

Strategije planiranja održavanja pojedinih segmenta broda, komparativna analiza te njihov utjecaj na učinkovito poslovanje brodara

Rudan, Mateo

Master's thesis / Diplomski rad

2022

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:187:566562>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-05-28**



Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet
University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies

Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies - FMSRI Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U RIJECI
POMORSKI FAKULTET**

MATEO RUDAN

**STRATEGIJE PLANIRANJA ODRŽAVANJA POJEDINI
SEGMENTA BRODA, KOMPARATIVNA ANALIZA TE
NJIHOV UTJECAJ NA UČINKOVITO POSLOVANJE
BRODARA**

DIPLOMSKI RAD

Rijeka, 2022.

SVEUČILIŠTE U RIJECI
POMORSKI FAKULTET

**STRATEGIJE PLANIRANJA ODRŽAVANJA POJEDINIH
SEGMENTA BRODA, KOMPARATIVNA ANALIZA TE
NJIHOV UTJECAJ NA UČINKOVITO POSLOVANJE
BRODARA**

**STRATEGIES FOR PLANNING MAINTENANCE OF
CERTAIN SHIP SEGMENTS, COMPARATIVE ANALYSIS
AND THEIR IMPACT ON EFFICIENT SHIPPING BUSINESS**
DIPLOMSKI RAD

Kolegij: Pregled i planiranje održavanja brodskih sustava

Mentor: prof. dr. sc. Renato Ivčec

Student/studentica: Mateo Rudan

Studijski smjer: Nautika i tehnologija pomorskog prometa

JMBAG: 0112064019

Rijeka, lipanj 2022.

Student: Mateo Rudan

Studijski program: Nautika i tehnologija pomorskog prometa

JMBAG: 0112064019

IZJAVA O SAMOSTALNOJ IZRADI DIPLOMSKOG RADA

Kojom izjavljujem da sam diplomski rad s naslovom STRATEGIJE PLANIRANJA ODRŽAVANJA POJEDINIH SEGMENTA BRODA, KOMPARATIVNA ANALIZA TE NJIHOV UTJECAJ NA UČIKOVITO POSLOVANJE BRODARA izradio samostalno pod mentorstvom prof. dr. sc. Renato Ivče.

U radu sam primijenio/la metodologiju izrade stručnog/znanstvenog rada i koristio/la literaturu koja je navedena na kraju diplomskog rada. Tuđe spoznaje, stavove, zaključke, teorije i zakonitosti koje sam izravno ili parafrazirajući naveo/la u diplomskom radu na uobičajen, standardan način citirao/la sam i povezao/la s fusnotama i korištenim bibliografskim jedinicama, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Rad je pisan u duhu hrvatskoga jezika.

Student



Mateo Rudan

Student: Mateo Rudan

Studijski program: Nautika i tehnologija pomorskog prometa

JMBAG: 0112064019

IZJAVA STUDENTA – AUTORA
O JAVNOJ OBJAVI OBRANJENOG DIPLOMSKOG RADA

Izjavljujem da kao student – autor diplomskog rada dozvoljavam Pomorskom fakultetu Sveučilišta u Rijeci da ga trajno javno objavi i besplatno učini dostupnim javnosti u cjelovitom tekstu u mrežnom digitalnom repozitoriju Pomorskog fakulteta.

U svrhu podržavanja otvorenog pristupa diplomskim radovima trajno objavljenim u javno dostupnom digitalnom repozitoriju Pomorskog fakulteta, ovom izjavom dajem neisključivo imovinsko pravo iskorištavanja bez sadržajnog, vremenskog i prostornog ograničenja mog diplomskog rada kao autorskog djela pod uvjetima *Creative Commons* licencije CC BY Imenovanje, prema opisu dostupnom na <http://creativecommons.org/licenses/>

Student – autor



Mateo Rudan

SAŽETAK

Uspješnost poslovanja brodara ovisi o mnogim čimbenicima. Jedan od elemenata uspješnog poslovanja brodara je održavanje broda. Razumijevanje različitih pristupa i elemenata strategija održavanja broda od iznimne su važnosti pozitivnog poslovanja svakog brodara. Razvitkom tehnologije današnji brodovi smatraju se skupom različitih sustava koji svojim radom tvore funkcionalnu cjelinu. Odabir optimalnih strategija održavanja broda po pojedinom brodskom sustavu sagledava se iz aspekata funkcionalnosti sustava, troškova održavanja, stupnja iskoristivosti te stupnja pouzdanosti.

Ključne riječi: održavanje broda, poslovanje brodara, strategije održavanja, brodski sustavi

SUMMARY

The success of a shipping company depends on many factors. One of the elements of a successful shipping business is the maintenance of the ship. Understanding the different approaches and elements of ship maintenance strategies are of utmost importance to the positive business of every shipowner. With the development of technology, today's ships are considered a set of different systems that work to form a functional unity. The selection of optimal ship maintenance strategies for each ship system is considered from the aspects of system functionality, maintenance costs, degree of usability and degree of reliability.

Keywords: ship maintenance, maritime economics, maintenance strategies, vessel systems

SADRŽAJ

SAŽETAK.....	II
SUMMARY.....	II
SADRŽAJ	III
1. UVOD	1
1.1. PROBLEM, PREDMET I OBJEKTI ISTRAŽIVANJA.....	1
1.2. RADNA HIPOTEZA	2
1.3. SVRHA I CILJEVI ISTRAŽIVANJA	2
1.4. ZNANSTVENE METODE	2
1.5. STRUKTURA RADA.....	2
2. OPĆENITO O BRODSKOM ODRŽAVANJU, PRAVNOJ REGULATIVI I BRODSKOM POSLOVANJU	4
2.1. POVIJESNI PRESJEK ODRŽAVANJA BRODA.....	4
2.2. PRAVNA REGULATIVA ODRŽAVANJA BRODA.....	8
2.3. VRSTE POSLOVANJA U MORSKOM BRODARSTVU TE TROŠKOVI BRODA	11
3. STRATEGIJE PLANIRANJA ODRŽAVANJA BRODA TE SUSTAVNI ELEMENTI BRODA.....	16
3.1. STRATEGIJE PLANIRANJA ODRŽAVANJA.....	17
3.1.1. Korektivna strategija održavanja broda	17
3.1.2. Preventivna strategija održavanja broda	19
3.1.2.1. Sustavno preventivno održavanje broda.....	23
3.1.2.2. Uvjetno preventivno održavanje broda	24
3.1.3. Održavanje na bazi terotehnologije	24
3.1.4. Strategija održavanja broda temeljena na stanju komponenti sustava	27
3.1.5. TPM – Održavanje	29
3.1.6. RCM – Održavanje	30
3.1.7. Strategija održavanja broda na principu samoodržavanja	31
3.2. BRODSKI SUSTAVI	32
3.2.1. Održavanje sigurnosne te navigacijske opreme	32
3.2.2. Održavanje teretne opreme	34
3.2.3. Održavanje palube broda	36

3.2.4. Održavanje uređaja na palubi broda te održavanje sidrenog uređaja	38
3.2.5. Održavanje glavnog motora te kormilarskog uređaja	39
3.2.6. Održavanje ostalih uređaja u strojarnici broda.....	40
4. PRIKAZ REZULTATA ISTRAŽIVANJA TE KOMPARATIVNA ANALIZA STRATEGIJA I SUSTAVA ODRŽAVANJA BRODA S CILJEM OPTIMIZACIJE POSLOVANJA BRODARA	42
4.1. PRIKAZ REZULTATA ISTRAŽIVANJA	42
3.2.1. Održavanje sigurnosne te navigacijske opreme	45
3.2.2. Održavanje teretne opreme	47
3.2.3. Održavanje palube broda	48
3.2.4. Održavanje uređaja na palubi broda te sidrenog uređaja.....	48
3.2.5. Održavanje strojarnice broda	50
3.2.6. Održavanje uređaja u strojarnici broda.....	50
4.2. PRIKAZ MODELA STRATEGIJA ODRŽAVANJA BRODA PO POJEDINIM BRODSKIM SUSTAVIMA.....	52
5. ZAKLJUČAK.....	53
LITERATURA	54
KAZALO KRATICA.....	56
POPIS TABLICA.....	57
POPIS GRAFIKONA	58
POPIS SHEMA	59
PRILOG 1	60

1. UVOD

Tematika ovoga rada je analiza odabira različitih strategija održavanja broda. Različite strategije održavanja broda uvelike utječu na učinkovitost poslovanja brodara. S ciljem poboljšanja učinkovitosti poslovanja brodara i samog stupnja pouzdanosti broda smatra se da generalan odabir strategije održavanja broda nije dovoljan te se brod koji predstavlja sustav treba razdvojiti na određene komponente toga sustava. U uvodnom dijelu rada razmatrati će se slijedeće:

- Problem, predmet i objekti istraživanja
- Radna hipoteza
- Svrha i ciljevi istraživanja
- Znanstvene metode
- Struktura rada

1.1. PROBLEM, PREDMET I OBJEKTI ISTRAŽIVANJA

Odabir strategije održavanja broda jedan je od ključnih problema s kojima se brodari susreću te se iz ove tvrdnje može definirati i problem istraživanja rada. Problem definiranja rada je odabir strategija održavanja broda s ciljem što efikasnije i sigurnije eksploatacije broda te s time i boljeg poslovanja brodara. Problem istraživanja se pobliže veže uz same troškove održavanja. Odabirom pogrešne strategije održavanja broda, tj. brodskih segmenata narasti će i troškovi vezani uz održavanje broda.

Predmeti istraživanja ovoga rada definirani su na slijedeći način: istražiti aktualne probleme održavanja broda, odabirati najbolje strategije održavanja pojedinih segmenata broda, odrediti važnost dobrog i efikasnog održavanja broda, prepoznati zasebne segmente broda koji su vezani uz drugačiju vrste strategija održavanja, predložiti konkretan princip odabira strategija održavanja po pojedinim segmentima te ocijeniti financijski utjecaj na brodara prouzročen odabirom odgovarajućih strategija održavanja.

Strategije održavanja pojedinih segmenata broda i utjecaj na poslovanje brodara mogu se definirati kao objekti istraživanja. Dva navedena objekta istraživanja međusobno su uzročno-posljedično povezana troškovima održavanja.

1.2. RADNA HIPOTEZA

Pomoću problema, predmeta i objekata istraživanja radnu hipotezu ovog rada može se definirati na sljedeći način: sustavnom analizom i sintezom strategija održavanja moguće je predložiti odgovarajuće strategije održavanja pojedinih segmenata broda s ciljem boljeg poslovanja brodara te smanjenja troškova održavanja i eksploatacije broda.

1.3. SVRHA I CILJEVI ISTRAŽIVANJA

Svrha i ciljevi istraživanja ovog diplomskog rada mogu se definirati kao: Istražiti i analizirati rezultate istraživanja o odgovarajućim strategijama održavanja, detaljno definirati strategije održavanja broda, definirati probleme vezane uz održavanje pojedinih segmenata broda, istražiti utjecaj održavanja na poslovanje brodara, istražiti načine optimalne eksploatacije broda vezane uz održavanje te analizirati odabir strategija održavanja.

U ovom diplomskom radu odgovoriti će se na slijedećih pet pitanja. Što su strategije održavanja broda? Kako odabrati optimalnu strategiju održavanja broda? Koje strategije održavanja su optimalne za pojedine segmente broda? Što je to poslovanje brodara? Na koji način su troškovi održavanja povezani s odabirom strategije održavanja te strategijom poslovanja brodara?

1.4. ZNANSTVENE METODE

Znanstvene metode koje su korištene tijekom istraživanja te predstavljanja rezultata istraživanja su slijedeće: metoda analize i sinteze, komparativna metoda, metoda anketiranja te metoda indukcije i dedukcije.

1.5. STRUKTURA RADA

U prvom, tj. uvodnom dijelu rada objašnjeni su problem, predmet i objekti istraživanja. Također definirana je radna hipoteza, svrha i ciljevi istraživanja. Naveden su znanstvene metode istraživanja te definirana je struktura rada.

U drugom poglavlju rada pod nazivom Općenito o brodskom održavanju pravnoj regulativi i brodskom poslovanju naveden je povijesni presjek održavanja broda, navedena je pravna regulativa vezana uz održavanje broda te definiran je pojam brodarskog poslovanja te troškova brodara.

U trećem dijelu rada pod nazivom Strategije planiranja održavanja broda te sustavni elementi broda, navedene i objašnjene su strategije održavanja broda te analizom sustav broda podijeljen je u šest tematskih cjelina. Dio diplomskog rada vezan uz strategije planiranja održavanja broda podijeljen je u devet tematskih cjelina.

U četvrtom dijelu rada, pod naslovom, prikaz rezultata te komparativna analiza strategija i sustava održavanja broda s ciljem optimizacije poslovanja brodara, prikazani su rezultati istraživanja rada te komparativnom analizom po pojedinim segmentima broda odabrane su optimalne strategije održavanja s ciljem optimizacije poslovanja brodara.

U posljednjem dijelu diplomskog rada, Zaključku, prikazana je sinteza rezultata istraživanja diplomskog rada pomoću koje je dokaziva postavljena radna hipoteza.

2. OPĆENITO O BRODSKOM ODRŽAVANJU, PRAVNOJ REGULATIVI I BRODSKOM POSLOVANJU

U ovom poglavlju diplomskog rada pod nazivom Općenito o brodskom održavanju, pravnoj regulativi i brodskom poslovanju, navesti će se osnovne teorijske činjenice o brodskom održavanju te će se kroz povijesni presjek brodskog održavanja uvidjeti povezanost održavanja s smanjenjem troškova eksploatacije broda i troškova održavanja broda. U današnje vrijeme, pravnom regulativom definirani su minimalni standardi koje brod, tj. brodar mora slijediti s ciljem smanjenja pomorskih nesreća prouzročenim lošim i necjelovitim održavanjem. Iako pravna regulativa postavlja minimalne standarde održavanja broda kvaliteta održavanja segmenata broda uvelike plasira brod, tj. brodara, putem inspekcija (npr. vetting inspekcije), na bolju poziciju na tržištu rada te uzročno-posljedično ta pozicija rezultira boljim ugovorima te većim vozarinama. Ovo poglavlje podijeljeno je u tri dijela, a to su:

- Povijesni presjek održavanja broda,
- Pravna regulativa održavanja broda,
- Vrste brodara i brodarskog društva.

2.1. POVIJESNI PRESJEK ODRŽAVANJA BRODA

U ovom poglavlju diplomskog rada prikazati će se povijesni presjek održavanja broda te dati osnovna teorijska znanja vezana uz održavanje broda. Održavanje broda najčešće podrazumijeva prvenstveno sprječavanje nastanka kvarova na brodskim sustavima, otklanjanje nastalih kvarova i produženje vremena korištenja [1,p.118]. Održavanje broda prema navedenoj definiciji obuhvaća glavne bitne aspekte razloga održavanja broda, a to su mogućnost što dužeg vijeka broda te što sigurnije eksploatacije. Isto tako, financijski aspekt neodržavanja broda te pojave kvarova može biti može rezultirati katastrofalnim posljedicama za sigurnost broda, posade i stabilnosti poslovanja kompanije. Isto tako, važno je za napomenuti da važnost odabira strategija održavanja samo je dio procesa kvalitetnog održavanja, drugi važan dio je kvaliteta izvedbe održavanja. Kvaliteta izvedbe održavanja pojedinoga segmenta broda uvelike ovisi i o ljudskom faktoru, a to se najbolje očituje na primjeru priprema površine trupa broda ili palube broda za nanošenje zaštitnih premaza. Neiskusna te nemotivirana posada broda često može uzrokovati probleme unutar same strategija održavanja, ali pravilnim i održivim poslovanjem brodara te ulaganjem u znanje posade i motiviranost iste ljudska greška, tj. nemar se može svesti na minimalnu razinu.

Kako je već navedeno, važno je svakome brodaru eksploataciju broda učiniti što sigurnije mogućom za brod i posadu.

Kako bi se udovoljilo zahtijevanim načelima potrebno je:

- preventivno djelovati kako vi se izbjeglo moguće nastajanje zastoja i kvarova na brodskim sustavima,
- nastale kvarove otkloniti optimalnim korištenjem ljudskih i materijalnih resursa u zadanom vremenu,
- težiti produljenju vremena korištenja komponenti sustava. [1,p.118.]

Iz ova tri navedena elementa odabir strategija održavanja broda ponajviše se veže uz treći segment, tj. produljenje vremena korištenja pojedinih sustavnih komponenti, ali važno je i za naglasiti da prve dvije komponente također su usko povezane s procesom odabira strategija održavanja. Osnovi tehnički uvjeti te standardi održavanja broda u suštini se mogu podijeliti u dvije grupe, a to su: tehnički uvjeti i standardi na bazi znanstvenog istraživanja i dobre prakse te tehničkim preporukama proizvođača. Prva grupa vezana je uz ljudski faktor, tj. vezana je uz obrazovanje te iskustvo pojedinca ili grupe, dok druga grupa je vezana uz materijal te alate pomoću kojih se vrši proces održavanja broda. Ta dva elementa, u praksi, često su međusobno povezana, a pravilnim odnosom, tj. praćenjem uputa proizvođača te bogatim iskustvom grupe ili pojedinca, proces održavanja broda može biti na vrlo visokom nivou.

Tijekom povijesti, razvitkom tehnologije javljala se je potreba za moderniziranjem načina održavanja broda.



Slika 1 Nagibanje jedrenjaka i barcere u svrhu održavanja (na karenu)

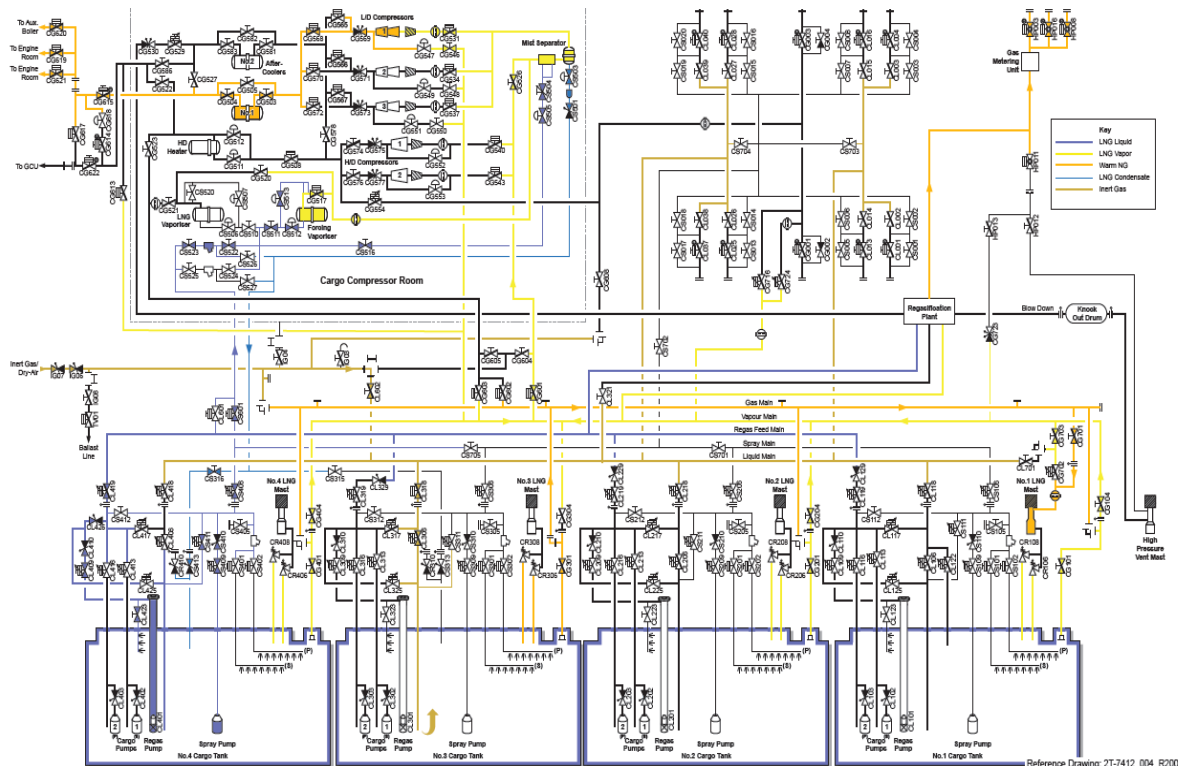
Izvor: Mohović, R., Gradnja tradicijskih plovila, Povijest pomorstva i navigacije, p 28.

Brod bi u ovakvom položaju na jednom boku, ostao čitav dan ili više, kako bi se pomoću pomoćne brodice (*kajića*) brod najprije očistio od obraštaja i oprao, zatim dobro osušio te potom obojio podvodnom bojom [2,p.28]. U vrijeme jedrenjaka, tehnički sustavi nisu predstavljali komplicirane sustave te posljedično, potrebna znanja za održavanje tih sustava nisu trebala biti velika. U doba jedrenjaka brodovi su imali puno veći broj posade nego danas, a bili su izgrađeni pretežno od drva. Već u to doba ljudi su primijetili obraštanje brodskog trupa te sukladno obraštanju smanjenje brzina eksploatacije. Nakon ove faze održavanja trupa, pristupalo se čišćenju i bojanju nadvodnog dijela trupa, palube, unutarnjih prostora, vraćala se unutarnja oplata u skladišta, premazivalo se jarbole i kolature u pokretnom dijelu opute, kao i čelična užad nepomične opute (pripone i slično), uređivala pomoćna brodice, lanci i sidra te niz drugih manjih radnji [2.p.28].

Denis Papin konstruirao je prvi stroj donekle nalik parnomu stroju, prve uporabljive parne strojeve konstruirali su engleski inženjeri Thomas Savery (1650. – 1715.) i Thomas Newcomen (1663. – 1729.), a prvi parni stroj nalik suvremenima izradio je James Watt u drugoj polovici 18. stoljeća. [3] Prvom i drugom industrijskom revolucijom te izumom parnoga stroja u drugoj polovici 18. stoljeća, potreba za znanjem i razumijevanjem sustava se je povećala, a samim time potreba za održavanjem komponenti sustava poprimila je važan značaj. Prvi spomen planiranog održavanja broda bio je u Floti za kitolov Christensen 1915., koja je u to vrijeme bila najveća kitolovska flota na svijetu, iako nije jasno tko je zapravo izumio sustav, zasluga ide Christensen i Arnesen Christensen & Co kompaniji [4]. Početkom Drugog svjetskog rata tehnologija prijevoza te tehničke komponente sustava ubrzano su se počele razvijati što je isto tako uzrokovalo nužno potrebnim održavanjem sustava s ciljem sprečavanja kvarova u krucijalnim trenutcima.

Nakon Drugog svjetskog rata razvitak informacijske i digitalne tehnologije poprima veliki zamah, a pojavom prvih računala na brodovima olakšala se je komunikacija broda s brodarom te broda s unajmiteljem. Poboljšanje komunikacije bio je od velikog značaja upravo iz razloga lakšeg i sigurnijeg dogovora i nabave rezervnih dijelova potrebnih brodu. Isto tako, razvitkom tehnologije, a s ciljem smanjenja operativnih troškova te troškova održavanja broda, brodari su smanjili brojnost posade na brodovima. Smanjenje brojnosti posade na brodovima rezultiralo je nemogućnosti kvalitetnog održavanja svih komponenti sustava broda. Za primjer može se uzeti brod za prijevoz ukapljenog prirodnog plina morem. Teretni sustav broda za prijevoz ukapljenog prirodnog plina morem sadrži mnoštvo

komponenta te je od iznimne važnosti pojedine komponente u kontinuitetu i pravilno održavati.



Slika 2 Teretni sustav broda za prijevoz ukapljenog prirodnog plina

Izvor: LNGC Mode Cargo Operating Manual – Hoegh Gannet, Issue 1, p. 12 [5]

Na slici 2, prikazana je shema teretnog sustava broda za prijevoz ukapljenog prirodnog plina morem. Prikazani teretni sustav jedan je od najmodernijih teretnih sustava trenutačno na svijetu, a njegovo održavanje je ključno za sigurnost broda, posade te dobrog poslovanja brodar. Održavanje teretnog sustava na takvim brodovima zahtjeva mnogo vremena, a smanjenjem broja posade na brodovima postavlja se pitanje mogućnosti održavanja komponenti ostalih sustava na brodu. Specifičnost ovog sustava tereta je u tome što plin koji tijekom eksploatacije prijeđe u plinovito stanje koristi se za pogon broda preko generatora. Upravo iz navedene veze, zaključuje se da današnji sustavi što se tiče operabilnosti ne mogu gledati kao zasebne komponente dok što se tiče održavanja sustava mogu, iz razloga što razdiobom sustava na manje komponente i definiranja vrste održavanja za te komponente, kvaliteta i vijek trajanja rastu, a vjerojatnost kvara s posljedicom zastoja u radu se smanjuje.

2.2. PRAVNA REGULATIVA ODRŽAVANJA BRODA

U ovom poglavlju rada objašnjena je pravna regulativa vezana uz održavanje broda. Važno je naglasiti da pravna regulativa spaja dva segmenta:

- održavanje broda
- uspješno poslovanje brodara.

Kako je u radu već navedeno, pravnom regulativom definirani su minimalni standardi kojima brod zadovoljava uvjete za nastavak eksploatacije. Veza između pravne regulative i poslovanja brodara upravo je povezana nadzorom pomorskih brodova. Nadzor pomorskih brodova kontrolira ispunjene propisanih standarada te na temelju stanja pojedinih komponenti broda izdaje svjedodžbu ili zadržava brod, tj. zabranjuje brodu isplovljavanje iz luke. Za detaljnije poznavanje pravne regulative potrebno je poznavati pojedine organizacije koje se bave izdavanjem i ažuriranjem pravilnika vezanih uz propisivanje standarada te institucije koje su zadužene za provedbu nadzora provođenja propisanih standarada na brodovima,

Međunarodna pomorska organizacija (IMO – International Maritime Organisation) je specijalizirana agencija Ujedinjenih naroda koja je odgovorna za sigurnost i sigurnosnu zaštitu brodarstva te sprječavanje onečišćenja mora i atmosfere od strane brodova [6]. Unutar Međunarodne pomorske organizacije djeluju pet tijela:

- MSC – Maritime Safety Committee (Odbor za pomorsku sigurnost)
- MEPC – Maritime Environment Protection Committee (Odbor za zaštitu morskog okoliša)
- TC – Technical Cooperation Committee (Odbor za tehničku suradnju)
- LEG – Legal Committee (Pravni odbor)
- FAL – Facilitation Committee (Facilitacijski odbor) [6].

Tijela Međunarodne pomorske organizacije koja su usko povezana uz održavanje broda su: MSC – Maritime Safety Committee, tj. Odbor za pomorsku sigurnost te MEPC – Maritime Environment Protection Committee, tj. Odbor za zaštitu morskog okoliša.

ISM (International Safety Management Code) je međunarodni pravilnik upravljanja sigurnošću s ciljem sigurne eksploatacije brodova te sprječavanja zagađivanja okoliša. ISM pravilnik je usvojen rezolucijom Međunarodne pomorske organizacije 4. studenog 1993.

godine. ISM pravilnik zahtjeva od broдача minimalne standarde održavanja broда, a za nadzor pridržavanja pravilnika zaduženа je držаva zastave broда. U Republici Hrvatskoj propis koji definiran sigurnost plovidbe naziva se Pravilnik o obavljanju inspekcijskog nadzora sigurnosti plovidbe. U Republici Hrvatskoj tehnički nadzor brodova provodi Hrvatski Registar Brodova. Pravilnikom o obavljanju inspekcijskog nadzora sigurnosti plovidbe utvrđuje se:

- način i postupci provođenja inspekcijskog nadzora sigurnosti plovidbe,
- zaštite morskog okoliša,
- životnih i radnih uvjeta članova posade na brodovima,
- sigurnosne zaštite brodova i luka;
- visina i obveze podmirivanja troškova ponovnog inspekcijskog pregleda,
- uvjeti koje mora ispunjavati inspektor sigurnosti plovidbe,
- obrasci i način izdavanja iskaznica i znački inspektora sigurnosti plovidbe,
- te ovlaštenja za obavljanje određenih inspekcijskih poslova [7].

Tehnički nadzor pomorskih brodova, određivanje standarada i propisane razine sigurnosti tijekom gradnje te ekonomskog iskorištavanja provode klasifikacijski zavodi [8]. Važno je naglasiti postojanje problema samoga nadzora brodova od strane inspektora države zastave koju brod vije. Države zastave pogodnosti nude bolje financijske uvjete te slabije zakonske obaveze koje broдар mora slijediti. Isto tako, države zastave imaju pravo ovlastiti određena klasifikacijska društva da vrše nadzor i certificiranje brodova i broдача u njihovo ime.

EMSA (European Maritime Safety Agency) je agencija čija je svrha osigurati visoku ujednačenu i učinkovitu razinu pomorske sigurnosti i sigurnosne zaštite, sprečavanje onečišćenja morskog okoliša, doprinijeti ukupnoj učinkovitosti pomorskog prometa [9]. Unutar EMSA-e djeluju i klasifikacijska društva. Klasifikacijska društva su organizacije koje djeluju s ciljem razvijanja i primjene tehničkih standarada za projektiranje, gradnju i pregled brodova.

IACS (International Association for Classification Societies) je neprofitna članska organizacija klasifikacijskih društava koja uspostavljaju minimalne i tehničke standarde i zahtjeve koji se odnose na pomorsku sigurnost i zaštitu okoliša te osigurava njihovu dosljednu primjenu [10]. IACS je udruga klasifikacijskih društava koja za primarni cilj imaju

povećanje sigurnosti plovidbe i zaštite okoliša, a načine ostvarenja cilja temelje na udruživanju klasifikacijskih društava te suradnji s Međunarodnom pomorskom organizacijom s sjedištem u Londonu.

Pregledi, tj. inspekcijski nadzor broda mogu se podijeliti u tri skupine:

- PSC – Port State Control (pregled stranih brodova),
- FSC – Flag State Control (organizacije države čiju zastavu brod vije),
- Vetting inspekcije (pregled zahtjevan od strane unajmitelja broda u tankerskom brodarstvu).

Ovom podjelom definirani su vrste pregleda brodova. Vetting inspekcije ne spadaju u potpunosti u ovu podjelu, ali predstavljaju itekako važan faktor u pogledu broderskog poslovanja, Naime, kao što je napisano, vetting inspekcija je inspekcija koja je zahtijevana od strane unajmitelja broda, cilj svakog brodera je imati što manje negativnih komentara nakon vetting inspekcije iz razloga što veliki broj primjedbi automatski znači i lošije ugovore te teže plasiranje brodova na pomorsko tržište. Cilj Pariškog memoranduma je eliminirati ispod standardnih brodova na način uvođenja usklađenog sustava kontrole u lukama memoranduma. Organizacija Pariškog memoranduma su sastoji od 27 pomorskih uprava, a pokriva područje europskih obalnih država od Sjeverne Amerike do Europe.

Trenutne države članice Pariškog memoranduma su: Belgija, Bugarska, Kanada, Hrvatska, Cipar, Danska, Estonija, Finska, Francuska, Njemačka, Grčka, Island, Irska, Italija, Latvija, Litva, Malta, Nizozemska, Norveška, Poljska, Portugal, Rumunjska, Slovenija, Španjolska, Švedska i Ujedinjeno Kraljevstvo [11]. Prema rezultatima inspekcijskog nadzora brodove i brodare se sortira u tzv. Liste, tj. za brodare i brodove kojima se utvrdi tijekom inspekcijskog pregleda važni nedostaci što se tiču sigurnosti broda i nedostaci u opremi i održavanju broda smještaju se u crnu listu. Na sivu listu se smještaju brodovi kojima su utvrđeni neki nedostaci, a na bijelu listu se smještaju brodovi kojima su utvrđeni nikakvi ili mali nedostaci. Svrstavanje brodova na liste rezultira promjenom učestalosti inspekcijskih pregleda brodova te postoje određene mjere kojima se indirektno utječe na rezultat poslovanja brodera (npr. zadržavanje broda u luci)

2.3. VRSTE POSLOVANJA U MORSKOM BRODARSTVU TE TROŠKOVI BRODA

U ovom poglavlju rada predstavljani su osnovni pojmovi vezani uz poslovanje u morskom brodarstvu, prikazani su troškovi pomorskog brodarstva te je dana podjela brodara po vrstama brodova, tj. tereta kojega se prevozi morem. Važno je definirati pojam poslovanja, specifično, pojam poslovanja u morskom brodarstvu. Morsko brodarstvo je gospodarska grana koja se bavi prijevozom tereta i/ili putnika brodovima, morem [12,p.1]. U ovom poglavlju rada definirati će se sljedeća tri tipa brodarstva:

- Linijsko brodarstvo,
- Slobodno brodarstvo,
- Tankersko brodarstvo.

Putničko brodarstvo neće se analizirati iz razloga što se diplomski rad bazira na brodovima namijenjenima za prijevoz tereta morem. Povezujući se na podjelu brodarstva na isti način podijeljena su i tržišta, tj. tržište linijskog brodarstva, tržište slobodnog brodarstva te tankersko tržište. Morsko je brodarstvo specifična vrste prijevoza s obzirom na: prostorni obuhvat, sredstva prijevoza, potrebnu infrastrukturu, predmete, jedinične količine, posebnosti organizacije, konjunkturalne oscilacije i ulogu u okviru nacionalnog i međunarodnog prijevoznog, ali i ukupnog gospodarskog sustava [12,p.17.]. Suvremeno brodarsko tržište rizično je i na dnevnoj bazi varira. Mnoštvo organizacija, kako je već prije spomenuto, nastoji eliminirati brodove, tj. brodare koji svojim nedovoljnim ulaganjem u sustav održavanja spadaju u visoko rizične brodove. Uloga ponude i potražnje jedan je od ključnih čimbenika poslovanja, a to se može povezati i s problemima brodara koji su vlasnici samo pojedinoga tipa broda.

Linijsko brodarstvo u globalu prevozi industrijske proizvode, tj. generalni teret te kontejnere. Brodovi za prijevoz kontejnera, tj. linijskim servisom kojim brodovi za prijevoz kontejnera plove može se definirati linijsko brodarstvo. Linijsko brodarstvo je linijski servis koji sačinjava brodove jednog brodarka ili operatera, koji pruža točno utvrđeni servis, u točno utvrđenim redovitim vremenskim intervalima, između točno određenih luka i nudi prijevoz roba na tim relacijama po unaprijed utvrđenom redu plovidbe [12,p.28]. Ako se pobliže promotri definicija linijskog brodarstva tada se kao pozitivna strana ovoga brodarstva ističe plovidba prema unaprijed određenim lukama. Određivanjem unaprijed luka u kojima će brod pristati pozitivno se reflektira na mogućnost samoga održavanja broda, tj. proces narudžbe

rezervnih dijelova i potrošnog materijala je olakšan iz razloga lakšeg dogovora između špeditera i zapovjednika kao predstavnika broda i broдача.



Slika 3 Plovidbeni red u linijskom brodarstvu

Izvor: <https://www.cma-cgm.com/products-services/line-services/flyer/BEX> (12.6.2022.) [13]

Na slici 3 prikazan je plovidbeni red jednog kontejnerskog broda. Iz slike 3 vidljivo je da brod povezuje Aziju i Europu u krajnjim točkama. Nabava rezervnih dijelova te potrošnog materijala može se organizirati u mnogo luka na ovoj ruti, a pogotovo u čvorištima kao što je Singapur. Isto tako, ovakav plovidbeni red daje zapovjedniku i broдарu dovoljno vremena izrade strategije nabave potrepština.

Slobodno brodarstvo ponajviše se veže uz suhe terete te predstavlja Temeljna je karakteristika slobodnog brodarstva prijevoz velike količine istog homogenog tereta, tzv. Bulk tereta, uglavnom u rasutom stanju [12,p.45]. Uglavnom, slobodno brodarstvo nastoji optimizirati putovanja te transportirati teret s što manjim troškovima. U slobodnom brodarstvu ukupni troškovi su više varijabilni nego u linijskom brodarstvu. Količine tereta kojega se prevozi morem su definirane ponajviše potražnjom te sirovine u pojedinim dijelovima svijeta. Za razliku od linijskog brodarstva, koje rijetko kada ima putovanje praznoga broda, tj. broda u balastu, slobodno brodarstvo nakon što iskrca teret s broda u luci iskrcaja, vraća se najčešće u balastu nazad do luke ukrcaja.

Tankersko brodarstvo predstavlja posebni oblik vrste brodarstva, a pojedini autori smještaju tankersko brodarstvo kao zaseban oblik slobodnog brodarstva. U ovom diplomskom radu zasebno je definirano tankersko brodarstvo. Tankersko brodarstvo poseban jer tip morskog brodarstva kojemu je svrha prijevoz tekućih tereta specijaliziranim

brodovima, opće poznatima kao tankeri [12,p.56]. U tankersko brodarstvo spadaju tankeri za prijevoz sirove nafte, produkata, plinova te biljnih ulja i kemikalija.



Slika 4 Brod za prijevoz ukapljenog prirodnog plina morem

Izvor: iz privatne arhive autora [14]

Tankeri su u današnje vrijeme tehnološki jedni od najrazvijenijih brodova. Upravo je to razlog da cijene tankera odskoču od cijena brodova za prijevoz generalnog tereta ili brodova za prijevoz rasutog tereta. Rizik gubitka pozitivnog financijskog poslovanja se iz toga razloga povećava. Vozarine u tankerskom brodarstvu prate svjetske trendove, tako cijena barela nafte kada svijetom vlada kriza ima tendenciju porasta i suprotno. Visoke vozarine u ovom tipu brodarstva ujedno znače i visoku cijenu derivata. Zaključno, vozarine u tankerskom brodarstvu nisu konstantne te mogu varirati na dnevnim razinama i preko sto tisuća dolara. Slika 4 prikazuje pogled s zapovjedničkog mosta broda za prijevoz ukapljenog prirodnog plina morem. Može se uočiti zahtjevna i skupa izrada pojedinih segmenata teretnog sustava broda. Kao i u slobodnom brodarstvu, nabava potrošnog materijala i

rezervnih dijelova je otežana iz razloga što tankeri prate cijene sirovina te u tankerskom brodarstvu vlada pravilo ponude i potražnje.

Kada je brod ugovorom vezan za unajmitelja tada se brodaru za transportnu uslugu isplaćuje vozarina. Generalna formula izračuna profita glasi:

$$\textit{Profit brodarka} = \textit{Vozarina} - \sum \textit{ukupnih troškova}$$

Visina vozarine definirana je ugovor o prijevozu. Ugovor o prijevozu može biti na vrijeme ili na putovanje. Sumu ukupnih troškova teže je izračunati i odrediti unaprijed iz razloga što ukupni troškovi se dijele na direktne i indirektne troškove te fiksne i varijabilne. Sumu ukupnih troškova definira se kao zbroj sljedećih varijabli:

- Troškovi putovanja,
- Troškovi ukrcaja i iskrcaja tereta,
- Osiguranje,
- Troškovi posade,
- Administrativni troškovi,
- Brodske zalihe,
- Troškovi održavanja broda.

Kako se može zaključiti neke varijable mogu se odrediti te su fiksne dok neke osciliraju te ih je teže egzaktno odrediti. Ovaj diplomski rad ponajviše se bavi analizom troškova održavanja broda, ali važno je za napomenuti da element troškova posade broda je usko povezan uz troškove održavanja broda.

Direktni troškovi vezani su uz održavanje broda bez zastoja broda, a indirektni troškovi su troškovi održavanja broda prouzrokovani zastojem broda zbog nekog razloga (kvar, zabrana isplavljenja...). U direktne troškove se podrazumijevaju sljedeći troškovi:

- Troškovi održavanja u koje se svrstavaju popravci, dokovanja i pričuvni dijelovi,
- Troškovi potrošnog materijala kojeg sačinjavaju razne zaštitne prevlake, alati, kemikalije, razni plinovi i maziva,
- Dio troškova za plaće i ostale izdatke posade koji su obračunati na ime održavanja,

- Opći i zajednički troškovi u koje se ubraja udio cijene rada ljudi iz službi brodara na kopnu, usluge trećih lica na radovima održavanja te trošak pregleda od strane klasifikacijskih zavoda [8.p.16].

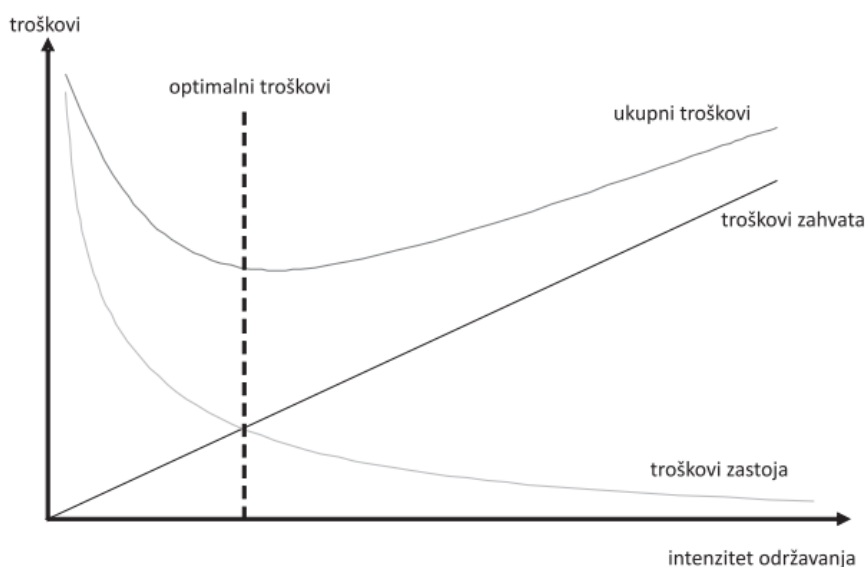
Ukupni troškovi brodara ovise o troškovima održavanja, ali troškovima održavanja raste kvaliteta i sigurnost eksploatacije broda. Isto tako, redovnim održavanjem broda indirektni troškovi biti će svedeni na minimalnu razinu. Isto tako, važno je za naglasiti da je cilj svakog brodara voditi i upravljati financijski uspješnom kompanijom, a pretjerano investiranje u pojedine segmente broda može rezultirati negativnim poslovanjem. Upravo iz toga razloga, ovaj diplomski rad bazira se na odabiru i analizi najoptimalnije strategije održavanja broda po pojedinim brodskim segmentima.

3. STRATEGIJE PLANIRANJA ODRŽAVANJA BRODA TE SUSTAVNI ELEMENTI BRODA

U ovom poglavlju diplomskog rada pod naslovom Strategije planiranja održavanja broda te sustavni elementi broda definirane su strategije održavanja broda. Kako je već prije u radu napisano odabirom odgovarajuće strategije održavanja nastoji se smanjiti negativni utjecaj visokih troškova održavanja, ali u isto vrijeme, odabirom odgovarajuće strategije održavanja nastoji se povisiti standard poslovanja te indirektno povećati iznos vozarine. Povišenjem standarda brodova brodara, brodaru se pruža prilika potpisivanja pomorskih ugovora s boljim unajmiteljima. Brod nije homogena cjelina te strategije održavanja ne moraju biti uvijek kompatibilne sa svim segmentima broda. Upravo iz tog razloga ovo poglavlje diplomskog rada podijeljeno je u dvije cjeline:

- Strategije planiranja održavanja
- Održavanje broda po sustavima.

U drugom cjelini rada brod je podijeljen u sustave te je dan opis svakoga sustava radi boljeg razumijevanja tematike istraživanja. Optimizacija održavanja broda cilj je svakog brodara, a analizom i sintezom strategija planiranja održavanja te održavanja broda po sustavima pokušava se eksploataciju broda učiniti što efikasnijom. Važno je za napomenuti da u ovom diplomskom radu nije dan detaljan osvrt na održavanje starijih brodova, tj. brodova s izuzetno velikim troškovima održavanja prouzročenim starosti broda. Pretežno u ovu kategoriju se smatraju brodovi stariji od 20 godina.



Slika 5 Troškovi održavanja starih brodova

Izvor: www.pfri.hr/pomorstvo/2007/02/08_zec_vranic_ivce.pdf, Razmatranje utjecajnih čimbenika na opseg službe održavanja, dr. sc. Zec, D., dr. sc. Vranić, D., mr. sc. Ivče, R., 18.6.2022. [15]

Na slici 5 prikazan je omjer optimalnih troškova, troškova zahvata, troškova zastoja te ukupnih troškova starih brodova. Slika 5 dokazuje činjenicu da starenjem troškovi održavanja rastu, ali i da pravilnim održavanjem komponenti sustava broda vijek broda se produžuje, a to su može uočiti pomoću linije troškova zastoja broda.

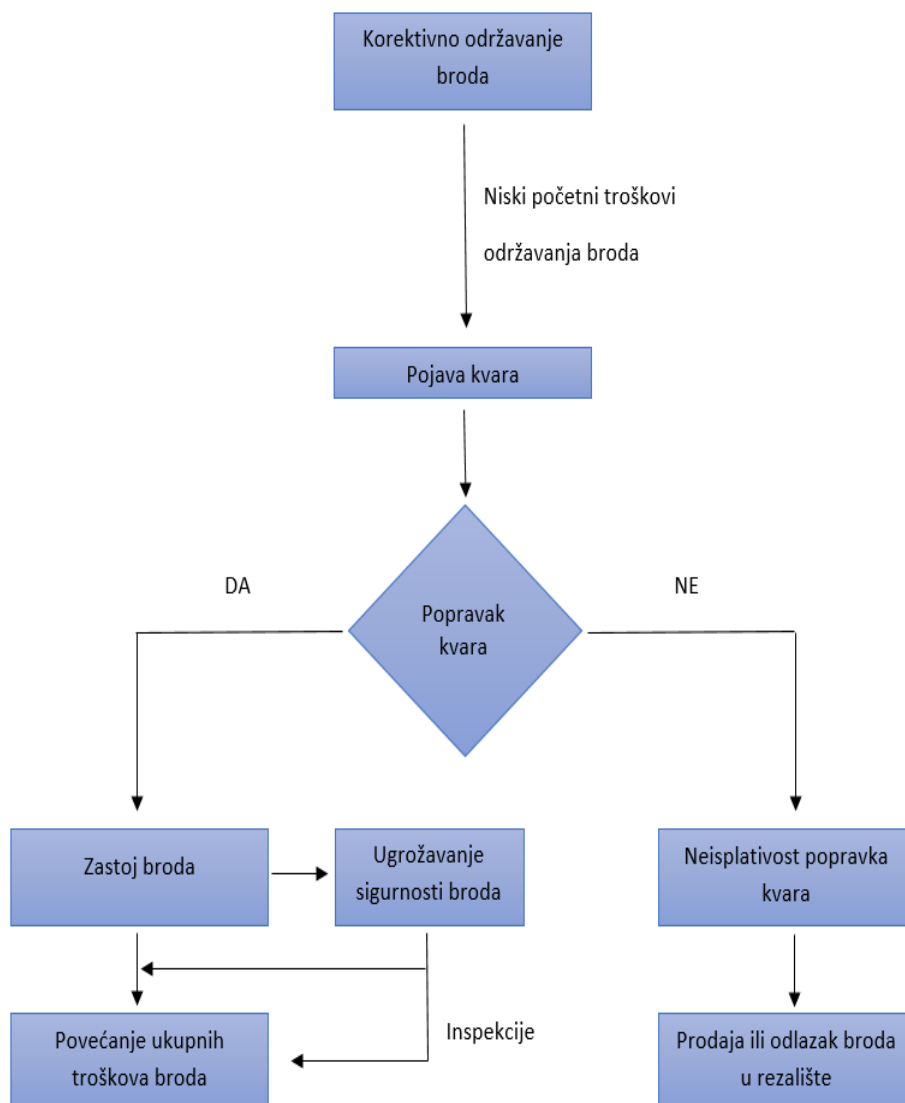
3.1. STRATEGIJE PLANIRANJA ODRŽAVANJA

U ovom poglavlju definirane su strategije planiranja održavanja broda. U diplomskom radu već je prije navedena važnost definiranja, razumijevanja te pravilnog odabira strategija održavanja broda. U ovom diplomskom radu definirati će se devet vrsti strategija održavanja broda, a to su:

- Korektivna strategija održavanja broda
- Preventivna strategija održavanja broda
 - Sustavno preventivno održavanje
 - Uvjetno preventivno održavanje
- Terotehnologija
- Strategija održavanja broda temeljena na stanju komponenti
- TPM održavanje
- RCM održavanje
- Strategija održavanja broda na principu samoodržavnja.

3.1.1. Korektivna strategija održavanja broda

Korektivno održavanje definira pojava kvara neke komponente sustava. Korektivna strategija održavanja broda, tj. korektivno održavanje je održavanje koje se provodi nakon prepoznavanja pogreške s ciljem da se određeni element dovede u stanje u kojem može izvoditi zahtijevanu funkciju [16]. Za razliku od planske strategije održavanja broda, korektivna strategija ne definira popravke na velike, srednje i male nego kada se kvar desi, sustav staje s radom, a proces popravka pojedine komponente sustava ili cijeloga sustava počinje. Iz navedene definicije korektivnu strategiju održavanja može se opisati s sljedećim dijagramom tijeka.



Slika 6 Dijagram tijeka korektivne strategije održavanja broda

Izvor: iz privatne arhive autora [14]

Na slici 6 prikazan je dijagram tijeka korektivne strategije održavanja broda, u ovom dijagramu anulirane su stavke potpune havarije iz pretpostavke da se ovakav tip održavanja neće koristiti za brodske sustave koji su od visokog značaja za sigurnost broda i posade. Popravlak kvara, pogotovo u korektivnoj strategiji održavanja broda, može biti toliko skup da je jedina opcija brodaru brod prodati ili poslati u staro željezo.

Pozitivni aspekti korektivne strategije održavanja broda su:

- Svaka komponenta tehničkog sustava se iskorištava do vrlo visokog stupnja iskoristivosti,
- Tehničko znanje posade vezno uz održavanje komponenti sustava nije nužno, uzročno-posljedično brodar smanjuje troškove obrazovanja posade broda,
- Radni sati ne troše se na samo planiranje održavanja sustava

Negativni aspekti korektivne strategije održavanja broda su:

- Povećanje ukupnih troškova eksploatacije broda
 - Troškovi popravka kvara
 - Troškovi zastoja broda
- Nepouzdanost tehničkih sustava
- Moguća neisplativost popravka kvara,
- Moguće ugrožavanje sigurnosti broda i posade

Iako, se ova strategija održavanja primjenjuje u globalu za komponente sustava koje uzročno-posljedično ne mogu dovesti do ugrožavanja sigurnosti broda i posade današnji brodovi su iznimno tehnički razvijeni te je većina sustava unutar broda međusobno povezana (primjer – sustav sidrene i privezne opreme broda).

3.1.2. Preventivna strategija održavanja broda

Preventivnu strategiju održavanja broda, tj. preventivno održavanje definira cilj ove strategije, a to je preventivnim održavanjem spriječiti mogu kvar sustava. U literaturi preventivno održavanje se definira još i kao planirano održavanje. Preventivno održavanje je održavanje koje se provodi u unaprijed određenim intervalima ili u skladu s propisanim kriterijima i s ciljem smanjivanja vjerojatnosti kvara ili ograničenja funkcije elemenata [16].

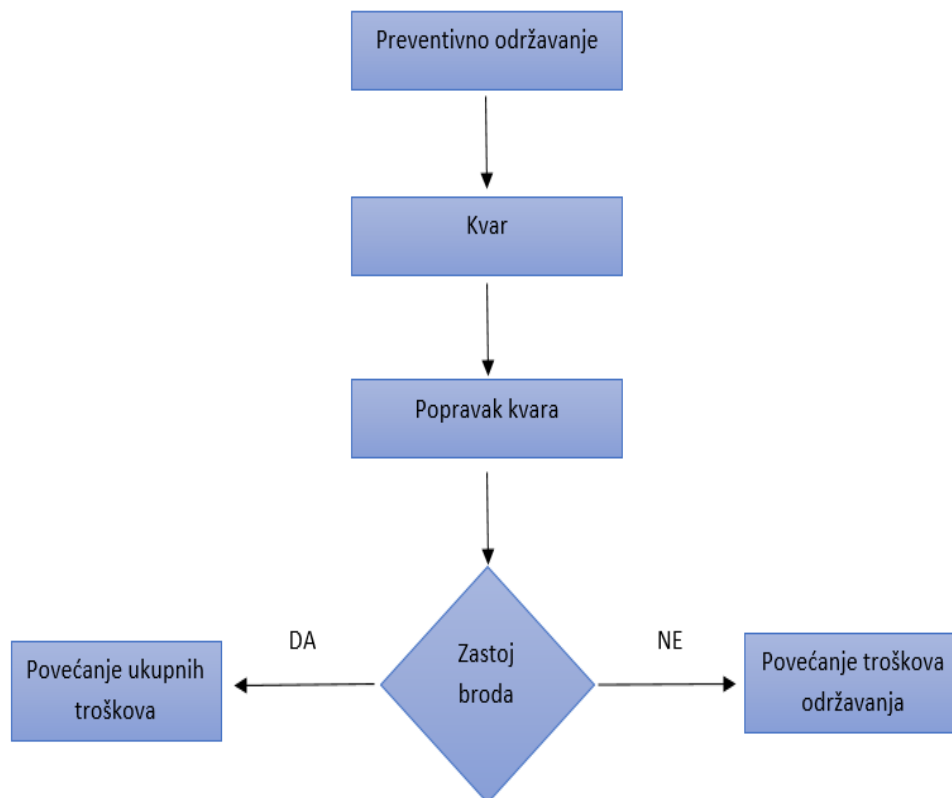
Pozitivni aspekti planiranog, tj. preventivnog održavanja su:

- Sprečavanje nastanka kvarova na tehničkim sustavima,
- Planiranjem održavanja produžuje se radni vijek komponenti sustava,
- Troškovi popravka kvara manji su od troškova korektivnog održavanja,
- Povećanje standarda i sigurnosti broda

Negativni aspekti planiranog, tj. preventivnog održavanja su:

- Viši troškovi održavanja broda,
- Potreba za većim brojem posade broda
- Najčešći nedostatak znanja o tehničkim sustavima,
- Nemarom posade broda vjerojatnost nastajanja kvara se povećava.

Dijagram tijeka preventivnog održavanja izrađen je na pretpostavci nemogućnosti pojave kvara visokih troškova, tj. eliminirao se je dio potpunog zastoja broda i neisplativosti popravka kvara.



Slika 7 Dijagram tijeka preventivne strategije održavanja broda

Izvor: iz privatne arhive autora [14]

Na slici sedam prikazan je dijagram tijeka preventivne strategije održavanja broda, u suštini, vjerojatnost nastajanja kvara uvijek postoji te samu pojavu kvara ne može se u potpunosti kontrolirati. Loše i skupe posljedice koje se javljaju kao rezultat kvara trebale bi biti manje od posljedica korektivnog procesa održavanja.

Iz opće definicije preventivnog održavanja primjećuje se da se preventivno održavanje dijeli na dvije grane, a to su:

- Sustavno preventivno održavanje
- Uvjetno preventivno održavanje broda

Razvitkom informatičke tehnologije olakšano je preventivno održavanje broda. Kako je već u radu napisano, brod je skup sustava, a sustav je skup komponenti. Tehnološki visoko razvijeni brodovi sadrže izuzetno puno komponenti sustava te se je iz toga razloga ukazala potreba za sistematizacijom postupaka i vremenskih intervala održavanja svake pojedine komponente broskog sustava. Upravo iz toga razloga danas na brodovima postoje programski alati koji pokrivaju sve elemente održavanja broda i opreme. Najpoznatiji programski alat koji se koristi na brodovima je AMOS sustav (Asset Management Operating System).

General		Details	Additional Info	Job Description	Required Parts	Required Disciplines	Inc
Number		Title					
☐	22-2451	LIF0207-S1 - RD Inspect embarkation ladder					
☐	22-2484	GLL0203-ST - Inspect galley fixed fire extinguisher					
☐	22-2482	PyR0201-ST - Inspect pyrotechnic equipments					
☐	22-2483	IMM0201-S1 - RD Inspect immersion suit					
☐	22-2510	FFP0207-ST - Inspect dry powder system					
☐	22-2566	LSA0202-S1 - RD Inspect eye wash station					
☐	22-1434	FFP0203-S1 - RD Inspect of release/hose stations					
☐	21-4908	FFP0202-S1 - RD Inspect dry powder monitor					
☐	22-0245	PPE0201-ST - Inspect Personal Protective Equip. (PPE)					
☐	22-2590	FFW0401-TS - Test and inspect fire water monitor					
☐	22-2595	LIA0201-ST - Inspect ordinary & inflatable lifejacket					
☐	22-2619	MOB0203-ST - Inspect MOB and davit system					
☐	22-2610	FDO0201-ST - Inspect fire doors					
☐	22-2630	CLE0201-ST - Inspect oil pollution equipment					
☐	22-2617	FFW0401-TS - Test and inspect fire water monitor					
☐	22-2625	FEF0201-S1 - RD Inspect foam applicator					
☐	22-1639	COM0404-ST - Function test internal communication					
☐	22-1961	FFP0203-ST - Inspect of release/hose stations					
☐	22-1960	FFP0203-ST - Inspect of release/hose stations					
☐	22-2095	FDA0401-S1 - RD Activate and grease fire dampers					
☐	22-2125	COM0202-ST - Inspect ATEX/Ex-proof equipment					
☐	22-2618	ALA0428-ST - Function test general alarm					
☐	22-0109	MSC0203-ST - Inspection of fall protection equipment					
☐	22-0390	FIR0202-ST - Inspect fire blanket					
☐	22-0952	LRA0204-ST - Liferaft Vikings S30 onboard inspection					
☐	22-0951	LRA0204-ST - Liferaft Vikings S30 onboard inspection					
☐	22-0948	LRA0204-ST - Liferaft Vikings S30 onboard inspection					
☐	22-0955	LRA0204-ST - Liferaft Vikings S30 onboard inspection					
☐	22-0947	LRA0204-ST - Liferaft Vikings S30 onboard inspection					
☐	22-1790	LBU0402-ST - Inspect & test lifebuoy light					
☐	22-2284	FEC0403-S2 - RD Test portable fire exting. DK					
☐	22-2285	FEC0403-S1 - RD Test portable fire exting. ER					
☐	22-2283	FEC0403-S3 - RD Test portable fire exting. accom.					
☐	19-1620	FEC0401-S2 - RD Function test portable fire exting DK					
☐	19-1619	FEC0401-S1 - RD Function test portable fire exting ER					
☐	19-1621	FEC0401-S3 - RD Function test fire exting accom.					
☐	20-3480	LIF0602-ST - Renew lifting slings					
☐	21-4413	PyR0601-ST - Replace pyrotechnic equipments					
☐	21-0016	LIF0601-ST - Renew food and water rations in lifeboat					

Slika 8 Sučelje AMOS programa

Izvor: iz privatne arhive autora [14]

Amos sustav sastoji se od sljedećih modula:

- Održavanje,
- Pričuvni dijelovi (kontrola i nabava),
- Upravljanje,
- Nadzor dokumenata kvalitete i sigurnosti,
- Upravljanje putovanjem [17,p.5].

Isto tako, pozitivna strana AMOS programa je upravo mogućnost provjere posade broda, tj. za svako pojedino potrebno održavanje komponente sustava potrebno je da časnik broda „zatvori“ napravljeno održavanje te napiše moguće greške i kvarove rada sustava te stanje komponente sustava nakon provedenog održavanja. Isto tako, važno je za napomenuti da AMOS sustav služi i kao vrsta dokaznog materijala provedenog održavanja tokom inspekcija, tj. pregleda broda, pogotovo se to veže uz održavanje protupožarne opreme i opreme za preživljavanje.

3.1.2.1. Sustavno preventivno održavanje broda

Sustavno preventivno održavanje dio je planiranog, tj. preventivnog održavanja. Sustavno preventivno održavanje definira brodar, časnici te upute proizvođača. Kontinuiranim sustavnim održavanjem omogućuje se dugoročni pravilni rad komponenti sustava, točnim praćenjem uputa i preporuka proizvođača vremenski interval garancije proizvoda se povećava.

Najveća razlika između sustavnog preventivnog održavanja i uvjetnog preventivnog održavanja je u učestalosti, tj. posada ili tehničari periodično i sustavno vrše održavanje komponenti sustava po unaprijed točno određenim vremenskim intervalima. Sustavno preventivno održavanje omogućuje čestu i veliku razmjenu rezervnih dijelova s ciljem poboljšanja produktivnosti komponente, tj. sustava.

Primjer sustavnog preventivnog održavanja je održavanje glavnoga motora broda ili glavnih brodskih generatora. Ako se različite komponente broskog generatora učestalo izmjenjuju vjerojatnost nastanka zastoja broda ili kvara svesti će se na nisku razinu. Negativne posljedice ovakve strategije održavanja su:

- Povećani troškovi rezervnih dijelova,
- Povećan broj radnih sati posade i tehničara te uzročno-posljedično povećanje troškova plaća posade,
- Starenjem broda troškovi preventivnog održavanja se povećavaju.

Pozitivne posljedice ovakve strategije održavanja su:

- Visoki stupanj iskoristivosti sustava,
- Visoki stupanj pouzdanosti sustava.

3.1.2.2. Uvjetno preventivno održavanje broda

Uvjetno preventivno održavanje broda sastoji se od promatranja elementarnih pokazatelja rada pojedine komponente sustava s ciljem predviđanja kvara [18]. Uvjetno preventivno održavanje može se povezati i s drugim aspektom, tj. uvjetima i pitanjima tokom inspekcija i pregleda broda. Uvjeti koje brod mora zadovoljiti tijekom inspekcijskog pregleda bilo od strane PSC-a, FSC-a ili vetting inspekcije, javno su izloženi. Uvjetno preventivno održavanje tih pojedinih komponenti sustava može doprinijeti boljim rezultatima inspekcijskog pregleda broda.

Pozitivne stavke uvjetnog preventivnog održavanja su:

- Bolji rezultati inspekcijskog pregleda
- Smanjeni troškovi održavanja
- Povećanje stupanj iskoristivosti pojedinog sustava

Negativne stavke uvjetnog preventivnog održavanja su:

- Veća vjerojatnost pojave kvara
- Mogućnost zanemarivanja ostalih sustava na brodu.

Primjer uvjetnog preventivnog održavanja na brodu za prijevoz ukapljenog prirodnog plina morem je ispitivanje i održavanje sustava detekcije plina, tj. jedno od pitanja inspektora tokom vetting inspekcije upravo je održavanje sustava detekcije plina te s ciljem dobivanja što manje loših opažanja, brodar zahtjeva obraćanje posebne pažnje upravo na taj segment, tj. na tu komponentu sustava na brodu.

3.1.3. Održavanje na bazi terotehnologije

Jedan od ciljeva održavanja broda i brodskih sustava je postizanje optimizacije rada s što manjim troškovima održavanja. Upravo na ovom principu javlja se strategija održavanja broda koja se naziva terotehnologija.

Terotehnologija je pristup održavanju broda s ciljem primjene potrebnih tehnoloških rješenja kako bi se postigla optimalna učinkovitost sustava s obzirom na uložena sredstva [17]. Automatizacijom pojedinih sustava na brodu smanjuje se potreban broj članova posade

i tehničara na brodu, a isto tako, vrijeme koje se prije automatizacije utrošilo u održavanje pojedinih komponenti može se utrošiti u ostale komponente sustava broda.

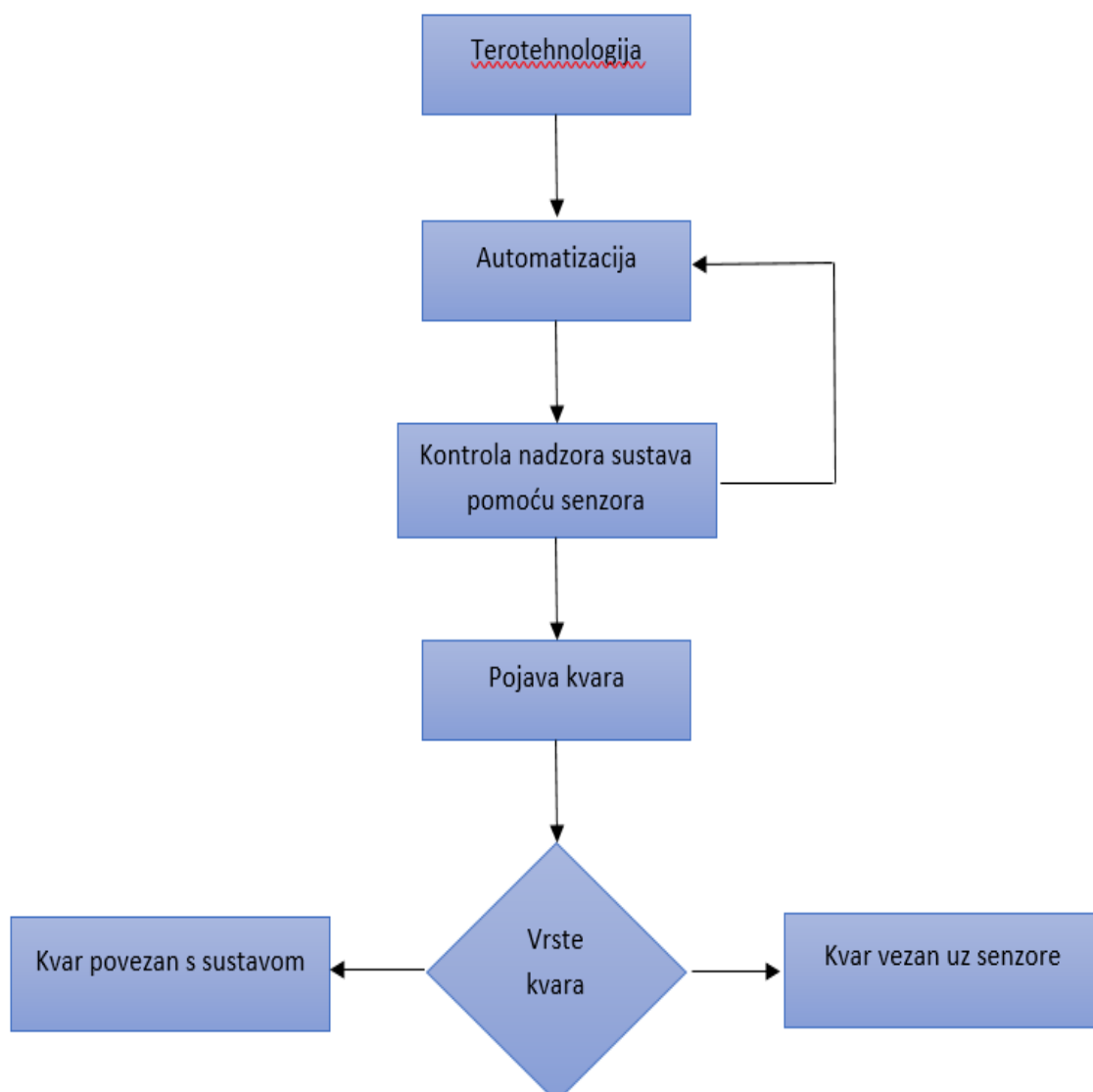
Terotehnologija obuhvaća planiranje:

- Zamjene komponenti brodskih sustava,
- Testiranja i ispitivanja komponenti brodskih sustava,
- Zahvata održavanja komponenti brodskih sustava [17].

Isto tako automatizacija broda nije jeftin proces, te je potrebno provesti detaljnu analizu iskoristivosti automatiziranja pojedinih komponenti brodova. Isto tako, automatizacijom ukazuje se potreba za dodatnim znanjem posade broda te potreba za dodatnim tehničarima za automatizaciju. Naravno da te dvije negativne posljedice rezultiraju povećanjem ukupnih troškova brodarka, ali postavlja se pitanje u kojoj mjeri, tj. u kojoj mjeri će automatizacija sustava biti isplativa.

Pristup automatizacije sadrži:

- Projektiranje tehničkih sustava,
- Izradu (nabavu) tehničkih sustava,
- Montažu i pripremu tehničkih sustava za uporabu,
- Održavanje tehničkih sustava,
- Projektiranje održavanja,
- Razvoj sustava održavanja, planiranja i upravljanja,
- Modernizaciju i rekonstrukciju tehničkih sustava,
- Izdvajanje tehničkih sustava iz eksploatacijskog procesa [19].



Slika 9 Dijagram tijeka održavanja broda na temelju terotehnologije

Izvor: iz privatne arhive autora [14]

Na slici 9 prikazan je dijagram tijeka održavanja broda koji se zasniva na terotehnologiji. Proučavajući dijagram može se uočiti da se pojavljuju dvije vrste kvarova, kvar povezan s sustavom te kvar povezan uz senzore, tj. uz automatizaciju sustava. Kvarovi vezani uz senzore sustava ponekad u praksi predstavljaju veći problem od kvarova povezanim s sustavom. Na način da ako sistem ne prepozna kvar senzora, unutar sistema javlja se alarm koji zaustavlja rad pojedinog broskog sustava iako greška se ne nalazi u samome sustavu te je sustav sam po sebi ispravan.

Automatizacija sustava i sama kontrola sustava vrši se postavljanjem senzora koji kontinuirano prate performanse, tj. određene parametre sustava. Neki od parametara sustava koje se može pratiti pomoću senzora su:

- Vibracije,
- Temperatura,
- Vlažnost,
- Slanost,
- Buka,
- Mjerenje ppm-a u balastnom sustavu broda
- Tlak itd.

Važnost senzora u ovoj strategiji održavanja broda je izuzetno velika. Prednosti terotehnološkog pristupa održavanju broda se:

- Visoka pouzdanost cjelovitog sustava,
- Visoka iskoristivost cjelovitog sustava,
- Moguće smanjenje broja posade što rezultira smanjenjem troškova broda.

Negativni segmenti terotehnološkog pristupa održavanju broda su:

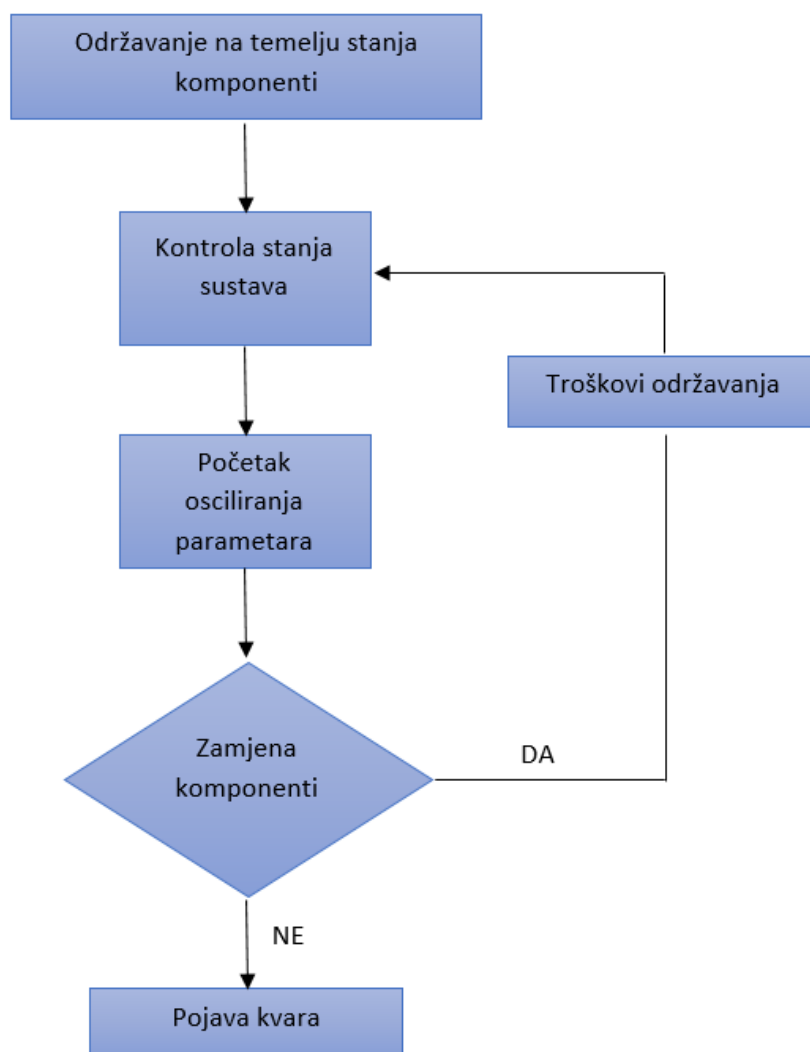
- Složenost sustava automatizacije,
- Potreba za visokoobrazovnim kadrom, pogotovo u okviru elektrotehničkog časnika na brodu,
- Problem povezanosti sustava senzora, automatizacije te sistema broda,
- Problem nabave rezervnih dijelova te porast troškova nabave u segmentu rezervnih dijelova automatizacije.

3.1.4. Strategija održavanja broda temeljena na stanju komponenti sustava

Strategija održavanja broda temeljena na stanju komponenti sustava jedna je od najefikasnijih metoda održavanja broda. Brodskim sustavima nakon određenog broja radnih sati stupanj iskoristivosti opada, a vjerojatnost kvara raste.

Što duže se sustav ne održava veća je vjerojatnost kvara, te se tada prelazi na princip korektivnog održavanja broda. Ako se točno odredi kada pojedini element sustava treba

zamijeniti ili primijeniti proces podmazivanja ili održavanja tada ova metoda poprima visoki stupanj pouzdanosti, a troškovi održavanja se svode na minimalnu razinu.



Slika 10 Dijagram tijeka održavanja broda na temelju stanja komponenti sustava

Izvor: iz privatne arhive autora [14]

Na slici deset prikazan je dijagram tijeka održavanja broda na temelju stanja komponenti sustava. Specifičnost ovoga dijagrama je element početka osciliranja parametara, tj. koliki je vremenski interval dostupan za održavanje sustava od početka osciliranja parametara do pojave kvara, a isto tako treba istaknuti i problem ovakvog sustava, a to je ako nema dovoljan broj rezervnih komponenti na brodu tada je upitno hoće li pojedini sustav „izdržati“ do nabave rezervnih dijelova.

3.1.5. TPM – Održavanje

TPM (Total Productive Maintenance) predstavlja vrstu održavanja sustava koja se temelji na cjelovitom i učinkovitom održavanju cijeloga sustava. Cilj ovakvog pristupa je povećanje produktivnosti instaliranih tehničkih sustava [19.p.51]. Temeljni princip sustava pružio ja Seiicij Nakajime podrijetlom iz Japana, a za cilj je imao pružiti maksimalnu održivost sustava te sukladno tome dobiti maksimalnu efikasnost svih komponenti sustava.

Proces je razradio u tri faze i dvanaest koraka, kako slijedi:

1. Početak
 - a. Odluka rukovodstva
 - b. Informiranje i izobrazba rukovodećih kadrova
 - c. Postavljanje organizacijske strukture za vođenje
 - d. Dijagnostika postojećeg stanja i početak mjerenja (stroj – okolina)
 - e. Izrada programa
2. Razvoj
 - a. Lansiranje zacrtanih ciljeva
 - b. Analiza i otklanjanje uzroka lošeg rada,
 - c. Razvoj samoodržavanja - rukovatelji samo obavljaju manje zahvate održavanja
 - d. Razvoj programiranog održavanja
3. Ostvarivanje
 - a. Poboljšanje tehničkog znanja djelatnika
 - b. Korištenje dobivenih znanja u stvaranju nove podloge za nove tehničke sustave
 - c. Naljepnica cjelovitog učinkovitog obrazovanja [19].

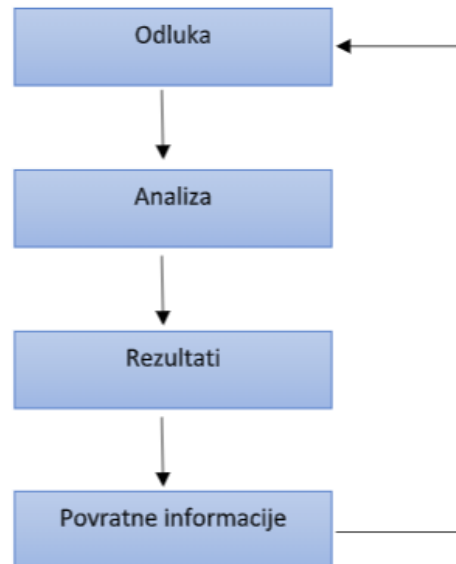
Isto tako, TPM sustav održavanja sadrži i svoje nedostatke. Jedan od najvećih nedostataka sustava su:

- veliki troškovi održavanja,
- kompleksnost tehničkog sustava,
- težina implementacije TPM sustava na brodu.

3.1.6. RCM – Održavanje

RCM ili Reliability Centered Maintenance je vrsta održavanja usmjerena na pouzdanost. Reliability Centered Maintenance je proces koji osigurava da se zadaci održavanja izvode na učinkovit, isplativ, pouzdan i siguran [20]. Proces ove strategije održavanja sadrži četiri ključne komponente, a to su:

- Odluka
- Analiza
- Rezultati
- Povratne informacije



Slika 11 Dijagram tijeka RCM održavanja sustava

Izvor: iz privatne arhive autora [14]

U Reliability Centered Maintenance pokušava se utvrditi glavni uzrok nastajanja kvara te ukloniti korijen uzroka s ciljem da se u budućnosti taj isti kvar ne desi. U ovoj strategiji održavanja broda treba sagledati sedam ključnih segmenata:

- Identifikacija funkcije sustava
- Identifikacija načina mogućeg nastajanja kvara
- Identifikacija uzroka kvara
- Identifikacija posljedica kvara, tj. neuspjeha

- Identifikacija povezanosti kvara s komponentama sustava
- Određivanje preventivnih zadataka
- Identificiranje alternativnih načina

3.1.7. Strategija održavanja broda na principu samoodržavanja

Strategija održavanja broda na principu smoodržavanja temelji se na pretpostavci da zajedno s radom sustava se vrši i održavanje istog sustava. Uz osnovni, tj. temeljni rad sustava broda, taj sustav mora sadržavati u sebi i posebni sustav s zadaćom održavanja radnoga dijela sustava te održavanja sustava samoga održavanja. Početni troškovi ovakvih sustava su iznimno veliki, ali uzročno-posljedično troškovi plaće posade u ovakvom sustavu su jednaki nuli.

Ovakav sustav mora imati i sposobnost izvršavanja:

- Nadzora,
- Prosudbe greške,
- Dijagnosticiranja,
- Planiranja održavanja,
- Održavanja [19].

Isto tako moguće je podijeliti održavanje sustava, tj. neke zadaće koje sustav samoodržavanja može dijagnosticirati i popraviti se dodijele sustavu samoodržavanja, a neke zadaće toga istoga sustava se dodjele nekim drugim strategijama održavanja opisanim u ovom diplomskom radu. Zaključno, sustav samoodržavanja ima brojne prednosti, ali negativne strane ovoga sustava održavanja su: veliki troškovi toga sustava te potreba za rezervnom strategijom popravka kvara ako sustavu samoodržavanja desi kvar.

3.2. BRODSKI SUSTAVI

U ovom poglavlju rada pod naslovom brodski sustavi, napravljena je razdioba broda po sustavima. Svi sustavi zasebno čine radne cjeline, a međusobno ti sustavi su uzročno-posljedično povezani. U ovom diplomskom radu brod kao cjelina, podijeljen je u šest zasebnih sustava. Sustav održavanja vanjske oplata broda nije obrađen u ovom diplomskom radu iz razloga što održavanje vanjske oplata broda se uglavnom provodi u remontnim brodogradilištima.

Ovo poglavlje podijeljeno je u sljedećih šest cjelina:

- Održavanje sigurnosne te navigacijske opreme,
- Održavanje teretne opreme,
- Održavanje palube broda,
- Održavanje uređaja na palubi broda te održavanje sidrenog uređaja,
- Održavanje glavnog motora te kormilarskog uređaja,
- Održavanje ostalih uređaja u strojarnici broda.

3.2.1. Održavanje sigurnosne te navigacijske opreme

U ovom poglavlju rada opisan je sustav broda vezan uz održavanje sigurnosne opreme te navigacijske opreme. Oprema i podsustavi ovog sustav su od vrlo visokog značaja. Pravilno održavanje i korištenje istih pregledava se od strane Port State inspekcija, Flag State inspekcija te vetting inspekcija. Sigurnosna oprema dijeli se u dva bitna dijela:

- Protupožarna oprema,
- Oprema za sigurnost života na moru te sigurnosnu zaštitu

Navigacijska oprema podijeljena je u četiri slijedeća dijela:

- ECDIS i ARPA sustavi,
- GMDSS sustavi,
- Sustavi određivanja pozicije,
- Ostali uređaji na zapovjedničkom mostu.

Sastav protupožarne opreme broda ponajprije ovisi o vrsti broda te konvencija, pravilnika i propisa koji propisuju odgovarajuću vrstu i količinu opreme na brodovima. Generalni sastav protupožarne opreme je slijedeći:

- Sustav gašenja pjenom,
- Sustav gašenja prahom,
- Sustav gašenja vatrogasnim aparatima,
- Osobna vatrogasna oprema (kaciga, vatrogasno odijelo, vatrogasne čizme,...)
- Zajednička vatrogasna oprema (cijevi, mlaznice, boce zraka, ventili...)
- Sustav gašenja morskom vodom
 - Vatrogasna pumpa
 - Emergency vatrogasna pumpa



Slika 12 Održavanje protupožarnog sustava na brodu

Izvor: iz privatne arhive autora [14]

Oprema vezana uz sigurnost života na moru te sigurnosnu zaštitu može se podijeliti u dvije cjeline:

- Oprema koja ima rok valjanosti (zaliha hrane u čamcu za spašavanje)
- Oprema koju treba sustavno pregledavati i održavati (količina zraka u bocama u čamcu za spašavanje, koluti za spašavanje, sohe, obrambeni sustav protiv pirata...)

Navigacijska oprema ključna je za održavanje sigurnosti na moru na visokoj razini. Održavanje navigacijske opreme broda mora se temeljito i kontinuirano održavati. GMDSS opremu na brodovima najčešće održavaju tehničari s obale, dok ostalu navigacijsku opremu održava navigacijski časnik palube, najčešće drugi časnik broda. S obzirom na

vremenski interval održavanja većina sigurnosne i protupožarne oprema zahtjeva nadzor i održavanje u mjesečnim intervalima, dok navigacijska oprema održava se i nadzire na dnevnoj bazi s pojedinim tjednim, mjesečnim, kvartalnim i godišnjim testiranjima.

3.2.2. Održavanje teretne opreme

Održavanje teretne opreme ovisi o vrsti broda. Za primjer ovoga poglavlja uzeti će se primjer teretnog sustava broda za prijevoz ukapljenog prirodnog plina morem. Održavanje teretnog sustava na brodovima za prijevoz ukapljenog prirodnog plina morem može se podijeliti u slijedeće kategorije:

- Održavanje cjevovoda i ventila
 - Teretne linije,
 - Spray linije,
 - Regas linije
 - Vapor linije.
- Održavanje uređaja u kompresornici broda te uređaja u „motor room-u“
 - Motorni elementi kompresora
 - High Duty kompresor,
 - Low Duty kompresor,
 - LNG Vaporizer,
 - IS / IBS sustav
 - After heater / cooler
 - Forcing Vaporizer,
 - Ostalo.
- Održavanje senzora
- Balastni sustav
- Održavanje opreme koja se nalazi u tankovima tereta.



Slika 13 Remontno održavanje pumpi tereta na LNG brodu

Izvor: iz privatne arhive autora [14]

Održavanje teretnog sustava dijeli se na dnevna, tjedna, mjesečna, polugodišnja, godišnja te remontna održavanja. U remontne preglede, tj. održavanja spadaju oni pregledi za koje je potreban ulazak u tank tereta, npr. pregled i odražavanje pumpi tereta. Isto tako, kako je već spomenuto u radu, teretni sustav i sustav pogona međusobno su povezani te je održavanje tih sustava od izuzetnoga značaja. U dnevna održavanja spadaju poslovi koji su vezani uz svakodnevno održavanje sustava, dnevna održavanja usko su povezana s samim nadzorom pravilnog rada sustava. Tjedna održavanja i mjesečna najčešće ovise o broju puta koliko se je neka oprema koristila. Održavanje senzora od visokog je značaja iz razloga što kvarom senzora operator ne može imati informacije o performansama sustava tereta unutar tanka, a ulazak u tank predstavlja iznimno visoke troškove brodaru.

3.2.3. Održavanje palube broda

U ovom poglavlju definirati će se održavanje palube broda u pogledu održavanja palube i sprečavanja nastanka korozije. Održavanje palube broda podijeljeno je u dva posla održavanja:

- Uklanjanje produkata korozije te nanošenje premaza,
- Čišćenje palube broda od soli i masnoća.

U prvom dijelu ovog poglavlja objašnjen je proces uklanjanja produkata korozije te nanošenja premaza zaštite. Korozija je trošenje konstrukcijskih materijala kemijskim djelovanjem fluida(plinova ili kapljevina), korozija razara metale i anorganske nemetale (npr. beton), a sudjeluje i u oštećivanju (degradaciji) organskih materijala (polimernih materijala, drva) [21]. Iz navedene definicije može se zaključiti da degradacijom komponenti, kvaliteta komponenti opada, a kvaliteta komponenti povezana je s stupnjem iskoristivosti te pouzdanosti iste komponente. U ovom poglavlju definiraju se posljedice neodržavanja palube broda. Neodržavanjem palube broda, vijek eksploatacije broda drastično se smanjuje. Ukupni troškovi održavanja su niski, ali neodržavanje ovoga sustava na brodu znači slanje broda u rezalište puno prije nego što je to kod dobro održavanih brodova. Slanjem broda u rezalište prije pretpostavljenog roka gubi se velika količina novca iz vozarina koju je brod, pružanjem usluge, mogao iskoristiti.

Sa stajališta rezultata korozije, korozija se klasificira kao:

- Uniformna ili generalna korozija,
- Pitting korozija,
- Korozija pod djelovanjem tlaka, tj. stres korozija,
- Kavitacijska korozija,
- Bakterijska korozija [22,p.3-4].

Dvije najskuplje komponente koje su vezane uz održavanje palube broda su: premazi te plaća posade broda. Čišćenje palube broda od soli i masnoća jedan je od najvažnijih segmenata visoke sigurnosti broda. Iako, ovaj segment se direktno ne veže uz kvarove i popravke, te troškove održavanja broda, važan je iz razloga što sprječavanjem ozljeda brodar, sprječava i nenadane zastoje broda prouzrokovane liječničkim intervencijama.

Sljedećim izrazom moguće je odrediti trošak obrade po jedinici površine [23,p.161]:

$$Tr_j = (Bp \cdot Crs) / ((\sum_{i=1}^m (Sri \cdot Aob_i)) \cdot k_3) + Tap$$

- gdje je:
- Tr_j - trošak obrade po jedinici površine,
 - Bp - broj članova koji rukuje sredstvima obrade,
 - Crs - prosječna cijena koštanja radnog sata člana posade,
 - Sri - vrsta sredstva obrade,
 - Aob - prosječno obrađena površina u jedinici vremena s određenim alatom,
 - k_3 - koeficijent učinkovitosti obrade elementa,
 - m - broj sredstava obrade,
 - Tap - Vrijednost amortizacije sredstava obrade, trošak pričuvnih dijelova i potrošnog materijala po jedinici površine.

Iz navedene formule vidljivo je da na neke faktore brodar ne može imati utjecaj, tj. direktno planiranjem i strategijom održavanja ne može utjecati na vrijednost komponente. Komponente na koje brodar ne može utjecati odabirom optimalne strategije održavanja su:

- Vrsta sredstva obrade (odabirom jeftinijeg sredstva, tj. nekvalitetnog sredstva učestalost održavanja će se povećati)
- Prosječno obrađena površina u jedinici vremena s određenim alatom
- Koeficijent učinkovitosti obrade elementa

Ostale komponente su komponente s kojima će odabirom strategije održavanja broda varirati i troškovi održavanja po jedinici površine, tj. troškovi održavanja. Rezultat smanjenja posade na brodovima u praksi je najčešće zanemarivanje ovoga sustava, tj. održavanja palube broda. Razvitkom tehnologije brodova, povećava se broj opreme na brodovima. Opremu na brodovima mora se kontinuirano održavati s ciljem da ta oprema kada zatreba bude funkcionalna i spremna za rad. Veliki broj uređaja, tj. opreme uzročno-posljedično rezultira i smanjenjem broja radnih sati koje se efikasno mogu uložiti u održavanje palube broda. Drugi faktor koji rezultira istom posljedicom je upravo i povećanje dimenzija brodova, tj. veći brod, tj. veća površina zahtjeva više radnih sati održavanja.

3.2.4. Održavanje uređaja na palubi broda te održavanje sidrenog uređaja

Održavanje uređaja na palubi broda te održavanje sidrenog uređaja važan su segment broda, pogotovo kada se brod nalazi u luci ili na sidrištu. Vremenski utjecaji kao što su more, tj. sol i Sunce loše utječu na stanje uređaja na palubi. Iako članovi posade nastoje što bolje zaštititi uređaje kada uređaji nisu potrebni degradacija uređaja i performansi se može uočiti. Na slici 14 vidljivo je održavanje priveznog vitla. Uređaji koji su smješteni na palubi broda te sidrenog uređaja najčešće zahtijevaju slijedeće vrste održavanja:

- Održavanje od produkata korozije,
- Čišćenje,
- Održavanje motora / elektromotora,
- Podmazivanje.



Slika 14 Održavanje priveznog vitla

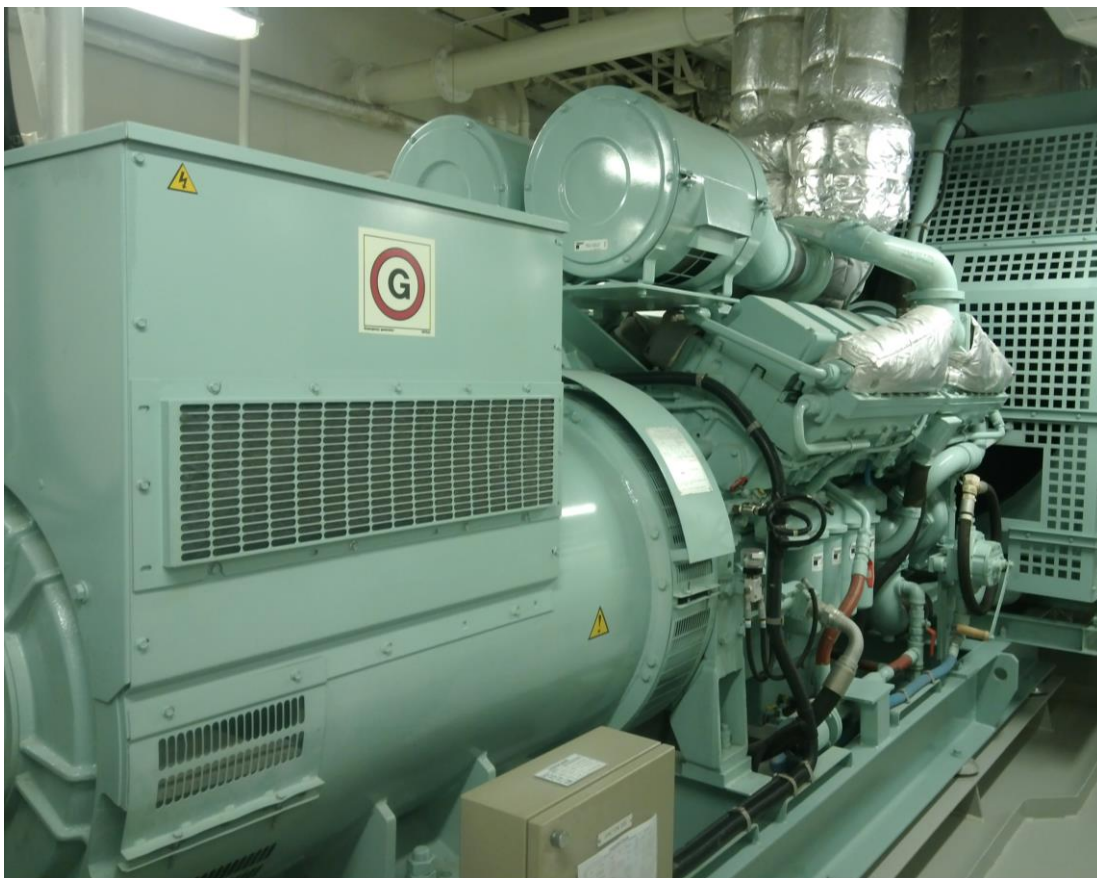
Izvor: iz privatne arhive autora [14]

Generalno održavanje sidrenog sustava se uglavnom izvodi u brodogradilištu kada se brod nalazi u suhom doku. Tada se sidro i sidreni lanac pjeskari i premazuje, a pregledom se određuje mjera istrošenosti sustava. Tijekom eksploatacije održavanje sidrenog sustava slično je održavanju priveznog sustava.

3.2.5. Održavanje glavnog motora te kormilarskog uređaja

Održavanje glavnog motora te kormilarskog uređaja broda jedno je od najbitnijih održavanja na brodu. Cilj održavanja glavnog motora i kormilarskog uređaja je dugoročno pružiti kvalitetan i pouzdan rad sustava. Od iznimne je važnosti kvalitetno održavati spomenute sustave. Poslovi koje obuhvaćaju navedeni sustavi su:

- Podmazivanje,
- Čišćenje,
- Zamjena komponenti sustava,
- Nadzor parametara sustava.



Slika 15 Emergency generator

Izvor: iz privatne arhive autora [14]

Uz održavanje glavnog motora te kormilarskog uređaja u ovu skupinu spada i održavanje generatora u nuždi. Sustav kormilarskog uređaja dijeli se na dva dijela, a to su: dio kormilarskog uređaja koji se koristi u eksploataciji broda te dio kormilarskog uređaja koji se koristi u nuždi. Na slici 15 može se vidjeti generator koji se koristi u nuždi, važnost održavanja ove komponente upravo je u tome što ako dođe do zastoja broda, tj. black out-a generator u nuždi je jedini uređaj koji će posaditi omogućiti ponovno pokretanje cijelog sustava.

3.2.6. Održavanje ostalih uređaja u strojarnici broda

U ovu skupinu opreme, tj. uređaja na brodu spadaju slijedeće vrste uređaja:

- Uređaji koji svojim kvarom neće smanjiti stupanj sigurnosti broda i posade,
- Elektronički uređaji,
- Uređaji koji nisu potrebni u svakodnevnoj eksploataciji ili boravku broda u luci.

Ova skupina uređaja, tj. pravilno održavanje ove skupine uređaja utječe na broj negativnih primjedbi provedenog inspekcijskog pregleda. Važnost održavanja ovih sustava je činjenica da nabrojani sustavi moraju biti spremni za rad iako njihov rad nije potreban na dnevnoj bazi. Održavanja ove skupine uređaja najčešće se temelje na:

- Podmazivanje,
- Čišćenje,
- Zamjena komponenti sustava,

U ovu skupinu spadaju i elektronički uređaji, važno je za napomenuti da u današnje doba razina je potrebna visoka razina edukacije za održavanje elektroničkih uređaja. Isto tako, jedan od najvažnijih segmenata ove skupine je održavanje računala.

Računala na brodu poprimila su iznimno veliki značaj. Neodržavanjem brodskih računala otežava se komunikacija s brodarom, otežava se komunikacija s unajmiteljem i shipshandlerima, uzročno-posljedično otežana je i nabava rezervnih dijelova, nedostupan je AMOS sustav te elektronska kopija SMS sustava.

Ova skupina uređaja s aspekta održavanja potencijalno nosi vrlo visoke troškove održavanja. Rezervne komponente svih uređaja mogu biti iznimno skupe i možda čak i neisplative. Problem koji se javlja kod ove skupine uređaja je što je ponekad nemoguće pratiti parametre rada sustava, upravo iz razloga što se te sustave ne koristi učestalo. Vrlo je teško definirati potrebu i vrstu rezervnih dijelova te upravo ta činjenica predstavlja problem te smanjenje stupnja optimalnog omjera rada sustava, održavanja i troškova održavanja.

4. PRIKAZ REZULTATA ISTRAŽIVANJA TE KOMPARATIVNA ANALIZA STRATEGIJA I SUSTAVA ODRŽAVANJA BRODA S CILJEM OPTIMIZACIJE POSLOVANJA BRODARA

U ovom poglavlju rada prikazati će se rezultati provedenog istraživanja te analizirati rezultate istraživanja s odabranom strategijom održavanja broda po pojedinim brodskim sustavima. Isto tako, prikazati će se model strategija održavanja broda po pojedinim brodskim sustavim s ciljem optimizacije poslovanja, smanjenja troškova održavanja i ukupnih troškova, povećanjem stupnja iskoristivosti sustava te povećanjem stupnja pouzdanosti sustava. Treba naglasiti da važnost svakog pojedinog sustava nije jednaka te je važno prepoznati i podijeliti sustave od krucijalne važnosti za sigurnu eksploataciju broda te pomoćne sustave koji uštedom na troškovima održavanja neće imati utjecaja na sigurnost broda i posade.

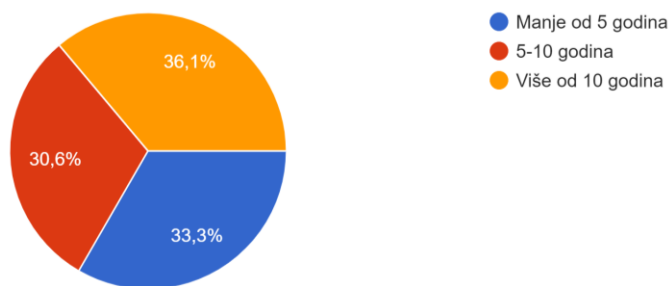
Rezultati istraživanja dobiveni su analizom podataka provedenog anketiranja. Ciljana skupina ispitanika bili su časnici palube, časnici stroja te časnici elektrotehnike. Časnici stroja i časnici elektrotehnike odgovarali su na ista pitanja iz razloga što razvitkom tehnologije na dnevnoj bazi je ukazana potreba za suradnjom. Ispitivanje je provedeno nad 72 ispitanika, od kojih su 37 ispitanika časnici palube, 25 ispitanika časnici stroja te 10 ispitanika časnici elektrotehnike. Primjer Anketnog upitnika nalazi se u Prilogu 1 diplomskog rada.

Ovo poglavlje rada podijeljeno je u dvije slijedeće cjeline:

- Prikaz rezultata istraživanja,
- Prikaz modela strategija održavanja broda po pojedinim brodskim sustavima.

4.1. PRIKAZ REZULTATA ISTRAŽIVANJA

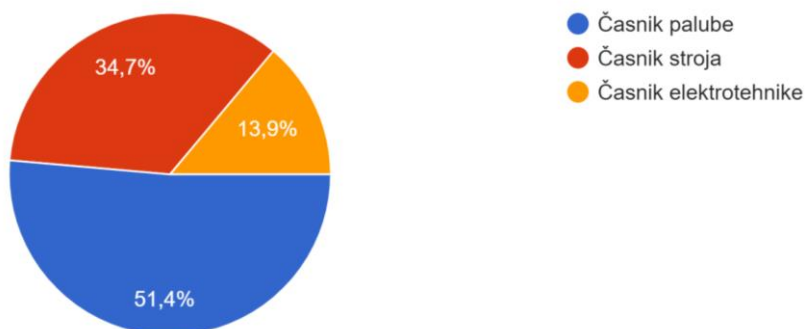
U ovom dijelu rada pod naslovom prikaz rezultata istraživanja prikazati će se i analizirati rezultati zajedničkih pitanja, a u nastavku poglavlja analizirati će se rezultati istraživanja po pojedinom brodskom sustavu.



Grafikon 1 Staž ispitanika na brodu

Izvor: izradio autor

Grafikon 1 prikazuje podjelu ispitanika po stažu provedenom na brodu. Cilj je bio podijeliti ispitanike ravnomjerno u tri skupine zato što je vrijednost staža provedena na brodu povezana s iskustvom. Iz grafikona 1 vidi se da 33,3% ispitanika je provelo manje od 5 godina na brodu, 30,6% ispitanika provelo je 5 – 10 godina na brodu te 36,1% ispitanika ima više od 10 godina iskustva, tj. staža na brodu.

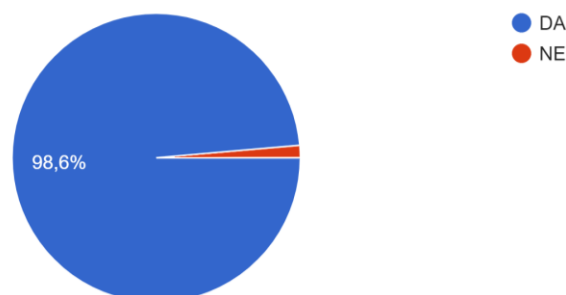


Grafikon 2 Pozicije ispitanika na brodu

Izvor: izradio autor

Na grafikonu 2 vidi se podjela pozicija časnika po odijeljenima na brodu. Kako je već prije navedeno, časnici stroja i časnici elektrotehnike odgovarali su na ista pitanja te se njihovi postoci u ovom grafikonu zbrajaju. Sukladno tome, na anketu je odgovorio podjednak omjer između časnika palube te časnika stroja i elektrotehnike.

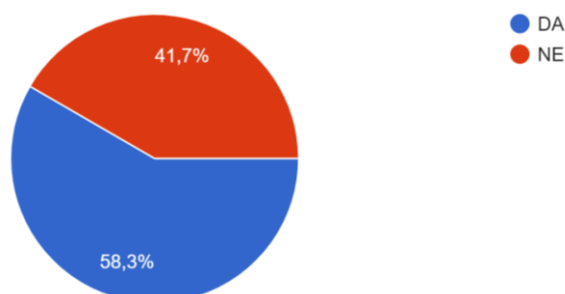
U sljedećim grafikonima ispitanici su zajednički odgovarali. Sljedeći grafikoni povezuju: troškove održavanja, održavanje komponenti broda te zahtjeve sustava za održavanjem.



Grafikon 3 Potreba usklađenosti strategije održavanja te zahtjevima samoga sustava

Izvor: izradio autor

U grafikonu 3 uočljivo je da se velika većina čak 98,6% ispitanika slaže sa konstatacijom da strategija održavanja sustava mora u potpunosti biti kompatibilna s zahtjevima samoga sustava.



Grafikon 4 Povezanost troškova održavanja isključivo s politikom poslovanja brodara

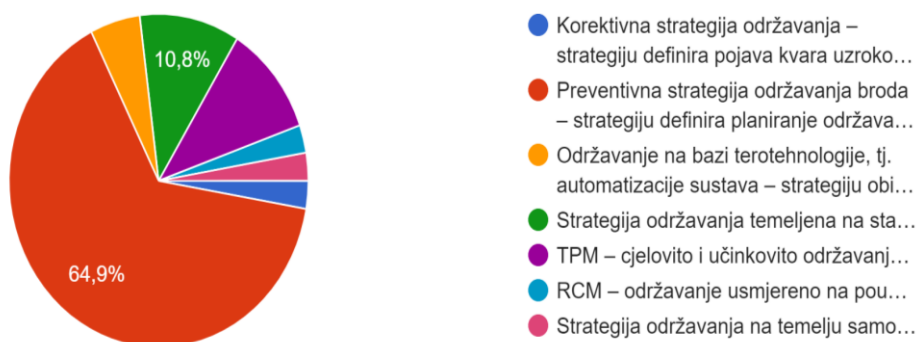
Izvor: izradio autor

Iz grafikona 4 uočljiva je razdioba odgovora na povezanost troškova održavanja isključivo s politikom poslovanja brodara. Kako je već navedeno u radu, brodar ne može utjecati u potpunosti na troškove održavanja iz više razloga. Rezultati istraživanja ukazuju da čak 58.3% ispitanika odgovorilo smatra da troškovi održavanja sustava ovise isključivo

o brodaru dok 41,7% ispitanika smatra da postoje i ostale varijable koje utječu na krajnji zbroj svih troškova održavanja.

3.2.1. Održavanje sigurnosne te navigacijske opreme

U ovom poglavlju biti će analizirani rezultati odabira optimalne strategija održavanja slijedećih sustava: protupožarna oprema, oprema za sigurnost života na moru i oprema sigurnosne zaštite te navigacijska oprema broda.



Grafikon 5 Odabir strategije održavanja protupožarne opreme

Izvor: izradio autor

Održavanje protupožarne opreme spada u jedno od najkritičnijih održavanja na brodu. Požar na brodu često rezultira katastrofalnim posljedicama te je upravo iz tog razloga važno sustavno održavati opremu. Grafikon pod brojem pet to i dokazuje, analizom grafikona 5 vidi se da većina ispitanika, čak 64.9%, smatra da je najoptimalniji odabir strategija održavanja broda upravo preventivna strategija održavanja. Na drugom mjestu po postotku se nalazi strategija održavanja temeljena na stanju komponenti sustava. Troškovi održavanja ovih strategija potencijalno mogu biti manji od posljedica nefunkcioniranja sustava tijekom inspekcijskog pregleda ili požara na brodu. Ostala raspodjela postotaka u većoj ili manjoj mjeri je ravnomjerna, najviše se ističe TPM održavanje, tj. cjelovito i učinkovito održavanje sustava.



Grafikon 6 Odabir strategije održavanja opreme za preživljavanje na moru te opreme sigurnosne zaštite

Izvor: izradio autor

Iz grafikona 6 vidljivi su rezultati ankete vezane uz odabir strategije održavanja opreme za preživljavanje na moru te sigurnosne zaštite. Ako se usporede teme grafikona 5 i grafikona 6 u suštini obje teme poprimaju istu funkciju, tj. sprečavanje gubitka ljudskih života te imovine na brodovima, ali analizom uočavaju se vidno različiti rezultati ankete. Preventivna strategija održavanja broda i dalje ima najveći postotak 54,1%, a na drugom mjestu po postotcima se nalazi TPM strategija održavanja, dok strategija održavanja na osnovi stanja komponenti sustava poprima vrijednost postotka od 10,8%. Istaknute su, iako u manjim postocima strategije održavanja RCM te terotehnologije. Strategija TPM temelji se na visokim troškovima održavanja, dok primjenom ove metode porastao bi stupanj pouzdanosti sustava sigurnosti te sigurnosne zaštite na brodovima. Isplativost uvođenja ove metoda je upitna te treba napomenuti da je većina ispitanika odabralo preventivnu zaštitu kao odgovor na postavljeno anketno pitanje.



Grafikon 7 Odabir strategije održavanja navigacijske opreme

Izvor: izradio autor

Iz grafikona 7 može se uočiti rezultati ankete o odabiru strategije održavanja navigacijske opreme. Navigacijska oprema uvijek mora biti u potpunosti operativna te ažurirana te iz te činjenice proizlaze slijedeći rezultati ankete. Preventivna strategija održavanja navigacijske opreme poprimila je vrijednost 40,5% te predstavlja najveći udio u odgovorima. Ostale strategije ravnomjerno su uglavnom ravnomjerno raspoređene, dvije strategije koje odskoču u postocima su TPM metoda održavanja na osnovi stanja komponenti sustava. Troškovi održavanja ovog sustava preventivnom metodom održavanja mogu biti razmjerno veliki, ali pouzdanost sustava navigacijske opreme mora poprimiti najveći značaj, a to je dokazano rezultatima ankete.

3.2.2. Održavanje teretne opreme



Grafikon 8 Odabir strategije održavanja teretnog sustava broda

Izvor: izradio autor

Iako sustav teretne opreme varira od broda do broda te nisu svi sustavi teretne opreme jednaki, ispitanici su odabrali da preventivnim održavanjem teretnog sustava se može postići optimalan odnos između stupnja pouzdanosti te troškova održavanja. Troškovi održavanja teretne opreme mogu poprimiti visoke vrijednosti, ali isto tako ukupne posljedice i troškovi kvara teretnog sustava u toku ukrcajne ili iskrcajne operacije mogu potencijalno poprimiti još veće troškove. Na drugom mjestu nalazi se strategija održavanja na osnovi stanja komponenti (18,9%), a na trećem mjestu nalazi se održavanje na bazi terotehnologije, tj. automatizacije što bi smanjilo potrebu radne snage te povećalo pouzdanost teretnog sustava.

3.2.3. Održavanje palube broda



Grafikon 9 Odabir strategije održavanja palube broda

Izvor: izradio autor

Rezultati odabira strategije održavanja palube broda prikazani su u grafikonu 9., Najviše se ističu dvije strategije održavanja, a to su: preventivno održavanje broda (40,5%) te strategija održavanja temeljena na stanju komponenti sustava (27%). Troškovi održavanja prikazani su u diplomskom radu, odabirom ovih strategija održavanja palube broda troškovi bi bili kontinuirani, a isto tako vijek iskoristivosti broda bi se produžio te tako rezultirao profitom za brodara.

3.2.4. Održavanje uređaja na palubi broda te sidrenog uređaja



Grafikon 10 Odabir strategije održavanja sidrenog uređaja

Izvor: izradio autor

Grafikon 10 prikazuje rezultate istraživanja vezane uz odabir optimalne strategije održavanja sidrenog uređaja broda. Preventivna strategija zauzima najveći udio odgovara, dok strategija održavanja na temelju stanja komponenti sustava poprima 45,9% odgovora. Isto tako, važno je za naglasiti da brodovi u najvećem broju slučajeva brodovi imaju dva

sidrena uređaja te troškovi preventivnog održavanja mogu predstavljati prevelike troškove ove komponente, dok troškovi održavanje na temelju stanja komponenti sustava mogu biti manji . Odabirom strategije na temelju stanja komponenti sustava povećao bi se stupanj iskoristivosti sustava.



Grafikon 11 Odabir strategije održavanja uređaja na palubi broda

Izvor: izradio autor

Grafikon 11 prikazuje rezultate istraživanja odabira najoptimalnije strategije održavanja ostalih uređaja i opreme na palubi broda kao što su privezna vitla, brodski siz itd. Vidljivo je da preventivna zaštita poprima najveći broj odgovora (54,1%), dok strategija održavanja temeljena na stanju komponenti sustava poprima također visoki postotak od 27%. Ostale strategije poprimaju manje udjele odgovora. Analizom rezultata vidljiv je slični model kao i kod grafikona 10, omjer ukupnih troškova između preventivne strategije te strategije na temelju stanja komponenti sustava mora se pobliže analizirati te zaključiti važnost te željeni stupanj iskoristivosti svake pojedine komponente sustava

3.2.5. Održavanje strojarnice broda

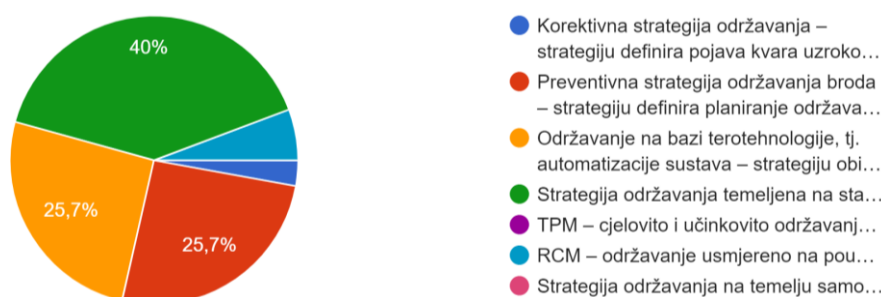


Grafikon 12 Odabir strategije održavanja glavnog brodskog stroja te kormilarskog uređaja

Izvor: Izradio autor

Iz grafikona 12 može se uočiti da 42,9 % ispitanika se je opredijelilo za preventivnu strategiju održavanja glavnoga brodskoga stroja te kormilarskog uređaja. Terotehnologija te održavanje sustava na temelju komponenti sustava poprimili su jednake udjele u odgovorima (20%). Ostale strategije održavanja broda raspodijeljene su u ravnomjernim omjerima manjih vrijednosti. Važnost održavanja glavnog brodskog stroja i kormilarskog uređaja može se usporediti s održavanjem sustava navigacijske opreme. Sustav kojega prikazuje grafikon 12 od iznimne je važnosti za očuvanje stupnja sigurnosti života na moru. Upravo odabirom preventivne strategije održavanja, održavanja sustava na temelju stanja komponenti te terotehnologije omogućuje se visoki stupanj pouzdanosti uz umjerene troškove održavanje.

3.2.6. Održavanje uređaja u strojarnici broda



Grafikon 13 Odabir strategije održavanja ostalih uređaja u strojarnici

Izvor: izradio autor

Grafikon 13 prikazuje rezultate provedenog anketiranja vezane uz odabir najoptimalnije strategije održavanja ostalih uređaja u strojarnici broda. Održavanje na temelju stanja komponenti sustava poprima najveći udio odgovora (40%), dok ravnomjerni udio poprimaju preventivno održavanje te održavanje na principu terotehnologije. Odabir strategije održavanja na temelju stanja komponenti sustav rezultira povećanjem iskoristivosti ostalih uređaja u strojarnici te umjerenim troškovima održavanja.



Grafikon 14 Odabir strategije održavanja elektroničkih uređaja na brodu

Izvor: izradio autor

Grafikon 14 prikazuje rezultate anketiranja vezane uz odabir strategije održavanja elektroničkih uređaja na brodu. Ravnomjerne udjele su poprimile slijedeće strategije održavanja: preventivna strategija održavanja broda, strategija održavanja na temelju stanja komponenti sustava te terotehnologija dok 8,6% odgovora zauzima korektivna strategija održavanja. Troškovi održavanja na temelju odabira navedenih strategija mogu poprimiti visoke iznose, ali odabranim strategijama pripisuje se i visoki stupanj pouzdanosti elektroničkih uređaja te visoki stupanj iskoristivosti.

4.2. PRIKAZ MODELA STRATEGIJA ODRŽAVANJA BRODA PO POJEDINIM BRODSKIM SUSTAVIMA

U ovom poglavlju prikazan je model podjele strategije održavanja broda po pojedinim brodskim sustavima sukladno rezultatima istraživanja.

Tablica 1 Model optimalnih strategija po pojedinim sustavima

Brodski sustavi	Optimalne strategije održavanja
Protupožarna oprema	Preventivna strategija održavanja
Oprema sigurnosne zaštite te oprema za preživljavanje na moru	Preventivna strategija održavanja
Navigacijska oprema	Preventivna strategija održavanja Strategija održavanja na temelju stanja komponenti
Teretni sustav	Preventivna strategija održavanja
Trup, tj. paluba	Strategija održavanja na temelju stanja komponenti
Sidreni uređaj	Preventivna strategija održavanja Strategija održavanja na temelju stanja komponenti
Ostali uređaji na palubi	Preventivna strategija održavanja
Glavni stroj te kormilarski uređaj	Preventivna strategija održavanja Strategija održavanja na temelju stanja komponenti Terotehnologija
Ostali uređaji u strojarnici	Terotehnologija Strategija održavanja na temelju stanja komponenti Preventivna strategija održavanja
Elektronički uređaji	Preventivna strategija održavanja Strategija održavanja na temelju stanja komponenti Terotehnologija

Izvor: izradio autor

Tablica 1 prikazuje model odabira strategija održavanja sustava na bordu s obzirom na troškove održavanja i potreban stupanj pouzdanosti pojedinog sustava.

5. ZAKLJUČAK

Održavanje broda jedno je od najvažnijih elemenata poslovanja broдача. Cilj održavanja broda je produžiti životni vijek broda, povisiti stupanj iskoristivosti, povisiti stupanj pouzdanosti te održavati stupanj sigurnosti broda na visokoj razini. Troškovi održavanja, troškovi inspekcijskih pregleda, posljedice inspekcijskih pregleda te politika broдача iznimno utječu na variranje navedenih elemenata. Broдар odabire strategije održavanja broda, a rezultat odabira vidljiv je po stanju pojedinih brodskih elemenata.

U diplomskom radu brod se nije promatrao kao cjelina nego kao skup raznih sustava koji zajedničkim ispravnim radom omogućavaju posadi broda sigurno i učinkovito izvršavanje radnih zadataka. Neki sustavi vezani su uz operativnost broda dok su drugi sustavi povezani sa sigurnošću ljudi na brodu. Upravo iz tog razloga odabir samo jedne strategije održavanja broda nije moguć. Svaki pojedini brodski sustav sadrži svoje specifičnosti, a sukladno tome i svaka strategija održavanja nosi svoje posljedice. U radu su definirane i objašnjene strategije održavanja brodskih sustava te uzročno-posljedično povezane s troškovima održavanja te stupnjevima iskoristivosti i pouzdanosti.

Istraživanjem anketiranjem utvrdilo se je da u većini slučajeva, tj. za većinu brodskih sustava najoptimalniji izbor je odabir preventivne strategije održavanja sustava. Nakon preventivne strategije održavanja sustava, ispitanici su u većini slučajeva odabrali strategije održavanja temeljene na terotehničkom procesu te na temelju stanja komponenti sustava. Tri spomenute strategije pružaju visoku pouzdanost i iskoristivost sustava te umjerene troškove održavanja broda, a većini slučajeva ne komprimiraju komponentu sigurnosti ljudskih života na moru.

LITERATURA

1. Knifić, Ž., Ivče, R., Komadina, P., 2015., 'Značaj uporabe zaštitnih premaza u održavanju trupa broda', *Pomorski zbornik*, vol. 49-50, p. 117-125
2. Mohović, R., Gradnja tradicijskih plovila, *Povijest pomorstva i navigacije*, p 28.
3. https://hr.wikipedia.org/wiki/Parni_stroj (18.6.2022.)
4. Bjorn L. B., 1998, 'The Northern Mariner', *The Floating Factory*, vol. 8, issue 1., pp 21-37.
5. LNGC Mode Cargo Operating Manual – Hoegh Gannet, Issue 1, p. 12
6. <https://www.imo.org/en/About/Pages/Default.aspx> (14.6.2022.)
7. Pravilnik o obavljanju inspekcijskog nadzora sigurnosti plovidbe, Narodne novine, Zagreb, NN 127/2005-2370
8. Ivče, R., Prilog učinkovitosti održavanja trupa broda, magistarski rad, Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet, 2005., p.29
9. <https://www.emsa.europa.eu/> (15.6.2022)
10. <https://iacs.org.uk/about/> (15.6.2022.)
11. <https://www.parismou.org/about-us/organisation> (15.6.2022.)
12. Domijan-Arneri, I., 2014., *Poslovanje u morskom brodarstvu*, Redak, Split
13. <https://www.cma-cgm.com/products-services/line-services/flyer/BEX> (12.6.2022.)
14. Privatna arhiva autora
15. Zec, D., Vranić, D., Ivče, R., Razmatranje utjecajnih čimbenika na opseg službe održavanja
16. <http://struna.ihjj.hr/naziv/korektivno-odrzavanje/11963/> (18.6.2022.)
17. Ivče, R., *Programski alati u suvremenom održavanju brodskih sustava*, Pregled i planiranje održavanja brodskih sustava, nastavni materijali
18. <https://www.picomto.com/en/5-types-of-maintenance-to-know-about/> (17.6.2022.)
19. Šegulja, I.; Bukša, I.; Tomas, V., *Održavanje brodskih sustava*, Sveučilište u Rijeci, 2009
20. <https://inspectioneering.com/tag/reliability+centered+maintenance> (15.6.2022.)
21. <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=33255> (19.6.2022.)
22. Caridis, P., 2001, *Inspection, Repair and Maintenance of Ship Structures*, 1, Witherby & Co Ltd, London

23. Ivče, R., Rudan, M., Mišković, D., Rudan, I., 2020., 'The Cost Assessment of Hull Application done by Ships Crew on Dry Cargo Ships', Pomorstvo, vol. 94, p. 156-165

KAZALO KRATICA

Kratika	Puni naziv na engleskom jeziku	Tumačenje na hrvatskom jeziku
AMOS	<i>Asset Management Operating System</i>	Računalni sustav održavanja
ARPA	<i>Automatic radar plotting aids</i>	Sredstvo za navigaciju
ECDIS	<i>Electronic Chart Display and Information System</i>	Sustav elektroničkih navigacijskih karti
EMSA	<i>European Maritime Safety Agency</i>	Europska agencija za pomorsku sigurnost
FSC	<i>Flag State Control</i>	Vrsta inspekcijskog pregleda
GMDSS	<i>Global Maritime Distress and Safety System</i>	Univerzalni sustav za pogibelj i sigurnost na moru
LEG	<i>Legal Committee</i>	Pravni odbor
LNG	<i>Liquefied natural gas</i>	Ukapljeni prirodni plin
IACS	<i>International Association for Classification Societies</i>	Organizacija klasifikacijskih društava
IMO	<i>International Maritime organization</i>	Međunarodna pomorska organizacija
ISM	<i>International safety management</i>	Upravljanje sigurnošću
MEPC	<i>Maritime Environment Protection Committee</i>	Odbor za sprečavanje onečišćenja
MSC	<i>Maritime Safety Committee</i>	Odbor za sigurnost i sigurnosnu zaštitu
PSC	<i>Port State Control</i>	Vrsta inspekcijskog pregleda
RCM	<i>Reliability Centered Maintenance</i>	Strategija održavanja
TC	<i>Technical Cooperation Committee</i>	Odbor za tehničku suradnju
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i>	Strategija održavanja

POPIS TABLICA

Tablica 1 Model optimalnih strategija po pojedinim sustavima	52
---	-----------

POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1 Staž ispitanika na brodu	43
Grafikon 2 Pozicije ispitanika na brodu	43
Grafikon 3 Potreba usklađenosti strategije održavanja te zahtjevima samoga sustava	44
Grafikon 4 Povezanost troškova održavanja isključivo s politikom poslovanja brodara	44
Grafikon 5 Odabir strategije održavanja protupožarne opreme	45
Grafikon 6 Odabir strategije održavanja opreme za preživljavanje na moru te opreme sigurnosne zaštite	46
Grafikon 7 Odabir strategije održavanja navigacijske opreme	46
Grafikon 8 Odabir strategije održavanja teretnog sustava broda	47
Grafikon 9 Odabir strategije održavanja palube broda	48
Grafikon 10 Odabir strategije održavanja sidrenog uređaja	48
Grafikon 11 Odabir strategije održavanja uređaja na palubi broda	49
Grafikon 12 Odabir strategije održavanja glavnog brodskog stroja te kormilarskog uređaja	50
Grafikon 13 Odabir strategije održavanja ostalih uređaja u strojarnici	50
Grafikon 14 Odabir strategije održavanja elektroničkih uređaja na brodu	51

POPIS SHEMA

Slika 1 Nagibanje jedrenjaka i barcere u svrhu održavanja (na karenu)	5
Slika 2 Teretni sustav broda za prijevoz ukapljenog prirodnog plina.....	7
Slika 3 Plovidbeni red u linijskom brodarstvu.....	12
Slika 4 Brod za prijevoz ukapljenog prirodnog plina morem	13
Slika 5 Troškovi održavanja starih brodova	16
Slika 6 Dijagram tijeka korektivne strategije održavanja broda	18
Slika 7 Dijagram tijeka preventivne strategije održavanja broda	20
Slika 8 Sučelje AMOS programa.....	22
Slika 9 Dijagram tijeka održavanja broda na temelju terotehnologije	26
Slika 10 Dijagram tijeka održavanja broda na temelju stanja komponenti sustava	28
Slika 11 Dijagram tijeka RCM održavanja sustava	30
Slika 12 Održavanje protupožarnog sustava na brodu	33
Slika 13 Remontno održavanje pumpi tereta na LNG brodu.....	35
Slika 14 Održavanje priveznog vitla	38
Slika 15 Emergency generator	39

PRILOG 1

ANKETNI UPITNIK

Ova anketa se provodi u svrhu istraživanja za diplomski rad. Cilj istraživanja je utvrditi odabir optimalne strategije održavanja broda, tj. brodskih sustava u pogledu zadovoljavanja tehničkih zahtjeva te pozitivnog poslovanja brodara. Skupina ispitanika nad kojom se provodi istraživanje su časnici palube, stroja i elektrotehnike. Anketa je u potpunosti anonimna, a trajanje ankete je otprilike 5 minuta.

PITANJA KOJA SE ODOSE NA SVE ISPITANIKE

- 1. Koliko staža imate na brodu?**
 - a. Manje od 5 godina
 - b. 5 – 10 godina
 - c. Više od 10 godina
- 2. Smatrate li da troškovi održavanja raznih sustava na brodu ovise isključivo o politici brodara?**
 - a. DA
 - b. NE
- 3. Slažete li se da odabir strategije održavanja broda mora biti u skladu s zahtjevima sustava nad kojima se vrši proces održavanja?**
 - a. DA
 - b. NE
- 4. Na kojoj od ponuđenih pozicija plovite ili ste plovili?**
 - a. Časnik palube
 - b. Časnik stroja
 - c. Časnik elektrotehnike

PITANJA ZA ČASNIKE PALUBE

- 5. Koja bi bila najoptimalnija strategija održavanja protupožarne opreme?**
 - a. **Korektivna strategija održavanja** – strategiju definira pojava kvara uzrokovana neodržavanjem. Strategiju obilježavaju niski početni troškovi te moguće visoki troškovi popravka.

- b. **Preventivna strategija održavanja broda** – strategiju definira planiranje održavanja sustava. Strategiju obilježavaju viši konstantni troškovi te veća pouzdanost sustava.
- c. **Održavanje na bazi terotehnologije, tj. automatizacije sustava** – strategiju obilježavaju troškovi automatizacije sustava te smanjenje troškova u pogledu ljudstva
- d. **Strategija održavanja temeljena na stanju komponenti sustava** – strategiju obilježava promatranje parametara sustava te zamjena komponenti sustava bazirana na podacima promatranja. Strategiju obilježava visoka pouzdanost sustava.
- e. **TPM** – cjelovito i učinkovito održavanje cijeloga sustava. Strategiju obilježava maksimalna održivost, maksimalna efikasnost te visoki troškovi.
- f. **RCM** – održavanje usmjereno na pouzdanost. Strategiju obilježava učinkovito rješavanje problema te umjereni troškovi
- g. **Strategija održavanja na temelju samoodržavanja** – Strategiju obilježava uvođenje sustava samoodržavanja što rezultira visokim početnim troškovima

6. Koja bi bila najoptimalnija strategija održavanja opreme za preživljavanje na moru te opreme sigurnosne zaštite?

- a. **Korektivna strategija održavanja** – strategiju definira pojava kvara uzrokovana neodržavanjem. Strategiju obilježavaju niski početni troškovi te moguće visoki troškovi popravka.
- b. **Preventivna strategija održavanja broda** – strategiju definira planiranje održavanja sustava. Strategiju obilježavaju viši konstantni troškovi te veća pouzdanost sustava.
- c. **Održavanje na bazi terotehnologije, tj. automatizacije sustava** – strategiju obilježavaju troškovi automatizacije sustava te smanjenje troškova u pogledu ljudstva
- d. **Strategija održavanja temeljena na stanju komponenti sustava** – strategiju obilježava promatranje parametara sustava te zamjena komponenti sustava bazirana na podacima promatranja. Strategiju obilježava visoka pouzdanost sustava.
- e. **TPM** – cjelovito i učinkovito održavanje cijeloga sustava. Strategiju obilježava maksimalna održivost, maksimalna efikasnost te visoki troškovi.

- f. **RCM** – održavanje usmjereno na pouzdanost. Strategiju obilježava učinkovito rješavanje problema te umjereni troškovi
- g. **Strategija održavanja na temelju samoodržavanja** – Strategiju obilježava uvođenje sustava samoodržavanja što rezultira visokim početnim troškovima

7. Koja bi bila najoptimalnija strategija održavanja navigacijske opreme?

- a. **Korektivna strategija održavanja** – strategiju definira pojava kvara uzrokovana neodržavanjem. Strategiju obilježavaju niski početni troškovi te moguće visoki troškovi popravka.
- b. **Preventivna strategija održavanja broda** – strategiju definira planiranje održavanja sustava. Strategiju obilježavaju viši konstantni troškovi te veća pouzdanost sustava.
- c. **Održavanje na bazi terotehnologije, tj. automatizacije sustava** – strategiju obilježavaju troškovi automatizacije sustava te smanjenje troškova u pogledu ljudstva
- d. **Strategija održavanja temeljena na stanju komponenti sustava** – strategiju obilježava promatranje parametara sustava te zamjena komponenti sustava bazirana na podacima promatranja. Strategiju obilježava visoka pouzdanost sustava.
- e. **TPM** – cjelovito i učinkovito održavanje cijelog sustava. Strategiju obilježava maksimalna održivost, maksimalna efikasnost te visoki troškovi.
- f. **RCM** – održavanje usmjereno na pouzdanost. Strategiju obilježava učinkovito rješavanje problema te umjereni troškovi
- g. **Strategija održavanja na temelju samoodržavanja** – Strategiju obilježava uvođenje sustava samoodržavanja što rezultira visokim početnim troškovima

8. Koja bi bila najoptimalnija strategija održavanja sustava tereta?

- a. **Korektivna strategija održavanja** – strategiju definira pojava kvara uzrokovana neodržavanjem. Strategiju obilježavaju niski početni troškovi te moguće visoki troškovi popravka.
- b. **Preventivna strategija održavanja broda** – strategiju definira planiranje održavanja sustava. Strategiju obilježavaju viši konstantni troškovi te veća pouzdanost sustava.

- c. **Održavanje na bazi terotehnologije, tj. automatizacije sustava** – strategiju obilježavaju troškovi automatizacije sustava te smanjenje troškova u pogledu ljudstva
- d. **Strategija održavanja temeljena na stanju komponenti sustava** – strategiju obilježava promatranje parametara sustava te zamjena komponenti sustava bazirana na podacima promatranja. Strategiju obilježava visoka pouzdanost sustava.
- e. **TPM** – cjelovito i učinkovito održavanje cijelog sustava. Strategiju obilježava maksimalna održivost, maksimalna efikasnost te visoki troškovi.
- f. **RCM** – održavanje usmjereno na pouzdanost. Strategiju obilježava učinkovito rješavanje problema te umjereni troškovi
- g. **Strategija održavanja na temelju samoodržavanja** – Strategiju obilježava uvođenje sustava samoodržavanja što rezultira visokim početnim troškovima

9. Koja bi bila najoptimalnija strategija održavanja trupa broda, tj. palube broda?

- a. **Korektivna strategija održavanja** – strategiju definira pojava kvara uzrokovana neodržavanjem. Strategiju obilježavaju niski početni troškovi te moguće visoki troškovi popravka.
- b. **Preventivna strategija održavanja broda** – strategiju definira planiranje održavanja sustava. Strategiju obilježavaju viši konstantni troškovi te veća pouzdanost sustava.
- c. **Održavanje na bazi terotehnologije, tj. automatizacije sustava** – strategiju obilježavaju troškovi automatizacije sustava te smanjenje troškova u pogledu ljudstva
- d. **Strategija održavanja temeljena na stanju komponenti sustava** – strategiju obilježava promatranje parametara sustava te zamjena komponenti sustava bazirana na podacima promatranja. Strategiju obilježava visoka pouzdanost sustava.
- e. **TPM** – cjelovito i učinkovito održavanje cijelog sustava. Strategiju obilježava maksimalna održivost, maksimalna efikasnost te visoki troškovi.
- f. **RCM** – održavanje usmjereno na pouzdanost. Strategiju obilježava učinkovito rješavanje problema te umjereni troškovi

- g. **Strategija održavanja na temelju samoodržavanja** – Strategiju obilježava uvođenje sustava samoodržavanja što rezultira visokim početnim troškovima

10. Koja bi bila najoptimalnija strategija održavanja sidrenog uređaja?

- a. **Korektivna strategija održavanja** – strategiju definira pojava kvara uzrokovana neodržavanjem. Strategiju obilježavaju niski početni troškovi te moguće visoki troškovi popravka.
- b. **Preventivna strategija održavanja broda** – strategiju definira planiranje održavanja sustava. Strategiju obilježavaju viši konstantni troškovi te veća pouzdanost sustava.
- c. **Održavanje na bazi terotehnologije, tj. automatizacije sustava** – strategiju obilježavaju troškovi automatizacije sustava te smanjenje troškova u pogledu ljudstva
- d. **Strategija održavanja temeljena na stanju komponenti sustava** – strategiju obilježava promatranje parametara sustava te zamjena komponenti sustava bazirana na podacima promatranja. Strategiju obilježava visoka pouzdanost sustava.
- e. **TPM** – cjelovito i učinkovito održavanje cijelog sustava. Strategiju obilježava maksimalna održivost, maksimalna efikasnost te visoki troškovi.
- f. **RCM** – održavanje usmjereno na pouzdanost. Strategiju obilježava učinkovito rješavanje problema te umjereni troškovi
- g. **Strategija održavanja na temelju samoodržavanja** – Strategiju obilježava uvođenje sustava samoodržavanja što rezultira visokim početnim troškovima

11. Koja bi bila najoptimalnija strategija održavanja uređaja na palubi broda (npr. bitve, brodski siz, privezna oprema)?

- a. **Korektivna strategija održavanja** – strategiju definira pojava kvara uzrokovana neodržavanjem. Strategiju obilježavaju niski početni troškovi te moguće visoki troškovi popravka.
- b. **Preventivna strategija održavanja broda** – strategiju definira planiranje održavanja sustava. Strategiju obilježavaju viši konstantni troškovi te veća pouzdanost sustava.

- c. **Održavanje na bazi terotehnologije, tj. automatizacije sustava** – strategiju obilježavaju troškovi automatizacije sustava te smanjenje troškova u pogledu ljudstva
- d. **Strategija održavanja temeljena na stanju komponenti sustava** – strategiju obilježava promatranje parametara sustava te zamjena komponenti sustava bazirana na podacima promatranja. Strategiju obilježava visoka pouzdanost sustava.
- e. **TPM** – cjelovito i učinkovito održavanje cijelog sustava. Strategiju obilježava maksimalna održivost, maksimalna efikasnost te visoki troškovi.
- f. **RCM** – održavanje usmjereno na pouzdanost. Strategiju obilježava učinkovito rješavanje problema te umjereni troškovi
- g. **Strategija održavanja na temelju samoodržavanja** – Strategiju obilježava uvođenje sustava samoodržavanja što rezultira visokim početnim troškovima

PITANJA ZA ČASNIKE STROJA i ELEKTROTEHNIKE

12. Koja bi bila najoptimalnija strategija održavanja glavnog brodskog stroja te kormilarskog uređaja?

- a. **Korektivna strategija održavanja** – strategiju definira pojava kvara uzrokovana neodržavanjem. Strategiju obilježavaju niski početni troškovi te moguće visoki troškovi popravka.
- b. **Preventivna strategija održavanja broda** – strategiju definira planiranje održavanja sustava. Strategiju obilježavaju viši konstantni troškovi te veća pouzdanost sustava.
- c. **Održavanje na bazi terotehnologije, tj. automatizacije sustava** – strategiju obilježavaju troškovi automatizacije sustava te smanjenje troškova u pogledu ljudstva
- d. **Strategija održavanja temeljena na stanju komponenti sustava** – strategiju obilježava promatranje parametara sustava te zamjena komponenti sustava bazirana na podacima promatranja. Strategiju obilježava visoka pouzdanost sustava.
- e. **TPM** – cjelovito i učinkovito održavanje cijelog sustava. Strategiju obilježava maksimalna održivost, maksimalna efikasnost te visoki troškovi.

- f. **RCM** – održavanje usmjereno na pouzdanost. Strategiju obilježava učinkovito rješavanje problema te umjereni troškovi
- g. **Strategija održavanja na temelju samoodržavanja** – Strategiju obilježava uvođenje sustava samoodržavanja što rezultira visokim početnim troškovima

13. Koja bi bila najoptimalnija strategija održavanja ostalih uređaja u strojarnici (misli se na uređaje koji se ne koriste na dnevnoj bazi ili njihov kvar ne uzrokuje zastoј broda)?

- a. **Korektivna strategija održavanja** – strategiju definira pojava kvara uzrokovana neodržavanjem. Strategiju obilježavaju niski početni troškovi te moguće visoki troškovi popravka.
- b. **Preventivna strategija održavanja broda** – strategiju definira planiranje održavanja sustava. Strategiju obilježavaju viši konstantni troškovi te veća pouzdanost sustava.
- c. **Održavanje na bazi terotehnologije, tj. automatizacije sustava** – strategiju obilježavaju troškovi automatizacije sustava te smanjenje troškova u pogledu ljudstva
- d. **Strategija održavanja temeljena na stanju komponenti sustava** – strategiju obilježava promatranje parametara sustava te zamjena komponenti sustava bazirana na podacima promatranja. Strategiju obilježava visoka pouzdanost sustava.
- e. **TPM** – cjelovito i učinkovito održavanje cijeloga sustava. Strategiju obilježava maksimalna održivost, maksimalna efikasnost te visoki troškovi.
- f. **RCM** – održavanje usmjereno na pouzdanost. Strategiju obilježava učinkovito rješavanje problema te umjereni troškovi
- g. **Strategija održavanja na temelju samoodržavanja** – Strategiju obilježava uvođenje sustava samoodržavanja što rezultira visokim početnim troškovima

14. Koja bi bila najoptimalnija strategija održavanja elektroničkih uređaja na brodu?

- a. **Korektivna strategija održavanja** – strategiju definira pojava kvara uzrokovana neodržavanjem. Strategiju obilježavaju niski početni troškovi te moguće visoki troškovi popravka.

- b. **Preventivna strategija održavanja broda** – strategiju definira planiranje održavanja sustava. Strategiju obilježavaju viši konstantni troškovi te veća pouzdanost sustava.
- c. **Održavanje na bazi terotehnologije, tj. automatizacije sustava** – strategiju obilježavaju troškovi automatizacije sustava te smanjenje troškova u pogledu ljudstva
- d. **Strategija održavanja temeljena na stanju komponenti sustava** – strategiju obilježava promatranje parametara sustava te zamjena komponenti sustava bazirana na podacima promatranja. Strategiju obilježava visoka pouzdanost sustava.
- e. **TPM** – cjelovito i učinkovito održavanje cijelog sustava. Strategiju obilježava maksimalna održivost, maksimalna efikasnost te visoki troškovi.
- f. **RCM** – održavanje usmjereno na pouzdanost. Strategiju obilježava učinkovito rješavanje problema te umjereni troškovi
- g. **Strategija održavanja na temelju samoodržavanja** – Strategiju obilježava uvođenje sustava samoodržavanja što rezultira visokim početnim troškovima