje broda u brodarskom poduzeću postaje aktivnost od posebnog značaja, jer se odnosi na sve podsustave broda kao tehničkog sustava. Kao posljedica ovakvog pristupa nastaju objektivne potrebe za održavanjem broda, čije izvođenje uz primjenu suvremenih metoda može donijeti velike uštede i efekte.



Slika 1. Podjela broda na osnovne podsustave (Prema: Ivošević, Špiro, *Održavanje i bezbjednost broda*, 2016.)

Polazi se od toga da se održavanje broda definira kao stalna kontrola nad svim podsustavima broda kao tehničkog sustava, kao i vršenje određenih popravaka i preventivnih radnji, čiji je cilj stalno funkcionalno osposobljavanje i čuvanje istih.

Pojam održavanja broda, ako zanemarimo otklanjanje kvarova, znači i nadzor, kontrolu, reviziju, obnavljanje, podešavanje, sprečavanje i poboljšavanje podsustava broda kao tehničkog sustava.

Utvrđivanje kvarova i način njihovog otklanjanja služe za smanjenje vremena zastoja. Održavanje broda se ne može i ne smije zadovoljiti time što će samo trajno otkloniti kvarove na podsustavima, već mora da bude instrument razvoja i prilagođavanja.

Što se automatizacija više razvija, to je veći zahtjev kompleksa zadataka za održavanje broda. Automatizacija, ne samo da radikalno mijenja tehnologiju rada, već i organizaciju rada. Danas nije riječ samo o tome da se intervenira i ukloni kvar, već se moraju eliminirati zastoji u radu broda kao transportnog sredstva, jer svaki zastoj uzrokuje velike direktne, a često još veće, indirektne troškove.

Značaj održavanja brodova i njegov utjecaj na ukupne troškove i rezultate rada poslovnog sustava u brodarstvu raste sa automatizacijom brodova kao sredstava za rad.

Održavanje broda znatno utječe na procese u poslovnom sustavu u brodarstvu, što se može očitovati sljedećim:

- održavanje brodova donosi znatan broj izvršitelja;
- troškovi održavanja broda predstavljaju značajnu stavku u ekonomiji poslovnog sustava u brodarstvu;
- zbog kvarova i izvođenja aktivnosti održavanja znatno je smanjeno korištenje brodova kao sredstava za rad. [1]

2.1. DEFINICIJE ODRŽAVANJA BRODA

Brojne su definicije održavanja koje se mogu naći u primjeni, a u nastavku su dane one koje se koriste u procesu održavanja broda:

- održavanje broda je djelatnost koja ima zadatak sprečavati, a ako već i nastanu otklanjati kvarove na podsustavima broda kao tehničkog sustava:
- pod pojmom održavanja broda podrazumijeva se niz postupaka potrebnih za sprečavanje pojava kvarova na podsustavima broda, odnosno vraćanje podsustava, po pojavi kvara, u stanje u radu u zadanom vremenu i zadanim uvjetima okoline;
- održavanje broda je kombinacija svih tehničkih i drugih aktivnosti provedenih da bi se jedan dio podsustava broda ili zadržao ili vratio u stanje da može izvršiti zahtijevanu funkciju;
- održavanje broda je ona funkcija u brodarskom poduzeću čija je nadležnost konstantna kontrola nad brodovima i vršenje određenih popravaka i revizija, čime se omogućava stalna funkcionalna sposobnost brodova;
- održavanje broda je ona funkcija u brodarskom poduzeću koja čuva i vodi brigu o brodu od trenutka kad se pojavi ideja o njegovoj izgradnji, pa sve do njegovog rezanja-terotehnološki pristup. [1]

2.2. CILJEVI ODRŽAVANJA BRODOVA

Brodarske kompanije stalno poduzimaju akcije koje imaju za cilj povećanje korisnosti eksploatacije brodova.

Porast korisnosti, tj. bolja ekonomija eksploatacije broda postiže se sa:

- povećanjem prihoda (većim vozarinama);
- sniženjem troškova eksploatacije:
- djelovanjem oba faktora jednovremeno.

Povećanju prihoda i sniženju troškova značajno doprinosi kvalitetno održavanje i eksploatacija broda, zbog čega se u brodarskim kompanijama neprekidno čine napori na unaprjeđenju kvaliteta izvršavanja ovih važnih funkcija.

Na taj način osnovni cilj koji se u brodarskim kompanijama postavlja u vezi sa kvalitetom održavanja i eksploatacije brodova je doprinos ekonomiji rada koja se postiže

povećanjem dobiti na način da se održava optimalna sigurnost eksploatacije brodova sa najnižim troškovima.

Iz ovog osnovnog cilja izvode se korespondentni ciljevi i to:

- *Odvijanje nesmetane navigacije* kojom se želi postići stalna raspoloživost transportnih kapaciteta brodara, koja se sagleda kroz navigacijsku sposobnost;
- *Čuvanje vrijednosti broda, tj. čuvanje kapitala* , jer aktivnostima održavanja i eksploatacije treba spriječiti nepotrebna trošenja, lomove i razne oblike uništavanja brodske opreme u cilju očuvanja njegove vrijednosti u skladu sa ekonomskom politikom koju u ovoj oblasti vodi brodarska kompanija;
- *Minimiziranje cijena* koje se odnosi na to da sve prethodno treba izvršiti sa najmanje zaposlene radne snage, upotrijebljenih rezervnih dijelova i drugog potrošnog materijala, tj. sa najnižom cijenom izvedenih radova;
- *Održavanje sigurnosti posade, putnika i tereta* koji se odnosi na to da svi prethodni ciljevi moraju se postići bez ikakvog rizika za sigurnost putnika, posade i tereta.

Navedeni ciljevi zahtijevaju da se za radove održavanja i postupke u eksploataciji moraju koristiti najracionalnije radnje u pogledu organizacije sustava rada i primjenjenih metoda. Pri tome je važno istaknuti da sve radnje moraju biti efikasne i pravovremene.

U općem slučaju bez obzira na postavljene ciljeve, poslovi tehničkog održavanja broda ne mogu se posebno promatrati, već su dio ukupnih aktivnosti koji se obavljaju u brodarskoj kompaniji. [1]

2.3. TROŠKOVI ODRŽAVANJA BRODOVA

U troškove održavanja brodova spadaju:

- plaće i dodaci radnika koji obavljaju poslove održavanja:
- troškovi rezervnih dijelova i materijala;
- troškovi administracije;
- troškovi opreme i uređaja za obavljanje poslova održavanja;
- troškovi najma posade;

- troškovi radova koji se obavljaju u brodogradilištu.

Ove pozicije troškova koje ulaze u cijenu održavanja se nazivaju direktni troškovi održavanja. Oni po svojoj suštini zavise isključivo od vrste i obujma radova održavanja.

Međutim, postoje troškovi koje ima kompanija kod zaustavljanja broda, zbog obavljanja radova održavanja. To su indirektni troškovi održavanja, i oni ponekad mogu biti veći od direktnih troškova održavanja, a uglavnom zavise od dužine vremena isključenja broda iz eksploatacije, zatim od visine vozarine koja se može postići na tržištu u vremenu isključenja i slično.

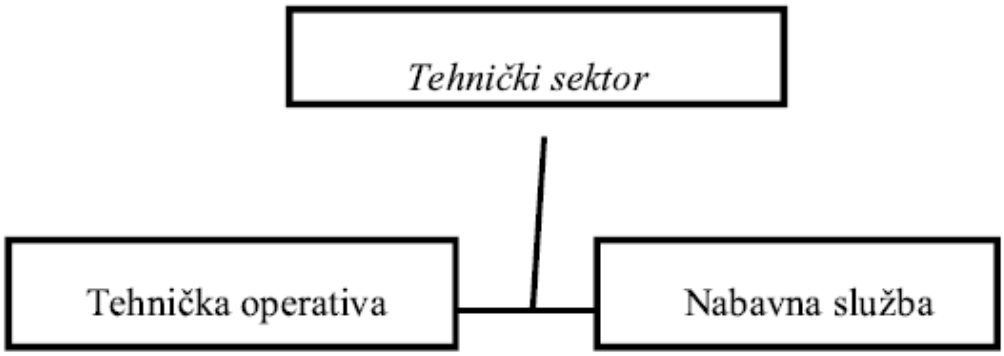
Troškovi održavanja broda predstavljaju iznos od oko 30-35% od ukupnih troškova poslovanja broda, zavisno od tipa i namjene broda. Ovi troškovi mogu biti i veći kada održavanje nije organizirano, tj. ne izvodi se planski, što uzrokuje učestale zastoje broda.

Poznat je jedan pristup, potvrđen u praksi, da su troškovi održavanja u eksploatacijskom vijeku broda i njegove opreme približno jednaki njihovoj nabavnoj vrijednosti. [1]

2.4. ORGANIZACIJA PROCESA ODRŽAVANJA BRODA

Organizacija procesa održavanja u brodarskim poduzećima povjerena je posebnoj službi, koja se zove tehnički sektor. Poslovi tehničkog sektora u procesu održavanju su da:

- kontinuirano prati eksploataciju brodova u pogledu tehničko-tehnološkog funkcioniranja strojeva i svih uređaja, kao i stanje broda u cjelini;
- daje prijedloge za izvođenje radova održavanja kao i vrši izbor izvođača radova;
- vrši nadzor nad izvođenjem radova održavanja od strane izvođača koji su izvan poduzeća (brodogradilišta, radionice u lukama i drugo);
- vrši opskrbljivanje brodova rezervnim dijelovima, alatima, potrošnim materijalima i drugom opremom;
- prati tehničke normative i ostale pokazatelje u eksploataciji brodova;
- pribavlja potrebne papire od klasifikacijskih zavoda i izvršava naloge pomorskih vlasti.



Slika 2. Organizacija tehničkog sektora (Prema: Ivošević, Špiro, *Održavanje i bezbjednost broda*, 2016.)

Tehnički se sektor sastoji iz tehničke operative i nabavne službe. Tehnička se operativa sastoji od osoblja koje radi na kopnu i osoblja koje radi na brodovima. Osoblje na kopnu predstavlja logistiku održavanja. Osoblje na brodovima predstavlja izvršitelje održavanja, jer se cjelokupno održavanje broda gotovo isključivo obavlja na brodu, bez obzira tko ga vrši, brodsko osoblje, brodogradilište ili neka radionica u luci. [1]

3. PRISTUPI ODRŽAVANJU- STRATEGIJE ODRŽAVANJA BRODSKIH SUSTAVA

Početkom 20. stoljeća nastojalo se postići da sustavi imaju maksimalnu raspoloživost, to jest da se zastoji svedu na najmanju moguću mjeru. To je omogućio razvoj tehničkih sustava (TS-a). Za TS-ove u zrakoplovstvu nuklearnim postrojenjima, prehrambenim industrijama, sigurnost je postavljala još veće zahtjeve. Veliki doprinos održavanju dala je svojim istraživanjem vojska, posebno svemirska tehnologija sa svojim specifičnostima. Veća složenost TS-a u eksploataciji zahtijeva sve više znanja i vještina od djelatnika u održavanju. Također, postavljaju se brojni zahtjevi pred djelatnost održavanja, a koji se odnose na zaštitu okoliša, zdravlje i sigurnost.

Tijekom uporabe TS-ova, njihovim održavanjem i stručnim pristupom razvili su se sljedeći pristupi koncepcije i modeli održavanja:

- korektivno održavanje;
- preventivno održavanje;
- terotehnološki pristup održavanju (eng. *Terotechnology*);
- logistički model održavanja (eng. *Logistics Engineering*);
- održavanje po stanju (eng. *Condition based Maintenance*);
- plansko održavanje (eng. *Schedulud Maintenance*);
- TPM (eng. *Total Productive Maintenance*);
- RCM (eng. *Reliability Centered Maintenance*);
- ekspertni model *(eng. Expert Systems*);
- model samoodržavanja.

Svaka od postojećih strategija ima određene prednosti, ali i nedostatke, te se najbolji rezultati postižu njihovom odgovarajućom kombinacijom koja je u skladu s potrebama određene tvrtke. Tradicionalne strategije održavanja su preventivno, korektivno i planirano održavanje. Pod suvremenim strategijama podrazumijevaju se RCM, TPM, održavanje po stanju, model samoodržavanja.

Rezultati su postignuti primjenom strategije RCM, u različitim slučajevima, sljedeći: smanjenje broj radnih sati za preventivno održavanje za 87%, smanjenje ukupnog broja radnih sati za održavanje do 29%, smanjenje troškova repromaterijala za održavanje do 64%, povećanje raspoloživosti opreme i sustava do 15%, povećanje pouzdanosti TS-a do 100%.

Sve više dolazi do odustajanja od tradicionalnog načina razmišljanja usmjerenog na popravke i orijentaciju na pouzdanost, odnosno pomak od reaktivnog k proaktivnom načinu razmišljanja, što podrazumijeva:

- definiranje dugoročnih strategijskih ciljeva;
- usklađivanje sustava nagrađivanja sa strategijskim ciljevima;
- bolju integraciju osnovne funkcije eksploatacije i održavanja;
- stvaranje mogućnosti za timski rad i učenje;
- isključivo cilju posvećeno vođenje- menadžment. [2]

3.1. KOREKTIVNO ODRŽAVANJE

Korektivno održavanje ili eng. Corrective Maintenance bavi se popravljanjem i zamjenom određenih dijelova sustava kada se pojavi kvar, te ponovnim osposobljavanjem sustava za daljnji rad.

Glavna prednost ovakvog pristupa održavanja je u potpunoj iskoristivosti elemenata TS-a. Iz tog proizlazi da se ne treba poznavati zakonitosti pojave kvarova sustava niti se treba pripremati aktivnost održavanja.

Negativna strana korektivnog održavanja je nepouzdanost sustava. Dolazi do iznenadnih i dugih zastoja, uređaji ispadaju iz rada, nizak stupanj iskoristivosti u eksploataciji, te nemogućnost planiranja aktivnosti održavanja.

Ovaj se pristup danas upotrebljava uglavnom za slučajeve kada kvar uređaja/sustava ne može dovesti do:

- ugrožavanja sigurnosti;
- težih havarija i lomova;
- dugih zastoja;
- velikih troškova održavanja. [2]

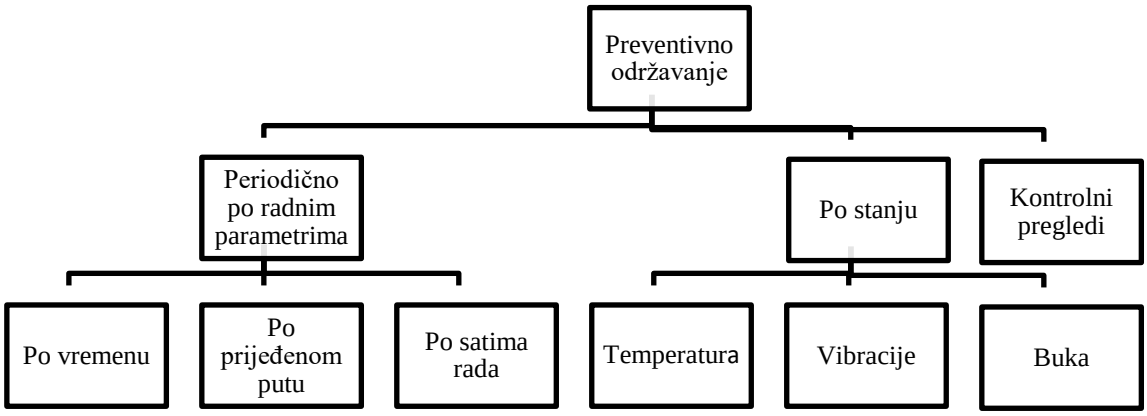
3.2. PREVENTIVNO ODRŽAVANJE

Preventivno održavanje ili eng. Preventive Maintenance podrazumijeva aktivnosti koje obuhvaćaju unaprijed planirane zahvate održavanja u određenom vremenu kako bi se spriječio nastanak kvarova i njima uzrokovani zastoji u radu TS-a.

Osnovni pristup preventivnog održavanja je obavljanje radova održavanja prema zacrtanome planu, tj. prije nego što nastane kvar odnosno zastoj.

Preventivno održavanje obuhvaća sljedeće aktivnosti održavanja:

- preventivne periodične preglede, čišćenja i podmazivanja;
- traženje i otklanjanje slabih mjesta;
- kontrolne preglede;
- planirane popravke (male, srednje i velike).



Slika 3. : Podjela preventivnog održavanja (Prema : Šegulja, Bukša i Tomas, *Održavanje brodskih sustava,* 2009.)

3.3. TEROTEHNOLOŠKI PRISTUP ODRŽAVANJU (TEROTEHNOLOGY)

Odbor za terotehnologiju 1975. definirao je terotehnologiju kao kombinaciju inženjeringa i upravljanja troškovima održavanja tijekom cijeloga životnog ciklusa TS-a.

Osnova je terotehnologije sudjelovanje stručnjaka održavanja u svim fazama životnog ciklusa TS-a, a sve s ciljem optimiranja ukupnih troškova održavanja i povećanja raspoloživosti TS-a.

Ovakav pristup obuhvaća:

- projektiranje TS-a;
- izradu (nabavu) TS-a;
- montažu i pripremu TS-a za uporabu;
- održavanje TS-a;
- projektiranje za održavanje;
- razvoj sustava održavanja, planiranje i upravljanje;
- modernizaciju i rekonstrukciju TS-a;
- izdvajanje TS-a iz eksploatacijskog procesa. [2]

3.4. LOGISTIČKI PRISTUP ODRŽAVANJU (LOGISTIC ENGINEERING)

Cilj logističkog pristupa održavanja je osiguranje svih čimbenika potrebnih za pouzdan rad sustava, te za njihovo vraćanje iz stanja otkaza u stanje rada. [2]

3.5. ODRŽAVANJE PO STANJU (CONDITION BASED MAINTENANCE)

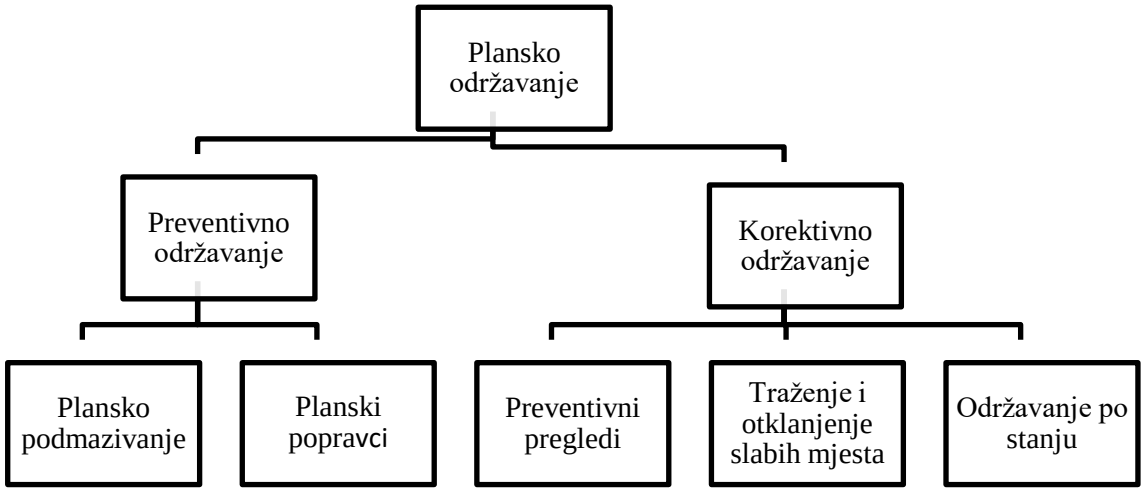
Ovakav pristup je koncepcija preventivnog održavanja. Strategija donošenja odluka održavanja zasniva se na periodičnoj ili neprekidnoj kontroli tehničkog stanja sustava u eksploataciji.

Glavne prednosti su:

- bolja kontrola razine pouzdanosti;
- smanjenje direktnih troškova održavanja;
- smanjenje kvarova , a time i gubitaka zbog zastoja;
- lako uočavanje slabih mjesta;
- veća efikasnost i kvaliteta rada TS-a;
- dulji životni ciklus TS-a. [2]

3.6. PLANSKO ODRŽAVANJE (SCHEDULED MAINTENANCE)

Plansko održavanje ili kombinirano održavanje kombinacija je korektivnog i preventivnog održavanja u omjeru koji najbolje odgovara tvrtki. Provodi se prije nego se kvarovi uspiju realizirati. [2]



Slika 4. : Prikaz planskog održavanja (Prema: Šegulja, Bukša i Tomas, *Održavanje brodskih sustava*, 2009.)

3.7. TPM ILI „CJELOVITO UČINKOVITO ODRŽAVANJE“ (TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE)

Ovaj pristup se razvio početkom 70-ih godina 20. Stoljeća sa osnovnim ciljem povećanja produktivnosti instaliranih TS-ova.

Japanac Seiichi Nakajima razradio je ovaj proces u tri faze i dvanaest koraka, kako slijedi:

A. POČETAK

1. Odluka rukovodstva
2. Informiranje i izobrazba rukovodećih kadrova
3. Postavljanje organizacijske strukture za vođenje
4. Dijagnostika postojećeg stanja i početak mjerenja (stroj-okolina)
5. Izrada programa

B. RAZVOJ

1. Lansiranje zacrtanih zadataka

2. Analiza i otklanjanje uzroka lošeg rada
3. Razvoj samoodržavanja-rukovatelji samo obavljaju manje zahvate održavanja
4. Razvoj programiranog održavanja

C. OSTVARIVANJE

1. Poboljšanje tehničkog znanja djelatnika
2. Korištenje dobivenih znanja u stvaranju nove podloge za nove TS-ove
3. Naljepnica TPM-a. [2]

3.8. RCM ILI „ODRŽAVANJE USMJERENO NA POUZDANOST“ (RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE)

RCM ili „održavanje usmjereno na pouzdanost“ je metodologija koja služi za definiranje strategije održavanja. Primarni cilj ove metode je zadržavanje funkcije sustava, a krajnji je rezultat specifikacija potrebnih radova održavanja.Cilj RCM-a je usmjeriti resurse na aktivnosti i procese koji izravno utječu na pouzdanost sustava u cjelini, te izbjeći napore i troškove održavanja.

RCM odgovara na pitanja vezana u sustavu i njihove:

- funkcije;
- kvarove;
- efekte kvarova;
- posljedice kvarova;
- nastanke kvarova.

Također, RCM metoda povećava:

- sigurnost postojećeg sustava;
- njegovu raspoloživost i pouzdanost;
- životni vijek sustava;
- efikasnost održavanja. [2]

3.8.1. RCM METODA

RCM metoda je zasnovana na funkcionalnom pristupu pa najviše pažnje treba posvetiti aktivnostima koje imaju najveći utjecaj na performanse sustava koje se izražavaju preko pouzdanosti, raspoloživosti i sigurnosti.

Cilj RCM metode je:

- omogućiti ostvarenje pouzdanosti i sigurnosti;
- omogućiti obnavljanje vlastite pouzdanosti i sigurnosti nakon pojave kvara;
- omogućiti upotrebu podataka za unapređenje uređaja čija se vlastita pouzdanost i sigurnost pokažu nedovoljnima;
- da se svi ti ciljevi ostvare sa što manje troškova. [2]



Slika 5. : Pregled RCM procesa (Prema: Šegulja, Bukša i Tomas, *Održavanje brodskih sustava,* 2009.)

3.8.2. POVIJEST RCM METODE

RCM metoda, kao i mnoge druge metode održavanja, nastala je u zrakoplovnoj industriji, te je temeljena na pretpostavci da sve komponente imaju točno definirano vrijeme uporabe. Za vrijeme 60-tih godina počeli su se izrađivati puno profinjeniji zrakoplovi (Boeing 747, Concorde), te su potencijalni korisnici, želeći smanjiti operativne troškove i troškove održavanja, jasno saopćili proizvođačima. Zahtijevali su od njih, osim preventivnog, drukčije vrste održavanja.

Boeing, United Airlines i Savezna zrakoplovna agencija (SAD) okupili su skupinu stručnjaka na čelu sa Stanleyom Nowlanom i Howardom Heapom. Osnovali su MSG (eng. *Maintenance Steering Group*) koji je izradio dokument za određivanje programa planskog

održavanja(Maintenance Programme Planning Document) za Boeing 747, poznat pod nazivom MSG-1. U isto vrijeme u Europi se izradio dokument pod nazivom European MSG za potrebe Concorda. Europske su vlasti potvrdile taj dokument, a poslije je primijenjen i na zrakoplovima Airbusa A300. Potaknuta zahtjevima u eksploataciji Boeinga 747, skupina stručnjaka je izmjenila dokument te tako nastaje MSG-2, koji je primijenjen na drugoj generaciji zrakoplova (Lockhead Tristar L-1011 i Mac-Donnel-Douglas DC-10). Prva primjena tog dokumenta je u vojsci, tj. na zrakoplovima F14, F15 i F16. U Europi ga prvi počinje primjenjivati Britansko kraljevsko zrakoplovstvo (RAF) i to tek 80-tih godina. [2]

3.8.3. RCM ZA UREĐAJE

Metodom top-down (eng. *Failure Modes and Effects Analysis - FMEA*) analiziraju se kvarovi i posljedice kvarova. Posljedica kvarova na uređajima dijele se na sigurnosne, okolišne, operativne i ekonomske. Da bi se analizirao sustav održavanja i postavila cost-effective strategija održavanja, treba postaviti sljedeća pitanja:

1. Koje funkcije i zahtijevane performanse očekujemo od uređaja?
2. Na koji način uređaj ne ispunjava svoju funkciju?
3. Što uzrokuje svaki funkcionalni kvar?
4. Što nastaje nastankom kvara i koje su posljedice kvara?
5. Što se može učiniti u svrhu sprječavanja pojave kvara?

Odgovore na ova pitanja nalazimo pomoću sustavne analize koja se izražava u četiri koraka:

1. Definiranje glavnih funkcija;
2. Hijerarhija funkcija;
3. Analiza uzroka i posljedica kvarova;
4. Odabir strategije održavanja.

Korak 1. Definiranje glavnih funkcija

Definiraju se glavne funkcije kako bi se procijenila kritičnost pojedine funkcije. Funkcije s najvećom ukupnom kritičnošću su najkritičnije s obzirom na definirane posljedice.

Korak 2. Hijerarhija funkcija

U hijerarhiji funkcija potrebno je doći do razine uređaja koji se održava. To se postiže razlaganjem funkcija na podfunkcije. Broj razina ovisit će o složenosti funkcije koja se analizira.

Korak 3. Analiza uzroka i posljedica kvarova

Analiziraju se uzroci i posljedice kvarova kako bi se postavila osnova za određivanje efikasne strategije održavanja na određenoj opremi. To se postiže prepoznavanjem sljedećih značajki uređaja:

1. prepoznatljivosti funkcionalnog kvara;
2. tipa kvara;
3. uzroka kvara;
4. vrste kvara (istrošenje, slučajni kvar...);
5. mogućnosti prepoznavanja potencijalnog kvara;
6. procjenjivanja vremena do kvara;
7. procjenjivanja posljedica kvara;
8. procjenjivanja kritičnosti kvara s obzirom na sigurnost, zaštitu okoliša, raspoloživost i troškova održavanja.

Korak 4. Odabir strategije održavanja

Odabire se najjefikasniji postupak održavanja i intervala održavanja za sve kvarove koji su određeni kao kritični u analizi uzroka i posljedica kvara. Za nekritične kvarove odabire se korektivno održavanje. [2]

3.8.4. RCM ZA STRUKTURU

Struktura se dijeli u strukturno značajne elemente (eng. *STRUCTURALLY SIGNIFICANT ITEM*) i strukturno neznačajne elemente (eng. *OTHER STRUCTURALLY ITEMS*). U strukturno značajne elemente ubrajaju se sve elementi strukture podložni zamoru i koroziji materijala, te iznenadnom oštećenju.

Dijelovi podložni takvim kvarovima klasificiraju se u DAMAGE TOLERANT i SAFE LIFE elemente. DAMAGE TOLERANT elementi mogu i nakon puknuća podržati funkciju, dok SAFE LIFE elementi imaju određen životni vijek trajanja. On je veći ili jednak životnom vijeku cijelog sustava. [2]

3.9. EKSPERTNI SUSTAVI U ODRŽAVANJU (EXPERT SYSTEMS)

Ekspertni model je program koji obavlja funkciju slično kao stručnjak za određeno područje. Takav model se zasniva na objašnjenju odgovora, primjeni nepotpunih podataka te jasnoći.

Sastoji se od tri modula:

- baze znanja;
- mehanizma zaključivanja;
- korisničkog posrednika. [2]

3.10. MODEL SAMOODRŽAVANJA

Model samoodržavanja ili samoobnavljajući sustav predstavlja sustav sposoban za automatsku dijagnostiku i popravak.

Ovakav sustav mora imati i sposobnost izvršavanja:

- nadzora;
- prosudbe greške;
- dijagnosticiranja;
- planiranja održavanja;
- održavanja. [2]

4.ODRŽAVANJE POJEDINIH DIJELOVA BRODA

4.1.ODRŽAVANJE NADGRAĐA I STAMBENIH PROSTORIJA BRODA

Nadgrađe broda sa prostorijama za smještaj posade i putnika (na putničkim brodovima) predstavlja podsustav u cjelokupnom sustavu broda koji se zajedno sa svojim elementima održava drukčije od ostalih podsustava. Kada govorimo o održavanju nadgrađa, treba napomenuti da je ono složeno jer se sastoji od vanjskog održavanja nadgrađa, održavanja prostorija posade i putnika, održavanja kuhinja i sanitarnih prostorija, održavanja sistema za grijanje, ventilaciju i hlađenje u kabinama, kuhinjama, prostorijama za okupljanje posade i slično.

Vanjski prostor nadgrađa održava se redovnim bojanjem, čišćenjem i pranjem vodenim mlazom. Nepropusnost prozorskih stakala i vidljivost prozora provjerava se također vodenim mlazom pod pritiskom. U unutrašnjosti nadgrađa održavanje se sastoji od redovnog čišćenja, kontrole kabina i slično. Također se vrši i remont i eventualna zamjena prenosivih protupožarnih aparata u hodnicima, kuhinji i dnevnom boravku posade.

Također, mora se redovno provjeravati sustav sanitarne i pitke vode, tako što se kontroliraju i po potrebi zamjene termostati, ventili, slavine ili pročiste vodovodne cijevi, ako je to potrebno. Sustav za ventilaciju, hlađenje i grijanje prostorija posade održava se kroz sustav stalnih kontrola u što spadaju:

- sukladnost ventilacijskih kanala i ogranaka sa shemama;
- rad ventilatora s provjerom efikasnosti (količina zraka za svaku prostoriju, brzina strujanja i tako dalje):
- pozicija daljinskog isključivanja sa svakog mjesta;
- nepropusnost detektorskom lampom;
- vakuumiranje cjevovoda za hlađenje i njegovo držanje pod vakuumom osam sati;
- provjerava se rad kompresora uređaja za hlađenje, pumpi za hlađenje, odjeljivača ulja, presostata i termostata;
- rad uređaja za grijanje;
- uređaj za navlaživanje i način regulacije. [1]

4.2. ODRŽAVANJE SIGURNOSNE OPREME

U sigurnosnu opremu spadaju:

- osobna sredstva za spašavanje (termo i hidrotermo zaštitna odijela, prsluci i kolutovi za spašavanje, uređaji za disanje u nuždi);
- kolektivna sredstva za spašavanje (čamci za spašavanje, splavovi i spasilački čamci);
- protupožarna oprema (prenosivi aparati za gašenje, detektori požara, stacionarni sustavi CO_2, pjena, Sprinkler sustavi). [1]

4.3. ODRŽAVANJE PROTUPOŽARNE OPREME

Održavanje protupožarne opreme dijeli se na:

- održavanje prenosivih aparata za gašenje požara;
- održavanje stacionarnih sustava i detektora požara.

Prenosivi protupožarni aparati su smješteni u hodnicima nadgrađa, skupnim prostorijama i strojarskom prostoru. Njihovo održavanje se zasniva na vizualnoj provjeri aparata. Ako se radi o aparatima sa prahom, prah treba jednom godišnje promijeniti ili prosijati, kako se ne bi ukrutio i na taj način se onemogućilo gašenje požara.

Jednom godišnje je potrebno rastaviti i požarne detektore u svim prostorijama broda, promijeniti im bateriju ili simulirati njihovu aktivaciju, kako bi ostali u radnom stanju. Što se tiče stacionarnih sustava, prije svih treba napomenuti vodeni Sprinkler sustav. On se održava propuštanjem vode ili pare kroz cjevovod i povremenim testiranjima pumpe za opskrbljivanje vodom.

Testiranje pumpe se vrši kako bi se provjerio pritisak koji ona daje, jer prema međunarodnim propisima, pumpa mora stvoriti dovoljan pritisak da voda uđe u sve prostorije na brodu. Kod stacionarnih sustava sa pjenom, jednom godišnje treba testirati pjenilo, tj. koncentraciju ekstrakta za gašenje. Ako je njegova koncentracija manja od dozvoljene, pjenilo treba zamijeniti novim.

Kod sustava CO_2 neophodno je kontrolirati boce (punjenje i testiranje boca). Podrazumijeva se da testiranje stacionarnih sustava uključuje i probe svih alarma i daljinskog načina aktiviranja.



Slika 6. Ispitivanje prenosivih protupožarnih aparata i testiranje sustava CO_2 na brodovima (Prema: Ivošević, Špiro, *Održavanje i bzebjednost broda*, 2016.)

U cilju provjere ispravnosti i održavanja protupožarne opreme i uređaja, provode se pregledi koji uključuju:

- protupožarni cjevovod na nepropusnost;
- sukladnost sa shemama;
- spojeve i učvršćenja;
- rad protupožarnih pumpi pojedinačno;
- gašenje vodenim mlazom pomoću vatrogasnih cijevi i mlaznica, sa provjerom dometa dviju najudaljenijih mlaznica istovremeno;
- povezanost sa drugim sustavima koji su spojeni na protupožarni cjevovod, kao pomoćni;
- pozicija protupožarnih ormarića prema shemama, te provjera njihove pripadajuće opreme;
- instalacija uređaja za otkrivanje požara i proba njihovog funkcioniranja (alarmi ili automatsko aktiviranje gašenja);
- funkcioniranje sigurnosnih ventila i čepova za pražnjenje protupožarnog cjevovoda;
- broj, pozicija i sadržaj boca internog gasa i provjera uređaja za aktiviranje (pozicija upravljačkih mjesta, funkcioniranje, alarmi);
- rad generatora internog gasa ili pjene, i uređaja za aktiviranje (pozicija upravljačkih mjesta, lopata, sjekira, ručni vatrogasni aparati i tako dalje). [1]

4.4. ODRŽAVANJE OPREME ZA VEZIVANJE

Na konope na brodu treba obratiti posebnu pažnju jer od toga zavisi njihovo trajanje. Poslije upotrebe konopi se ne smiju ostaviti razbacani po palubi ili skladištu, nego ih treba složiti na određeno mjesto, u klupko ili namotati na bubanj. Površina bubnja mora biti čista ili glatka. Trajnost konopa mnogo zavisi od konstrukcije palubne opreme: bitve, zijevalice, kolutova i drugo.

Također, konopi se ne smiju smočiti u vodu bez potrebe, a spremaju se samo kada su suhi i čisti. One koji su bili u moru prije skladištenja treba isprati slatkom vodom. Konopi uprljani blatom, pijeskom ili prljavštinom peru se jakim mlazom slatke vode, a po potrebi se i četkaju.

Vlažan biljni konop ne samo da brže trune već mu se i prekidna sila smanjuje. Ako se vlaženje konopa ne može izbjeći, treba nastojati da što kraće budu mokri ili u vodi. Prije pranja palube konopi se namataju u vijenac oko palca, ili preko ograde u duge redove. To treba raditi i pri kišovitom i vlažnom vremenu, kao i noću pri jakoj rosi, ako se ne mogu pokriti.

Dugačke konope kojima je brod vezan, koji rade u vodi, treba podići na čamce ili bilo kakva plutajuća sredstva ako brod ostaje duže u vezu. Vlažan biljni konop se steže. Zato treba prije, kiše ili magle i vlažne noći sve jako nategnute konope popustiti da ne bi pukli. Sintetički konopi se stežu vrlo malo.



Slika 7. Održavanje konopa na priteznom vitlu (Prema: Ivošević, Špiro, *Održavanje i bezbjednost broda,* 2016.)

Opće odredbe o održavanju brodskih konopa važe i za čeličnu užad. Osnovni i opći princip za trajnost čeličnih užadi je da ona pri upotrebi ne nailaze na suho trenje i da se njima pravilno rukuje.

Pravilno odmotavanje čelik čela složenog u kolut vrši se tako što se kolut postavi vertikalno i rukom kotura, čvrsto držeći kraj čela koji se odvija po palubi. Ukoliko se ne odmotava na pravi način čelik čelo će olabaviti.

Čelik čela se ne smiju prekomjerno opterećivati, jer bi njihovo pucanje moglo smrtonosno ozlijediti one koji sa njima rukuju ili one koji se nalaze u blizini. Najopasnija su užad koja se upotrebljavaju pri manevriranju uz obalu i uže za tegalj, pa o tome treba voditi posebnu brigu.

Skladišta u kojem se čuvaju brodski konopi moraju biti suhi i provjetreni. Povremeno, pri suhom vremenu konope treba iznijeti na palubu i dobro ih provjetriti u hladu. Konope treba čuvati daleko od kemikalija,grijalica, bojlera i drugih uređaja. Posljedice kemijskog djelovanja na konop zavise od vrsta materijala.

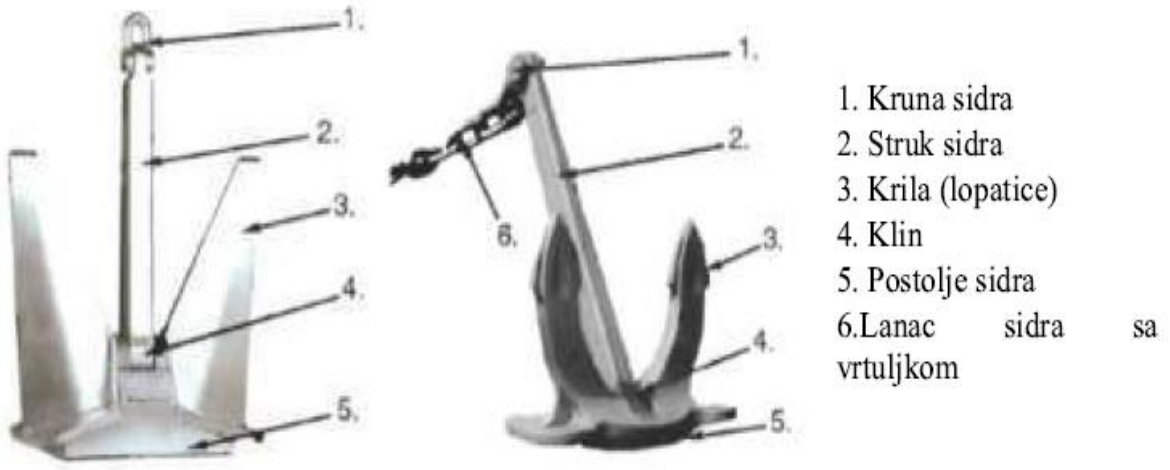
Treba izbjegavati da konopi dođu u dodir sa svježom bojom, katranom i sredstvima koji skidaju boju. Ako se konop zagadi kiselinom ili razrjeđivačima, treba ga što prije isprati vodom. Dugo skladištene konope nije preporučljivo upotrebljavati prije nego što se

iskontrolira njihova prekidna sila. Takav konop može izgledati nov, ali unutra zna biti truo. [1]

4.5. ODRŽAVANJE SIDRA I OPREME ZA SIDRENJE

Prilikom izvlačenja sidra, sidro treba dobro oprati od mulja i drugih naslaga nečistoće, posebno se vrši kontrola zgloba sidra koje se detaljno pregleda i provjerava njegov mehanizam, kako bi bili sigurni da se lopatice mogu slobodno i lako pokretati.

Sidra se danas uglavnom rade od lijevanog čelika, treba ga čistiti od korozije i kad je god moguće premazati ga lanenim uljem. Sidro se sa lancem spaja pomoću sidrene spojne karike. Ona ima veći promjer od promjera obične karike i njen promjer je 1,4 obične karike. Kad god je moguće treba je pregledati i razraditi.



Slika 8. HHP i standardno sidro (Prema: Ivošević, Špiro, *Održavanje i bezbjednost broda,* 2016.)

Samo održavanje sidra i sidrenog sustava možemo podijeliti na:

- periodično održavanje;
- glavno održavanje.

Periodično održavanje je održavanje prilikom eksploatacije broda. Kad se sidro diže treba ga dobro oprati vodom da se lanac dobro očisti od mulja, da su patentne spojnice u dobrom stanju, da su lopatice sidra pokretne. Redovno podmazivati zupčanike prijenosnog mehanizma vitla i osovinu. Pregledati kočnicu vitla. Također, treba kontrolirati pogon vitla u zavisno koji je, kod parnog pogona obavezna kontrola parnih cijevi i ventila i o razvodniku, ako je u pitanju električni pogon treba pratiti stanje elektromotora i njegovu zaštitu od vlage. Prije spuštanja sidra u more ili podizanja sidra treba pogledati kako morska voda koja pere sidro i lanac funkcionira jer se može dogoditi da se sapnice za vodu začepe od blata. Također, treba pregledati stanje sidrenog osiguranja, sidreno ždrijelo i poklopac ždrijela.

Kod glavnog održavanja prilikom dokovanja broda obavlja se temeljni pregled sidra i cijelog sustava. Sidro i lanci se izvode sa broda, dobro se pregledavaju i očiste od korozije. Pri udarcu karika čekićem, zvuk mora biti čist. Rasponi karika moraju stajati čvrsto na svojim mjestima.

Sidro i lanci se čiste čekićem i čeličnim četkama, a zatim se premažu lanenim uljem. Preporučuje se da se na svakom dokovanju lanci okrenu. [1]

4.6. ODRŽAVANJE DIZALICA I KRANOVA

Jedan od najbitnijih elemenata za siguran i cjelokupan rad dizalica je pravilno organiziran rad na njenim pregledima i oporavcima. Organiziranim pregledima otklanjaju se i najmanje neispravnosti na elementima noseće konstrukcije i mehanizma, i na taj način se otklanjaju mogućnosti da dizalica prestane sa radom zbog neznatnih kvarova. Sustavno održavanje i pregledi dizalica čine preventivnu zaštitu pogona, što daje mogućnost da se organiziraju i unaprijed planiraju određeni remontni poslovi, koji ne moraju da poremete rad u čitavom pogonu koje dizalica opskrbljuje. Naročito u pogonima gdje radi veći broj dizalica, organizaciji remontne službe treba obratiti posebnu pažnju. Ona treba planski organizirati preventivne remonte dizalica, na taj način koji je najpogodniji za normalno funkcioniranje cijelog pogona.

S obzirom na vremenski termin u kojem se vrše pregledi dizalice mogu biti:

- dnevni;

- tjedni;
- mjesečni;
- polugodišnji;
- godišnji;
- generalni;
- izvanredni.

Dnevni pregled dizalice vrši dizaličar prije početka rada i u pauzama u toku rada. Sve uočene kvarove dizaličar mora prijaviti svom neposrednom rukovodstvu. Ovim pregledom dizaličar vizualno uočava eventualne neispravnosti, te vrši kontrolu podmazivanja.

Tjedni pregled dizalice vrše bravari i električari, ekipe za održavanje dizalice, i to u prisustvu dizaličara. Pored opisanih radova dnevnih pregleda, tjednim pregledom se obuhvaćaju i sljedeći radovi: pregled kranskih staza s odbojnicima, pregled i podmazivanja ležaja mehanizama za kretanje i za gibanje kraka dizalice, pregled cjelokupne čelične užadi ugrađene u dizalici, pregled i podmazivanje osovina zglobova na dizalici i slično.

Mjesečni pregled i popravke vrše bravari i električne ekipe za održavanje dizalica pod nadzorom poslovođa te ekipe. U ovom pregledu potrebno je pregledati cjelokupnu konstrukciju dizalice posebno konstrukciju kraka. Potrebno je pregledati sve reduktore mehanizma i naliti ulja ako je potrebno. Isto tako je potrebno pregledati i sve kočnice uređaja, podesiti ih, a dotrajale obloge papuča zamijeniti. Ovim pregledom treba izvršiti i sljedeće preglede: spojkama i kućištima reduktora pregledati veze užadi, provjeriti ispravnost automatskog isključivanja struje za krajnji položaj kraka, tereta, mosta i drugo, pregledati električne vodove, posebno onih koji vode od glavnih sabirnih četkica do motora, kontrolera i otpornika, pregledati klizne vodove i zaštitno uzemljenje.

Polugodišnji pregled vrši stručna komisija organizacije. Popravke vrše bravari i električari, ekipe za održavanje dizalica pod nadzorom tehničkog rukovodstva. Ovim pregledom se obavljaju sljedeći poslovi: pregled zupčanika u reduktorima i zamjena ulja u njima, pregled svih kotrljajućih i kliznih ležajeva na dizalici, pregled kolica, osovina i kotača mehanizama za kretanje dizalice, sistemski pregled cjelokupne električne instalacije, pregled i ispitivanje izolacije namotaja i elektromotora i četkica elektromotora i podmazivanje njihovih ležajeva.

Godišnji pregled dizalice obuhvaća uglavnom sve radove iz polugodišnjeg pregleda, a uz to još i pregled čelične noseće konstrukcije na kojoj treba provjeriti ispravnost posebno napregnutih spojeva. I ovaj pregled vrši stručna komisija organizacije sastavljena prema odredbama tehničkih pravila.

Generalni pregled i remont dizalica koje su u stalnom pogonu vrši se svake treće godine. Ovaj rok se može promijeniti u zavisnosti od režima rada dizalice. O ovome prema potrebi odlučuje lice koje je u organizaciji zaduženo za sigurnost pri radu sa dizalicama. Ovaj pregled obuhvaća i mijenjanje oštećenih ili dotrajalih dijelova pojedinih uređaja, sklopova ili noseće konstrukcije dizalica. Pored ovoga vrši se i ispitivanje svih uređaja i sklopova pojedinih dijelova konstrukcije, a posebno cijele dizalice prema odredbama tehničkih pravila donesenih od strane klasifikacijskih društava. Poznajući granice trošenja pojedinih dijelova moguće je sa uspjehom organizirati preventivni remont i ne dozvoliti da iznenadni lom nekog dijela zaustavi dizalicu za vrijeme rada i time dovede u pitanje izvršenje plana radova na mjestima na kojima ona radi. [1]



Slika 9. Prekrcaj tereta brodskim dizalicama (Prema: Ivošević, Špiro, *Održavanje i bezbjednost broda*, 2016.)

4.7. ODRŽAVANJE SKLADIŠTA I NEPROPUSNIH PREGRADA

4.7.1. Održavanje teretnih prostora broda

Stanje skladišta tereta (tehnička ispravnost, čistoća, nepropusnost i slično) je osnovni preduvjet prije potpisivanja ugovora o prijevozu tereta. Skladišta tereta moraju biti čista, suha, a njihova površina u odgovarajućem stanju (posebno stanje boje kojom je skladište obojeno). Održavanje skladišta se sastoji u čišćenju skladišta nakon prijevoza tereta, njegovom povremenom bojanju, odstranjivanju eventualne korozije i drugo. Minimalni zahtjevi za skladišta u smislu njihovog održavanja i pripreme za bojanje su:

- prije početka bilo kakvih radova, skladištima se mora izdati „Gas free“ potvrda o odgovarajućoj koncentraciji plinova kako bi ljudi mogli pristupiti unutar skladišta i započeti potrebne radove;
- teške skele moraju biti uklonjene ukoliko su izvođeni popravci;
- otpaci i ostaci tereta moraju biti uklonjeni;
- masti i ostaci ulja moraju biti uklonjeni;
- svi „vrući radovi“ se moraju završiti;
- bilo kakvi mjehuri postojeće boje ili njena oštećenja moraju se ukloniti odgovarajućim alatom, a prvenstveno se to radi vodenim mlazom;
- prije pripreme površine, one moraju biti u potpunosti oprane i očišćene.



Slika 10. Izgled skladišta nakon iskrcaja tereta i bojanje gornjeg dijela skladišta (Prema: Ivošević, Špiro, *Održavanje i bezbjednost broda*, 2016.)

Također, redovno se mora kontrolirati nepropusnost poklopaca skladišta, njihovo pravilno otvaranje i zatvaranje (hidraulični sustav). Nepropusnost poklopaca provjerava se vodenim mlazom koji se usmjerava na mjesta sastava poklopaca (tzv. hose test). Ako se radi o tankerima koji prevoze tekuće terete, onda se kod njihovih skladišta provjerava sljedeće:

- tlačenje teretnog cjevovoda, te provjeravanje spojeva i učvršćivanje cjevovoda;
- upućivanje pumpi radi provjere smjera okretanja;
- daljinsko upravljanje i naglo zatvaranje ventila;
- daljinski prikaz temperature;
- prilikom prvog tereta sustav grijanja.

Održavanje skladišta tereta izvodi se u skladu sa ISM kodeksom kompanije i u skladu sa propisanim procedurama. Potrebno je izvršiti pregled svih čeličnih konstrukcijskih elemenata, cjevovoda, odvodnih kanala i drugo. Pregled, a potom sanacija i popravak oštećenih mjesta izvode se u skladu sa upustvima koje donosi kompanija, a zavisno od obujma sanacije potrebno je uključiti klasifikacijsko društvo i administraciju države čiju zastavu brod vije. [1]

4.7.2. Održavanje nepropusnih pregrada

Pregrade dijele brodski trup u više odvojenih prostora kako bi se spriječilo naplavljivanje svih prostora istovremeno. Pod nepropusnim se pregradama smatraju pregrade koje sudjeluju u vodonepropusnom pregrađivanju. Osnovne vodonepropusne pregrade postavljaju se bezuvjetno prema pravilima klasifikacijskih društava da osiguraju vodonepropusno pregrađivanje zbog moguće poplave broda u slučaju prodora vode.

Po orijentaciji pregrade mogu biti poprečne ili uzdužne. U sigurnosnom smislu pregrade sprečavaju potonuće u slučaju prodora vode u neki prostor, kao i širenje vatre u slučaju požara. U ekološkom smislu pregrade smanjuju zagađenje u slučajevima oštećenja zidova tankova. U konstruktivnom smislu pregrade služe kao elementi poprečne i uzdužne čvrstoće.

Osim vodonepropusnih skladišnih pregrada na brodovima se postavljaju i pregrade koje dijele tankove i teretne prostore, te se zbog dodatnih opterećenja posebno razmatraju u strukturi tankova. Pregrade su generalno oslonci za potpalubne nosače, nosače dna i nosače boka.

Poprečne pregrade indirektno sudjeluju u uzdužnoj čvrstoći broda jer održavaju oblik brodskog trupa kao kutijastog nosača. Ove pregrade podupiru nadgrađa, palubne kućice i opremu na palubi i one su također važan oslonac kod dokovanja.

Svi brodovi moraju imati sudarnu pregradu, pregradu statvene cijevi i pregrade na oba kraja prostora stroja. Ako je prostor stroja smješten na krmi, pregrada statvene cijevi se može smatrati krmenom pregradom prostora stroja.

Održavanje nepropusnih pregrada je dio kontinuiranog procesa praćenja i održavanja stanja pregrada prije i nakon iskrcaja tereta iz skladišnih prostora. Prije samog održavanja pregrada neophodno je pregledati konstrukciju pregrada, odnosno njene čelične ploče i ukrućenja, sa posebnim osvrtom na zavarene i kontaktne površine.

Preventivno održavanje podrazumijeva uklanjanje prljavština sa pregrada nakon iskrcaja tereta kao i stalno čišćenje korodiranih površina i njihova površinska zaštita pomoću zaštitnih premaza. Korektivno održavanje se odnosi na saniranje pojave pukotina, propuštanja

i oštećenja nastalih uslijed udaraca. Privremeni popravci se mogu provesti u lukama između operacija sa teretom dok se veći zahvati obavljaju uglavnom u remontnim prostorima. [1]



Slika 11. Korodirana nepropusna poprečna/uzdužna pregrada skladišta spremna za zamjenu (Prema: Ivošević, Špiro, *Održavanje i bezbjednost broda*, 2016.)

4.7.3. Vodonepropusna vrata

Vodonepropusna vrata predstavljaju veoma važan dio konstrukcije koji se pojavljuje na različitim mjestima na brodu i sa različitim mehanizmom upotrebe. Osnovna svrha vodonepropusnih vrata je odvajanje dijelova broda u dva potpuno nezavisna, vodonepropusna dijela. Generalno, postoje tri vrsta, odnosno tipa vodonepropusnih vrata:

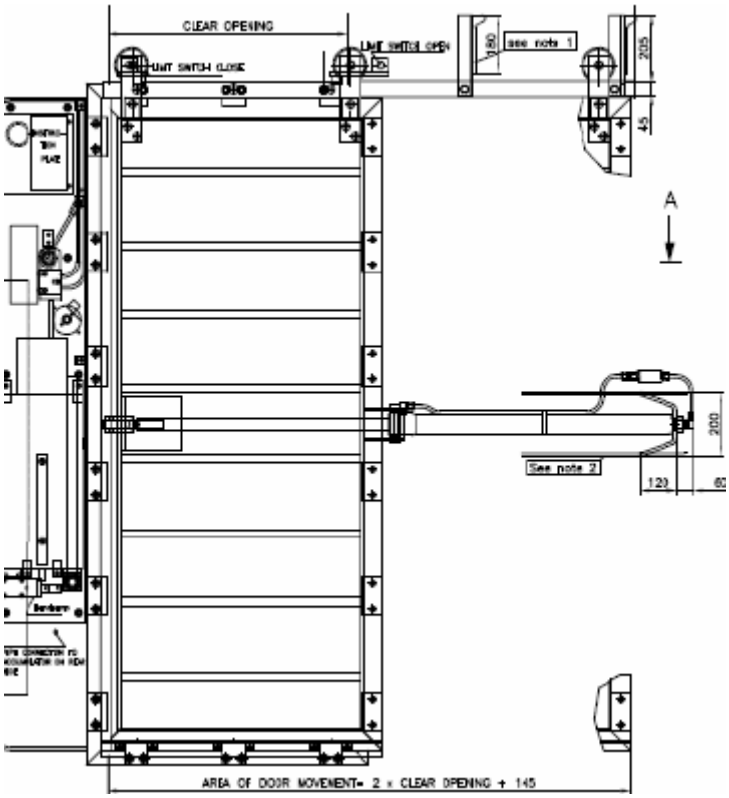
- klasa 1- vrata sa šarkom;
- klasa 2- klizeća vrata koja se ručno otvaraju;
- klasa 3- klizeća vrata na struju kao i ona koja se ručno otvaraju.



Slika 12. Vrste vodonepropusnih vrata (Prema: Ivošević, Špiro, *Održavanje i bezbjednost broda*, 2016.)

Vodonepropusna vrata mogu nanijeti ozbiljne povrede ako se na njima pravilno ne rukuje, pa zato svi članovi posade koji bi mogli imati priliku da koriste bilo koja vodonepropusna vrata, trebaju biti upućeni kako ih sigurno koristiti.

Posebnu pažnju treba posvetiti vratima koja za svoje funkcioniranje koriste određenu energiju (električnu, hidrauličnu) i koja se zatvaraju sa zapovjedničkog mosta. Ako su otvorena lokalno pod ovim uvjetima će se ponovno zatvoriti automatski sa snagom koja je dovoljna da slomi svakoga koji se u tom trenutku nalazi na stazi zatvaranja vrata čim se lokalna kontrola oslobodi.



Slika 13. Tehnički nacrt vodonepropusnih vrata (Prema: Ivošević, Špiro, *Održavanje i bezbjednost broda*, 2016.)

Lokalne kontrole su postavljene na svakoj strani vrata tako da osoba koja prolazi kroz otvor vrata može otvoriti vrata i stići do druge kontrole kako bi držala vrata u otvorenom položaju sve dok se prolaz ne završi. Kako su potrebne obe ruke za rukovanje kontrolama, nijedna osoba ne bi smjela pokušati nešto nositi kroz vrata bez pomoći.

Nitko ne bi trebao pokušati da prođe kroz vodonepropusna vrata kada se ona zatvaraju ili kada je aktivirano zvono upozorenja. U svim slučajevima treba pričekati dok se vrata u potpunosti ne otvore prije nego što pokušate proći kroz njih.

Vodonepropusna vrata se moraju adekvatno održavati u skladu sa propisima i instrukcijama proizvođača. Zavisno od tipa i vrste nepropusnih vrata, te njihovog pogona (električni, hidraulični), potrebno je vršiti pregled i održavanje, te provjeru njihovog funkcioniranja.

Podmazivanje, bojanje i zamjena dotrajalih i oštećenih rezervnih dijelova su glavne aktivnosti koje se odnose na održavanje vodonepropusnih vrata.

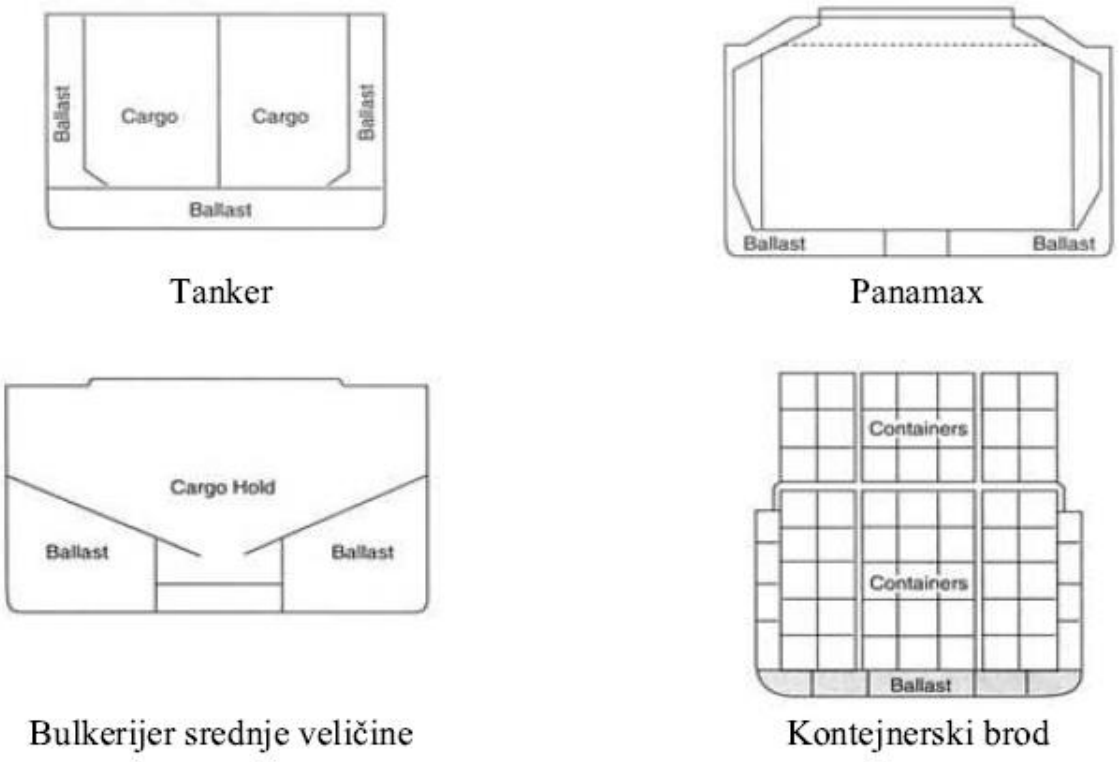
Sva vodonepropusna vrata i njihovi mehanizmi i indikatori, kao i svi ventili pomoću kojih se vrše zatvaranja vrata, kako bi se brodski prostori napravili vodonepropusnim i ventili za kontrolu štete i spojeva moraju biti pregledani barem jednom tjedno. Uočena oštećenja se moraju upisati u dnevnik.

Pored redovnog održavanja, neophodno je provoditi vježbe u kojima se testira spremnost posade da prema propisanoj proceduri provode zatvaranja vrata. Eventualna oštećenja se moraju evidentirati, a zapisi sa vježbi se moraju voditi. [1]

4.8. ODRŽAVANJE BALASTNIH TANKOVA

Balast je masa koja se dodaje brodovima kako bi se stvorilo dodatno opterećenje i povećala ravnoteža tokom plovidbe broda i situacijama u kojima treba ravnomjerno rasporediti težine. Balast se dodaje u brodske balastne tankove po pravilu da se smanje statička i dinamička opterećenja broda i za vrijeme kad je brod prazan kako bi se smanjili otpori koji se javljaju tokom plovidbe, te da se snizi težište broda kako bi mu se povećala stabilnost tokom plovidbe. Balastni tankovi se mogu nalaziti pri dnu broda, a mogu se nalaziti i na bočnim stranama broda, zavisno od tipa broda.

Osim kod plovnih objekata i brodova, balastni tankovi su obavezni i na podmornicama, baržama, plovnim dizalicama kao i plutajućim dokovima. Na sljedećoj slici prikazani su balastni tankovi kod bulkcarriera, tankera i kontejnerskih brodova.



Slika 14. Balastni tankovi na različitim tipovima brodova (Prema: Ivošević, Špiro, *Održavanje i bezbjednost broda*, 2016.)

Kod različitih tipova brodova razlikuju se oblik i vrste balastnih tankova. Također, sama struktura, tankova i broj okvirnih rebara u njima zavisi od veličine broda, njegove nosivosti i namjene. Raspored tankova je utvrđen od strane samog projektanta, a prema proračunu stabiliteta broda. [1]

4.8.1. Pregledi i procjena stanja balastnih tankova

Balastni tankovi na brodu su strukturni elementi brodske konstrukcije koji su najizloženiji utjecaju korozije i korozivnih procesa. U tim faktorima sudjeluju brojni faktori, kao što su: vlažnost zraka, temperatura, biološki procesi, balastni ciklusi, prijevozna ruta i slično. Stalna izmjena balastnih voda također je jedan od faktora koji doprinosi ubrzanju korozivnih procesa. Zbog svega navedenog, balastni tankovi se moraju stalno pregledati od strane posade broda, suglasno ISM kodeksu i o tome se moraju voditi određeni zapisi.

Pored toga, balastni tankovi podliježu pregledu od strane klasifikacijskog društva tokom eksploatacije radi utvrđivanja njihovog stvarnog stanja. Prema međunarodnim propisima, balastni tankovi podliježu sljedećim pregledima:

- godišnji pregled;
- međupregled;
- specijalni pregled.

Godišnji pregled je najjednostavniji. Godišnji pregledi trebaju biti provedeni unutar tri mjeseca prije ili poslije svake godine dana i moraju se obaviti prije planiranog pregleda inspektora klasifikacijskog društva. U vrijeme godišnjeg pregleda brod se detaljno pregleda. Kada su u pitanju balastni tankovi, tokom godišnjih pregleda nije obavezan njihov pregled, osim u situaciji kad je na prethodnom pregledu utvrđeno povećano istrošenje, odnosno pojačana korozija, oštećenje boje ili neki drugi problem, kao što je npr. problem sa cjevovodnim balastom, daljinski upravljanim ventilima balasta u tankovima i slično.

Ako je između dva pregleda došlo do oštećenja boje unutar tankova, onda se unutar kompanije mora pogledati opseg oštećenja i u skladu sa tim se može zahtijevati da posada intervenira, odnosno da pripremi i ofarba mjesta gdje je boja oslabila ili je nema. Kompanije često koriste radne ekipe koje tokom plovidbe rade na stalnom održavanju tankova i privremenim popravcima oštećenim elemenata kako bi brod mogao biti eksploatiran do narednog remonta.



Slika 15. Vizualni pregled tankova (Prema: Ivošević, Špiro, *Održavanje i bezbjednost broda*, 2016.)

Godišnji pregled podrazumijeva i provjeru stanja cink protektora kao i provjeru balastnih cijevi koje u toku eksploatacije mogu popucati uslijed pritiska korozije i izazvati probleme prilikom balastiranja broda.

Generalno, tankovi koji se pregledaju godišnje su oni kod kojih je zaštitna boja u lošem stanju ili je uopće nema. Kod godišnjeg pregleda tankova vrši se sljedeće:

- provjera ukupne struktura tankova u cilju pronalaženja oštećenja ili pukotina;
- provjerava se stanje zaštitne boje na površinama, pri čemu se uzima u obzir da lokalne pukotine boje mogu ubrzati pojavu korozije;
- provjeravaju se balastni cjevovodi i usisne košare.

Međupregled se provodi svaki 2 i pol godine. Za specifične vrste brodova, kao što su putnički brodovi i super brzi brodovi taj period se razlikuje. Kada je u pitanju pregled tankova, zahtijeva se vizualni pregled zbog utvrđivanja stvarnog stanja broda.

Razlika između godišnjeg i međupregleda je samo u opsegu pregleda, pri čemu se sa vremenom eksploatacije obujam pregleda stalno povećava. Ovaj pregled treba omogućiti

stjecanje potpunog dojma o stanju balastnih tankova na način da se preciziraju radnje na održavanju koje se moraju provesti tokom realizacije remonta broda.

Ako je na prethodnom pregledu balastnih tankova utvrđena pojačana korozija (eng. Substantial corrosion) onda je potrebno izvršiti ultrazvučno mjerenje tih zona, a po zahtijevu klasifikacijskog društva vrši se ultrazvučno mjerenje.

Specijalni pregled nema nekih velikih razlika u odnosu na bilo koji drugi pregled, on je jednostavno detaljniji. Tokom ovog pregleda nastoje se otkriti i sanirati svi uočeni problemi, na način da se osigura eksploatacija tankova narednih pet godina. Za razliku od godišnjeg pregleda koji se sastoji od vizualnih pregleda mora se stvoriti potpuno jasna slika o stanju svakog balastnog tanka broda.

No, specijalnim pregledima se pored pregleda svih sastavnih dijelova tankova zahtijeva još i ultrazvučno mjerenje debljine, kako bi se stekla objektivna slika o stanju oplate. Ova mjerenja, zavisno od tipa broda i njegove starosti, izvode se i na međupregledima, a prema obujmu sadržaju koji je uređen pravilima klasifikacijskih društava. Klasifikacijska pravila definiraju minimalni opseg mjerenja u zavisnosti da li se radi o prvom, drugom, trećem ili četvrtom specijalnom pregledu, odnosno o pripadajućim međupregledima.

Pregledom tankova od strane članova posade moguće je dobiti predstavu o stanju balastnih tankova, te u slučaju uočavanja većeg opsega korozije, dati smjernice tehničkom inspektoru kompanije da se angažiraju kompanije za mjerenje elemenata brodskog trupa. Zapošljavanjem kompanije za mjerenje, nekoliko mjeseci prije samog međupregleda ili specijalnog pregleda, moguće je dobiti realnu sliku o stanju balastnih tankova i obujmu radova u čeliku. Na taj način je moguće optimizirati poslove pripreme broda za remont i odabrati najbolje moguće rješenje.

Tokom pregleda, treba osigurati siguran pristup tankova u skladu sa pravilima i propisima za ulazak u balastne tankove. Da bi se svi balastni prostori pregledali, neophodno je da budu prazni, čisti i suhi te provjereni na sadržaj plinova (eng. *Gas free*). Brodar mora osigurati sve uvjete za pristup balastnim tankovima i praznim prostorima.

Svrha unutarnjih pregleda o strane članova posade je:

- ocjena stanja ulaznih otvora u tankove;
- ocjena stanja nepropusnih pregrada;

- ocjena stanja unutarnje strukture (rebra, okvirna rebra, platforme itd.);
- provjera čepova na oplati;
- provjera kontaktnih površina sa susjednim tankovima goriva i pripadajućih spojeva;
- ocjena stanja opreme tankova (cjevovodi, ventili, skale, kablovi itd.);
- provjera i procjena stanja katodne zaštite. [1]

4.8.2. Metode i postupci održavanja balastnih tankova

Kada govorimo o održavanju balastnih tankova, tada možemo govoriti o direktno preventivnom održavanju tankova tokom eksploatacije, te u slučaju intenzivnih korozivnih procesa o održavanju kontrolom parametara stanja. Kontrola stanja se izvodi promjenom stanja površinske zaštite sa jedne, te mjerenjem debljine strukturnih elemenata balastnih tankova sa druge strane. Na ovaj se način preventivno saniraju uočena oštećenja.

U slučaju proboja nepropusnih pregrada ili pak oštećenja u vidu deformacija ili proboja, provode se korektivne privremene ili trajne sanacije. Privremene sanacije i popravci se izvode na licu mjesta u plovidbi, na način da se privremeno zaustavi daljnji napredak oštećenja i spriječe veće posljedice. Trajni popravci se izvode u lukama ili remontnim zavodima i podrazumijeva trajnu sanaciju oštećenja.

Brojni se alati trebaju koristiti u službi realizacije adekvatnog održavanja balastnih tankova. Ovi alati moraju biti dobro spremljeni i pravilno korišteni kako bi se od njih iskoristio maksimum. Na brodu se najčešće nalaze sljedeći ručni alati: čekić za skidanje boje, četka od žice, ručni strugači, prenosiva električna drobilica i slično.

Svakako najvažnije je osigurati nesmetan u balastni tank. U tom smislu je neophodno adekvatno održavati otvore za ulaz u balastni tank, kako same poklopce, tako i gumene plombe i šarafe kojima se pričvršćuju poklopci. Nije rijedak slučaj da se tankovi ne otvaraju godinama, što kao posljedicu ima koroziju šarafa koje nije moguće odšarafiti. Tada je potrebno njihovo rezanje što je često puta težak i zahtijevan posao koji može spriječiti ulazak u tank i po nekoliko sati. Sigurnosne gumene plombe moraju biti aktivne kako bi osigurale vodonepropusnost.

Iz navedenih razloga, suglasno sa ISM kodeksom i pripadajućim procedurama, potrebno je stalno otvarati balastne tankove i provjeravati njihovu funkcionalnost. Samo

održavanje se sastoji u zamjeni dotrajalih gumenih plombi, uklanjanju korodiranih površina i bojanju istih, zamjeni korodiranih šarafa, podmazivanju postojećih šarafa i slično.

Unutar samih tankova je neophodno održavati sigurnim puteve za kretanje kroz tankove, što se u prvom redu odnosi na ljestve. Ljestve trebaju biti ispravne, a loše, korodirane i oštećenje trebaju biti zamijenjene.

Balastne cjevovode je potrebno pregledati i utvrditi stupanj njihove korodiranosti. Ukoliko se mjerenjima otkrije da su cijevi dotrajale, potrebno ih je zamijeniti. U slučaju lokalnih propuštanja potrebno je odraditi popravke.





Slika 16. Oštećenja cijevi: a) cijev koju treba trajno sanirati; b) privremeni popravak (Prema: Ivošević, Špiro, *Održavanje i bezbjednost broda,* 2016.)

Čest je slučaj da se tokom plovidbe uoče propuštanja na oplati ili susjednim nepropusnim površinama balastnih tankova. Tada nije moguće provesti bilo kakve trajne popravke, pa se provode privremeni popravci koji podrazumijevaju ili postavljanje udvostručenja ili postavljanje cementnih blokova. Niti jedan od ovih popravaka ne smije biti trajnog karaktera, već se trajna sanacija treba obaviti prvom pogodnom prilikom. Trajna sanacija podrazumijeva potpunu zamjenu oštećenog dijela konstrukcije, te naknadno testiranje nepropusnosti.

Najopsežniji poslovi održavanja unutar balastnih tankova se odnose na bojanje korodiranih površina i njihovu ponovnu površinsku zaštitu. Mnoge kompanije za ove poslove zapošljavaju članove posade, dok ne zapošljavaju neke radne ekipe koje tokom plovidbe vrše uklanjanje korodiranih površina i nanos površinske zaštite.

Ovakav pristup održavanju zahtjeva upotrebu čekića za skidanje korozije i oštećene boje. Oni koji ga žele koristiti pravilno moraju biti podučeni za to, odnosno za to koliko je točno snage potrebno za otklanjanje površinske korozije i oštećene boje. Žičane četke služe za lak posao oko korozije ili za tanke slojeve boje. Također se koristi za četkanje oko zavarenih mjesta. Kada je površina oguljena koriste se čelične četke za čišćenje rupa.

Ručni strugači se više koriste za skidanje odnosno uklanjanje korozije i boje sa manjih površina, gdje nije praktično ili je nemoguće koristiti alate na struju.

Opsežniji remontni radovi nad balastnim tankovima se provode tokom međupregleda i specijalnim pregledima kada se brodovi nalaze u suhom doku. Tada se u dogovoru sa remontnim zavodima izvode radovi u čeliku. Ovi radovi u čeliku se izvode od strane obalne operative i na kraju remontnih radova se vrši testiranje tankova u smislu provjere njihove nepropusnosti.

Kod manje korodiranih tankova, a kada brodovlasnik želi zadržati dobro stanje površinske zaštite, vrši se balastiranje tankova i bojanje tankova automatiziranim metodama. Na taj se način vrši sanacija tankova koja osigurava njihovu dužu trajnost i redovne termine njihovih pregleda.

Na kraju obavljenih radova unutar balastnih tankova vrši se njihovo testiranje hidrostatičkim putem, tako što se tank napuni vodom dok voda ne izađe kroz ispušnu cijev. Tada se vizualno provjeravaju sa vanjske strane ivice tankova, pokrov tanka i nepropusne pregrade zbog eventualnog propuštanja. [1]

5. ZAKLJUČAK

Održavanje kao funkcija poslovnog sustava zauzima danas važno i značajno mjesto u svakom poslovnom sustavu pa i u poslovnom sustavu u brodarstvu. Polazi se od toga da se održavanje broda definira kao stalna kontrola nad svim podsustavima broda kao tehničkog sustava, kao i vršenje određenih popravaka i preventivnih radnji, čiji je cilj stalno funkcionalno osposobljavanje i čuvanje istih. Cilj održavanja broda teži ka povećanju prihoda i sniženju troškova koje značajno doprinosi kvalitetno održavanje i eksploatacija broda, zbog čega se u brodarskim kompanijama neprekidno čine napori na unaprjeđenju kvaliteta izvršavanja ovih važnih funkcija. Na taj način osnovni cilj koji se u brodarskim kompanijama postavlja u vezi sa kvalitetom održavanja i eksploatacije brodova je doprinos ekonomiji rada koja se postiže povećanjem dobiti. Pojavljuju se razni troškovi pri održavanju broda, počevši od plaće i dodataka radnicima koji obavljaju poslove održavanja, troškova rezervnih dijelova i materijala, administracije, opreme i uređaja za obavljanje poslova održavanja, najma posade, pa do troškova radova koji se obavljaju u brodogradilištu. Organizacija procesa održavanja u brodarskim poduzećima povjerena je posebnoj službi, koja se zove tehnički sektor i sastoji se od tehničke operative i nabavne službe.

Cilj je tehničkih sustava da imaju maksimalnu raspoloživost i minimalne zastoje. Sukladno tome razvili su se koncepti i modeli održavanja. Nijedan od njih nije apsolutno pouzdan, a najbolji rezultati postižu se njihovom kombinacijom. Na primjer, koncept korektivnog održavanja bavi se popravljanjem i zamjenom određenih dijelova sustava kada se pojavi kvar, te njihovim ponovnim osposobljavanjem, ali je nepouzdan utoliko što dolazi do iznenadnih i dugih zastoja. Cilj preventivnog održavanja obuhvaćaju unaprijed planirane zahvate održavanja u određenom vremenu kako bi se spriječio nastanak kvarova i njima uzrokovani zastoji u radu TS-a. Logistika je tehnička disciplina koja izučava rad, funkcioniranje i uvjete rada TS-a, obuhvaćajući sve osnove aktivnosti njegova životnog ciklusa. Održavanje po stanju dijagnostički je proces koji omogućuje određivanje tehničkog stanja sustava, a prema stanju sustava planiraju se zahvati održavanja. Terotehnologija je kombinacija inženjeringa i upravljanja troškovima održavanja tijekom cijeloga životnog ciklusa TS-a, a razvila se s ciljem optimiranja ukupnih troškova održavanja i povećanja raspoloživosti TS-a. Plansko održavanje ili kombinirano održavanje je kombinacija korektivnog i preventivnog održavanja u omjeru koji najbolje odgovara tvrtki. TPM strategija

želi povećati produktivnosti postojećih TS-ova. Strategija raspodjeljuje brigu o efikasnosti sustava na sve zaposlene u organizaciji, bez obzira na njihovu osnovnu funkciju, iskustvo ili specijalnost. Svrha RCM metodologije je pronalaženje logičnog, preglednog alata, uz čiju će pomoć održavatelj izvesti plan održavanja u skladu sa svojim potrebama. Ekspertni model je program koji osim mogućnosti rješavanja problema, korisniku treba pružiti objašnjenje svojih odluka. Model samoodržavanja ili samoobnavljajući sustav je uređaj s ugrađenim samoodržavanjem, to jest uređaj koji može funkcionirati i u vremenu kada se dogodio kvar. Nužno je poznavati metode održavanja kako bi se njihovom odgovarajućom kombinacijom došlo do najmanjeg zastoja sustava i najoptimalnijih rezultata.

Razni dijelovi broda su podlegnuti održavanju. Kada govorimo o održavanju nadgrađa, treba napomenuti da je ono složeno jer se sastoji od vanjskog održavanja nadgrađa, održavanja prostorija posade i putnika, održavanja kuhinja i sanitarnih prostorija, održavanja sistema za grijanje, ventilaciju i hlađenje u kabinama, kuhinjama, prostorijama za okupljanje posade i slično. Zatim slijedi održavanje sigurnosne i protupožarne opreme koja se dijeli na održavanje prenosivih aparata za gašenje požara i održavanje stacionarnih sustava i detektora požara. Održavanje opreme za vezivanje zahtijeva posebnu pažnju jer od toga zavisi njihovo trajanje. Poslije upotrebe konopi se ne smiju ostaviti razbacani po palubi ili skladištu, nego ih treba složiti na određeno mjesto, u klupko ili namotati na bubanj. Samo održavanje sidra i sidrenog sustava možemo podijeliti na periodično održavanje broda prilikom eksploatacije i glavno održavanje koje se provodi za vrijeme dokovanja broda.

Jedan od najbitnijih elemenata za siguran i cjelokupan rad dizalica je pravilno organiziran rad na njenim pregledima i oporavcima. Organiziranim pregledima otklanjaju se i najmanje neispravnosti na elementima noseće konstrukcije i mehanizma, i na taj način se otklanjaju mogućnosti da dizalica prestane sa radom zbog neznatnih kvarova.

Stanje skladišta tereta (tehnička ispravnost, čistoća, nepropusnost i slično) je osnovni preduvjet prije potpisivanja ugovora o prijevozu tereta. Skladišta tereta moraju biti čista, suha, a njihova površina u odgovarajućem stanju. Također, treba paziti na održavanje nepropusnih pregrada koje po orijentaciji mogu biti poprečne ili uzdužne. Kada govorimo o vodenopropusnim vratima ona predstavljaju veoma važan dio konstrukcije koji se pojavljuje na različitim mjestima na brodu i sa različitim mehanizmom upotrebe. Osnovna svrha vodonepropusnih vrata je odvajanje dijelova broda u dva potpuno nezavisna, vodonepropusna dijela. Balastni tankovi na brodu su strukturni elementi brodske konstrukcije koji su

najizloženiji utjecaju korozije i korozivnih procesa. Za njihovo održavanje koristimo razne metode i postupke.

LITERATURA

[1] Ivošević, Špiro: *Održavanje i bezbjednost broda*, Fakultet za pomorstvo u Kotoru, 2016.

[2] Šegulja, Ivan; Bukša, Ivan; Tomas, Vinko : *Održavanje brodskih sustava*, Sveučilište u Rijeci, 2009.

POPIS SLIKA

Slika 1. Podjela broda na osnovne podsustave……..…….2

Slika 2. Organizacija tehničkog sektora……..……7

Slika 3. Podjela preventivnog održavanja……..……...10

Slika 4. Prikaz planskog održavanja……..……...12

Slika 5. Pregled RCM procesa……..……14

Slika 6. Ispitivanje prenosivih protupožarnih aparata i testiranje sustava CO_2 na brodovima…….20

Slika 7. Održavanje konopa na priteznom vitlu……..……..22

Slika 8. HHP i standardno sidro……..…….…….23

Slika 9. Prekrcaj tereta brodskim dizalicama……..……..26

Slika 10. Izgled skladišta nakon iskrcaja tereta i bojanje gornjeg dijela skladišta…..…….28

Slika 11. Korodirana nepropusna poprečna/uzdužna pregrada skladišta spremna za zamjenu…….30

Slika 12. Vrste vodonepropusnih vrata……..……...31

Slika 13. Tehnički nacrt vodonepropusnih vrata……..……32

Slika 14. Balastni tankovi na različitim tipovima brodova……..…….34

Slika 15. Vizualni pregled tankova……..…….36

Slika 16. Oštećenja cijevi: a) cijev koju treba trajno sanirati; b) privremeni popravak……....39

KRATICE I STRANO NAZIVLJE

Međunarodni kodeks upravljanja sigurnošću (eng. *ISM - International Safety Managment Code*)

Tehnički sustav (TS)

Britansko kraljevsko zrakoplovstvo (eng. *Royal Air Forces - RAF*)

Terotehnologija (eng. *Terotechnology*)

Logistički model održavanja (eng. *Logistics Engineering*)

Održavanje po stanju (eng. *Condition Based Maintenance*)

Cjelovito učinkovito održavanje (eng. *Total Productive Maintenance - TPM*)

Održavanje usmjereno na pouzdanost (eng. *Reliability Centered Maintenance - RCM*)

Ekspertni model (eng. *Expert Systems*)

Plansko održavanje (eng. *Scheduled Maintenance*)

Korektivno održavanje (eng. *Corrective Maintenance*)

Preventivno održavanje (eng. *Preventive Maintenance*)

Upravno tijelo održavanja (eng. *Maintenance Steering Group – MSG*)

Program planskog održavanja (eng. *Maintenance Programme Planning Document*)

Analiza kvarova i posljedica kvarova (eng. *Failure Modes and Effects Analysis – FMEA*)

Strukturno značajni elementi (eng. *Structurally significant items*)

Struktruno neznačajni elementi (eng. *Other structurally items*)

Međunarodna pomorska organizacija (eng. *International Maritime Organization – IMO*)

Koncentracija plinova (eng. *Gas free*)

Test cijevi (eng. *Hose test*)

Pojačana korozija (eng. *Substantial corrosion*)