Životni ciklus broda s pogleda terotehnologije

Perić, Luka

Undergraduate thesis / Završni rad

2018

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

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:164:251828

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

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

Repository / Repozitorij:

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

SVEUČILIŠTE U SPLITU

POMORSKI FAKULTET U SPLITU

LUKA PERIĆ

ŽIVOTNI CIKLUS BRODA S POGLEDA TEROTEHNOLOGIJE

ZAVRŠNI RAD

SPLIT, 2018.

SVEUČILIŠTE U SPLITU

POMORSKI FAKULTET U SPLITU

STUDIJ: POMORSKI MENADŽMENT

ŽIVOTNI CIKLUS BRODA S POGLEDA TEROTEHNOLOGIJE

ZAVRŠNI RAD

Mentorica:
dr. sc. Tina Perić

Student:
Luka Perić
MB: 0055460580

SPLIT, 2018.

SAŽETAK

Predmet je završnog rada životni ciklus broda s pogleda terotehnologije. Cilj je završnog rada analizirati životni ciklus broda, odnosno tri faze u životnom ciklusu broda kao poslovnog sustava s pogleda terotehnologije. Terotehnologija je multidisciplinarni pristup koji uključuje korištenje svih potrebnih tehnika kojima se osigurava da korisnik broda smanji ukupne troškove tijekom cijelog životnog vijeka broda te da poveća prihode koji nastaju eksploatacijom broda. Životni ciklus broda prema terotehnološkom pristupu može se analizirati kroz tri temeljne faze, a to su nabava, komisija te odlaganje. Nabava obuhvaća razvoj, dizajniranje i proizvodnju sustava, komisija se odnosi na rad sustava, odnosno na eksploataciju broda, a odlaganje na dekomisiju sustava, odnosno otpis broda. U sve tri faze životnog ciklusa broda javljaju se planirani i neplanirani troškovi koji bi se trebali uzeti u obzir od samog početka investicije brodara, odnosno od trenutka kada se pojavi potreba za nabavom novog ili rabljenog broda te kontrolirati tijekom cijelog životnog vijeka broda.

Ključne riječi: terotehnologija, životni ciklus broda, nabava, komisija, odlaganje

ABSTRACT

The subject of this paper is the life cycle of the ship from a view of terotechnology. The aim of this paper is to analyze the life cycle of the ship, that is, the three phases in the life cycle of the ship as a business system from a view of terotechnology. Terotechnology is a multidisciplinary approach which involves the use of all the necessary techniques to ensure that a ship user reduces total cost over the lifetime of a ship and increases the revenue generated by ship exploitation. The life cycle of the ship according to the teretehnological approach can be analyzed through three basic phases: procurement (system development, design and production), commission (system operation) and disposal (system decommission). The procurement involves the development, design and production of the system, the commission refers to the system operation, ie to the exploitation of the ship, and the disposal to the system decommission, ie the ship's write-off. Planned and unplanned costs occur in all three phases of the life cycle of the ship, which should be taken into account

from the very beginning of the ship's investment, ie from the moment when the need for the purchase of a new or used ship occur and should be controlled throughout the lifetime of the ship.

Key words: terotechnology, life cycle of the ship, procurement, commission, disposal

SADRŽAJ

1. UVOD 1

2. TEROTEHNOLOGIJA 2

2.1. DEFINICIJE TEROTEHNOLOŠKIH POJMOVA 2

2.2. CILJ TEROTEHNOLOGIJE 6

2.3. RAZVOJ TEROTEHNOLOGIJE 6

3. ŽIVOTNI CIKLUS BRODA PREMA TEROTEHNOLOŠKOM PRISTUPU 9

3.1. NABAVA 11

3.1.1. Konceptualni i detaljni dizajn 11

3.1.2. Proizvodnja 12

3.1.3. Nabava novog broda 12

3.1.4. Nabava rabljenog broda 13

3.2. KOMISIJA 14

3.2.1. Proces održavanja 14

3.2.2. Postupci i tehnologije održavanja 15

3.2.2.1. Održavanje prema izvoru financijskih sredstava 16

3.2.2.2. Održavanje prema tehnološkoj namjeni 17

3.2.2.3. Održavanje prema vremenu u odnosu na nastanak kvara 18

3.2.3. Metode održavanja 20

3.2.4. Troškovi održavanja brodskih sustava 22

3.3. ODLAGANJE 24

4. ZAKLJUČAK 26

LITERATURA 28

POPIS TABLICA 30

POPIS SLIKA 31

POPIS GRAFIKONA 32

POPIS KRATICA 33

1. UVOD

Predmet završnog rada jest životni ciklus broda s pogleda terotehnologije. Prema terotehnološkom pristupu životni ciklus broda može se podijeliti na tri faze, a to su nabava, komisija i dekomisija. Pri tome se nabava odnosi na razvoj, dizajniranje i proizvodnju sustava, komisija na rad brodskih sustava, a dekomisija na odlaganje. Terotehnološki pristup razvio se početkom sedamdesetih godina prošlog stoljeća, a znači da se prema tom pristupu koriste sve potrebe tehnike da se smanje svi direktni i indirektni troškovi broda od trenutka njegove nabave do njegova otpisa te da se povećaju prihodi brodara. Cilj je terotehnologije na brodu primijeniti pristup kojim se osiguravaju optimalni troškovi životnog ciklusa broda i obuhvatiti upravljanje brodom kao poslovnim sustavom od njegove proizvodnje i nabave do odlaganja i preraspoređivanja. Naime, bilo kakav zastoj u radu broda može uzrokovati značajne troškove i samim time gubitke za brodara, ali i za druge u proizvodnom lancu.

Cilj završnog rada jest analizirati životni ciklus broda s pogleda terotehnologije. Kako bi se u radu postiglo ostvarivanje postavljenog cilja koriste se odgovarajuće metode istraživanja, a to su metoda analize, metoda sinteze, induktivna metoda, deduktivna metoda, metoda deskripcije i metoda generalizacije.

Završni rad sadrži pet poglavlja. Prvo je poglavlje rada uvod u kojem se analizira predmet i cilj završnog rada, kao i njegova struktura. Drugo poglavlje završnog rada vezano je za terotehnologiju. U tom se poglavlju rada definira terotehnologija i drugi terotehnološki pojmovi te se analizira cilj i razvoj terotehnologije do današnjih dana. Treće poglavlje završnog rada odnosi se na životni ciklus broda prema terotehnološkom pristupu. U tom se poglavlju rada analiziraju tri životne faze u životnom ciklusu broda prema terotehnološkom pristupu, odnosno nabava, komisija i dekomisija. Četvrto poglavlje diplomskog rada jest zaključak u kojem se sažeto iznosi sve što je istaknuto u radu te se donose određene spoznaje o životnom ciklusu broda s pogleda terotehnologije. Radu je pridodan i popis literature koja se koristila prilikom pisanja rada. Relevantna literatura obuhvaća knjige, znanstvene članke i internetske izvore. Na kraju diplomskog rada nalazi se popis tablica, slika i grafikona uvrštenih u rad te popis kratica korištenih u radu.

2. TEROTEHNOLOGIJA

Prije nego bude riječi o životnom ciklusu broda kao tehničkog poslovnog sustava s područja terotehnologije potrebno je definirati samu terotehnologiju i druge terotehnološke pojmove te analizirati cilj i razvoj terotehnologije.

2.1. DEFINICIJE TEROTEHNOLOŠKIH POJMOVA

Terotehnologija (engl. *Terotechnology*) vuče korijen iz grčke riječi *teros*, što znači „čuvati“ ili „brinuti“ [3]. Riječ je o znanstvenoj disciplini koja je skup raznih djelatnosti kao što su upravljanje nabavom, projektiranje, održavanje, vođenje financija i slično, a koje se primjenjuju na tehničke sustave kako bi se smanjili troškovi tijekom cijelog životnog vijeka tehničkog poslovnog sustava [7].

Prema definiciji koju je donio Odbor za terotehnologiju britanskog Ministarstva industrije iz 1979. godine, a koja je izložena u Britanskim Standardima, terotehnologija je multidisciplinarni pristup koji uključuje inženjering te upravljanje troškovima održavanja tijekom cijeloga životnog ciklusa tehničkog sustava. Dakle, temelj je terotehnologije održavanje u svim fazama životnog ciklusa tehničkog sustava kako bi se optimizirali troškovi održavanja i povećala raspoloživost sustava [9]. Tu definiciju, koja se zadržala i danas, prate dvije napomene kako bi se bolje ilustrirao namjeravani opseg terotehnologije [2]:

- Terotehnologija se bavi specifikacijom i dizajniranjem za pouzdanost i održivost fizičkih poslovnih sustava. Osim toga, terotehnologija se primjenjuje i na cjelokupni proces instalacije, komisije, upotrebe, održavanja, modificiranja i zamjene sustava.
- Terotehnologija se podjednako odnosi i na sredstva i na rezultate proizvodnje jer proizvod jednog poduzeća često postaje sredstvo drugog poduzeća.

Australsko Udruženje menadžmenta poslovnih sustava (Facility Management Association) određuje terotehnologiju kao „potragu za optimalnim tehničkim i ekonomskim troškovima posjedovanja poslovnog sustava tijekom cijelog njegovog životnog vijeka” [15].

Rejec terotehnologiju ili organizaciju osnovnih sredstava određuje kao skup djelatnosti od projektiranja, odnosno nabave osnovnih sredstava do njihova izdvajanja iz procesa proizvodnje. Ističe da je cilj terotehnologije optimalizacija održavanja, odnosno postizanje takvog režima održavanja kod kojeg je zbroj zbir troškova održavanja i troškova zastoja zbog kvarova i radova na održavanju minimalan [8].

Prema Belaku, terotehnologija je „skup metoda i postupaka za transformaciju inputa u outpute“ ili znanstvena disciplina koja istražuje metode i zakonitosti menadžmenta tehničkih poslovnih sredstava tijekom njihovog životnog vijeka trajanja [1].

Prema tome, terotehnologija je disciplina koja omogućuje menadžerima da razmišljaju kao ekonomisti, ali djeluju kao inženjeri, odnosno osigurava im bogatu informacijsku podlogu prilikom donošenja odluke o izboru sredstava za rad i opreme s ciljem ostvarivanja najnižih mogućih troškova djelovanja poslovnih sustava [5].

Često se smatra da je terotehnologija menadžment održavanja. Održavanje je „kompleks aktivnosti administrativnog, organizacijskog, tehničkog i tehnološkog karaktera čiji je cilj očuvanje i poboljšanje radnih karakteristika ili pak osiguranje stanja održavanog sredstva u kojem sredstvo ima sposobnost obavljanja namjenske funkcije“. Međutim, terotehnologija se ne može ograničiti samo na održavanje jer ravnopravno primjenjuje i inženjersko, ekonomsko i menadžersko djelovanje, odnosno riječ je o multidisciplinarnom sustavu kojim se osiguravaju optimalni troškovi životnog ciklusa tehničkih poslovnih sustava i koji obuhvaća upravljanje tim sustavom od njegova stvaranja pa sve do njegova odlaganja, odnosno preraspoređivanja [1]. U skladu s time terotehnologija obuhvaća [9]:

- projektiranje tehničkog sustava
- izradu tehničkog sustava
- montažu i pripremu tehničkog sustava za uporabu
- projektiranje za održavanje
- održavanje tehničkog sustava,

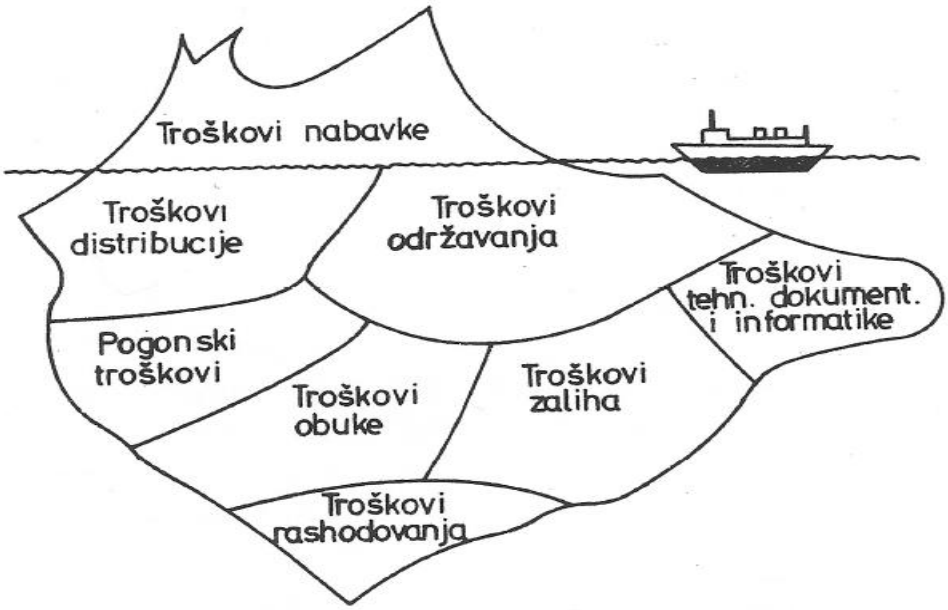
- razvoj sustava održavanja, planiranje i upravljanje
- modernizaciju i rekonstrukciju tehničkog sustava
- izdvajanje tehničkog sustava iz eksploatacijskog procesa.

S obzirom na ono što je do sada istaknuto vidljivo je da postoji više definicija terotehnologije. Jednostavno rečeno, terotehnologjia promovira korištenje svih potrebnih tehnika kojima se može osigurati da korisnik poslovnog sustava dobije najveću moguću vrijednost za sredstva koja je uložio. Unatoč određenim razlikama među ponuđenim definicijama terotehnologije, ono što je zajedničko svim navedenim definicijama jest to što obuhvaćaju troškove poslovnih sustava u svim fazama životnog ciklusa tog sustava. Međutim, pojam terotehnologije obuhvaća i prihode koji nastaju korištenjem poslovnih sustava, zbog čega je većina postojećih definicija terotehnologije nepotpuna [12].

Troškove čitavog životnog vijeka poslovnog sustava čine [15]:

- inicijalni (početni), odnosno kapitalni troškovi
- troškovi održavanja tijekom cijelog vijeka korištenja (troškovi iskorištavanja sustava)
- troškovi odlaganja.

Ukupni troškovi u životnom vijeku poslovnog tehničkog sustava prikazani su na slici 1.



Slika 1. Ukupni troškovi u životnom vijeku poslovnog tehničkog sustava [10]

Prema slici 1. vidljivo je da se među ukupnim troškovima u životnom vijeku poslovnog tehničkog sustava (i to broda kao takvog sustava) nalaze troškovi nabave, troškovi distribucije, troškovi održavanja, pogonski troškovi, troškovi obuke, troškovi rashodovanja, troškovi zaliha te troškovi tehničke dokumentacije i informatike. Pri tome je vidljivo da troškovi nabave čine tek vrh sante leda, odnosno da su oni tek dio brojnih troškova koje treba uzeti u obzir. Svi ti troškovi jednako su važni, odnosno na sve je potrebno obratiti pažnju i uračunati ih, jer troškovi održavanja i odlaganja mogu biti mnogo veće vrijednosti od kapitalnih troškova sustava [15].

Treba napomenuti i da pojam terotehnologija sa svojim čudnim korijenom riječi nije najprikladniji za jasnu interpretaciju njegovog značenja. Stoga je u *Vodiču za terotehnologiju* Britanskih Standarda ponuđen alternativni naziv, a to je „ekonomsko upravljanje materijalnim sredstvima“. Pridjev „materijalna“ dodan je kako bi se stvorila razlika od šireg aspekta pojma „sredstva“ koji koriste računovođe te financijski orijentirani teoretičari i praktičari. Iako je alternativni naziv duži, njegova je prednost što jasno upućuje na cilj tog pristupa, zbog čega se alternativni naziv i koristi u nekim knjigama i radovima određenih autora koji ga preporučuju za opću uporabu [12].

Među drugim terotehnološkim pojmovima treba definirati i tehnički sustav. Riječ je o „skupu elemenata ili podsustava koji u sinergijskoj aktivnosti ostvaruju neku projektiranu funkciju“. Podsustav je, pak, funkcionalna cjelina koja je sastavni dio određenog sustava [1].

Nadalje, pouzdanost je vjerojatnost da će tehnički sustav u određenim uvjetima obaviti neki tehničku funkciju za koju je namijenjen bez otkaza i unutar specificiranih granica performansi. Otkaz ili kvar je, pak, prestanak sposobnosti tehničkog sustava da izvršava aktivnosti za koje je namijenjen [18]. Pojam otkaza povezan je s funkcijom kriterija jer se definiranjem funkcije kriterija može promijeniti i kvalifikacija otkaza. Na taj način otkaz u sebi može sadržavati pojmove zastoja, greške ili neispravnosti. Zastoj je „stanje sustava u kojem ono ne može izvršavati projektiranu i očekivanu funkciju“, dok se greška može odrediti kao „odstupanje karakteristika kvalitete koje dovodi do toga da sustav ne izvršava specificirane i predvidive zahtjeve uporabe“. Neispravnost je, pak, odstupanje kvalitete outputa sustava u usporedbi s postavljenim zahtjevima funkcije kriterija [1].

Treba odrediti i što je obuhvaćeno životnim vijekom sustava. To je vrijeme od početka ulaganja materijalnih sredstava s ciljem realizacije sustava do konačnog izdvajanja sustava iz procesa eksploatacije, odnosno dekomisije [1]. Eksploatacijski vijek sustava jest vrijeme od puštanja sustava u rad (komisija) do njegovog isključivanja iz eksploatacije (dekomisija). Riječ je o razdoblju u kojem se moraju vratiti sva sredstva utrošena u tehnički poslovni sustav [18].

2.2. CILJ TEROTEHNOLOGIJE

S obzirom na istaknute definicije terotehnologije moguće je utvrditi i cilj te znanstvene discipline. Cilj svake dobro organizirane i upravljane funkcije održavanja poslovnih sustava jest zadržavanje niske razine troškova (troškova radnika, materijala, rezervnih dijelova, troškova koji nastaju kao proizvodni gubitci itd.) [18]. U skladu s time cilj je terotehnologije primijeniti „multidisciplinarni pristup kojim se osiguravaju optimalni troškovi životnog ciklusa poslovnih sustava i obuhvaća upravljanje sustavom od njegovog stvaranja do odlaganja ili preraspoređivanja" [5].

2.3. RAZVOJ TEROTEHNOLOGIJE

Nakon Drugog svjetskog rata javila se potreba za velikim proizvodnim naporima u većem broju industrijskih grana kako bi se nadomjestili ratni gubitci. Osim toga, razvila se i potreba za ubrzanom proizvodnjom kako bi se nadoknadili gubitci nastali zbog usmjeravanja proizvodnje u ratne svrhe. Istovremeno je napredovala tehnologija, pa su dizajnirane tehnički naprednije tvornice u odnosu na one prije Drugog svjetskog rata. Sve to uvjetovalo je održavanje velikih i vrijednih poslovnih sustava, s povećanim troškovima održavanja i smanjenom iskoristivošću sustava.

Stoga su menadžeri u Velikoj Britaniji, koji su bili zaduženi za upravljanje funkcijama održavanja u poduzećima, prvi ukazali na potrebu izbora poslovnih sustava, i to ne samo na temelju kriterija visine početnih nabavnih troškova, nego procjene troškova tijekom cijelog životnog vijeka poslovnog sustava. Naime, ti su menadžeri nastojali ukazati na činjenicu i da su troškovi održavanja poslovnog sustava tijekom cijelog životnog vijeka korištenja i odlaganja jednako važni kao i kapitalni troškovi, odnosno da ti troškovi mogu biti i veći od

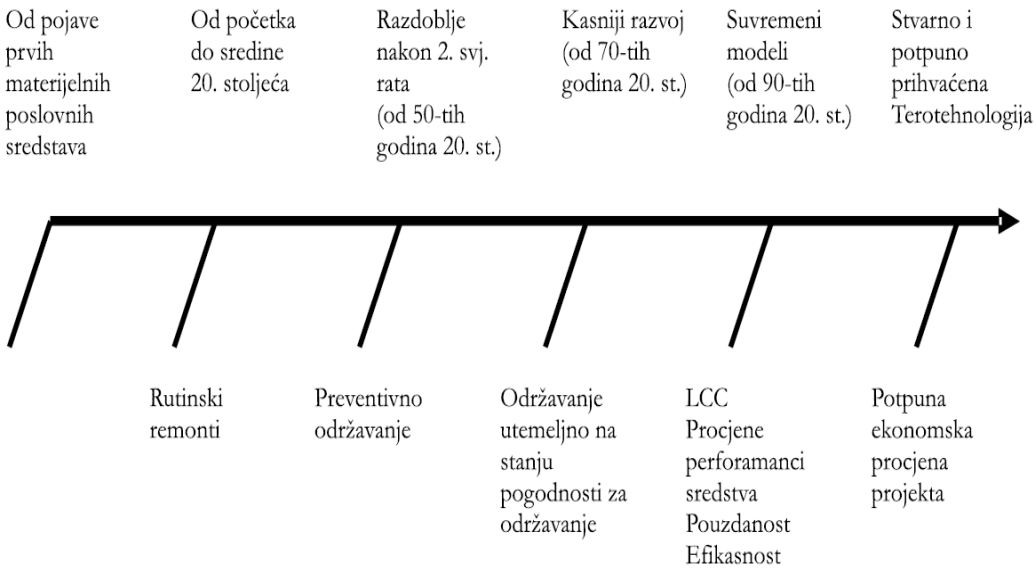
kapitalnih troškova. Te su primjedbe britanskih menadžera postale posebno glasne tijekom šezdesetih godina prošlog stoljeća, da bi se početkom sedamdesetih godina počela razvijati nova industrijska tehnologija i novi koncept ekonomskog upravljanja poslovnim sustavima koji je dobio naziv terotehnologija. Taj je termin prvi put upotrijebilo britansko Ministarstvo industrije 1970. godine, kada je i osnovan Odbor za terotehnologiju (koji je i prvi definirao terotehnologiju). Tri godine kasnije objavljeno je prvo izvješće tog odbora, zbog čega je i britansko Ministarstvo okoliša prepoznalo principe terotehnologije kao primjenjive na izgradnji i održavanju zgrada te je 1974. godine osnovalo Odbor za terotehnologiju zgrada. Godinu dana poslije osnovan je i Nacionalni centar za terotehnologiju, čiji je osnovni zadatak bilo promicanje terotehnološkog pristupa. Međutim, taj je centar radio samo nekoliko godina. U međuvremenu je Britanski institut za standardizaciju proširio nadležnost svojeg postojećeg Odbora za održavanje na terotehnološki pristup.

Među metodama koje su usvojile mnogo principa terotehnološkog pristupa jesu sljedeće metode [18]:

- menadžment resursa
- LCC (engl. *Life Cycle Costs*) – upravljanje troškovima cijelog životnog vijeka sredstva
- cjeloživotni troškovi
- potpuna predanost za života
- upravljanje troškovima „od rođenja do groba“
- „od kolijevke pa do groba“ menadžment
- troškovi posjedovanja
- troškovi korištenja
- cjeloživotna skrb
- dizajn za upravljanje cjeloživotnim troškovima.

Među istaknutim metodama vjerojatno najpoznatija je LCC. Iako se često LCC koristi u istom značenju kao i terotehnologija, to nisu isti pojmovi, jer je terotehnologija zapravo znanost o LCC-u [18]. LCC se može odrediti kao „okvir za ocjenu i usporedbu različitih opcija dizajna poslovnih sustava, temeljem svih troškova kojima će sustav biti izložen tijekom cijelog životnog vijeka“ [12].

Ipak, kako bi se ispravno upravljalo poslovnim sustavima potrebno je da korisnička organizacija u svakom trenutku bude svjesna opsega svih troškova, uključujući i buduće troškove, kao i povrata sredstava od prodaje proizvoda ili dispozicije poslovnog sustava na kraju njegova životnog vijeka [12]. Na slici 2. prikazan je razvoj filozofije i metoda održavanja do uvođenja terotehnološkog pristupa.

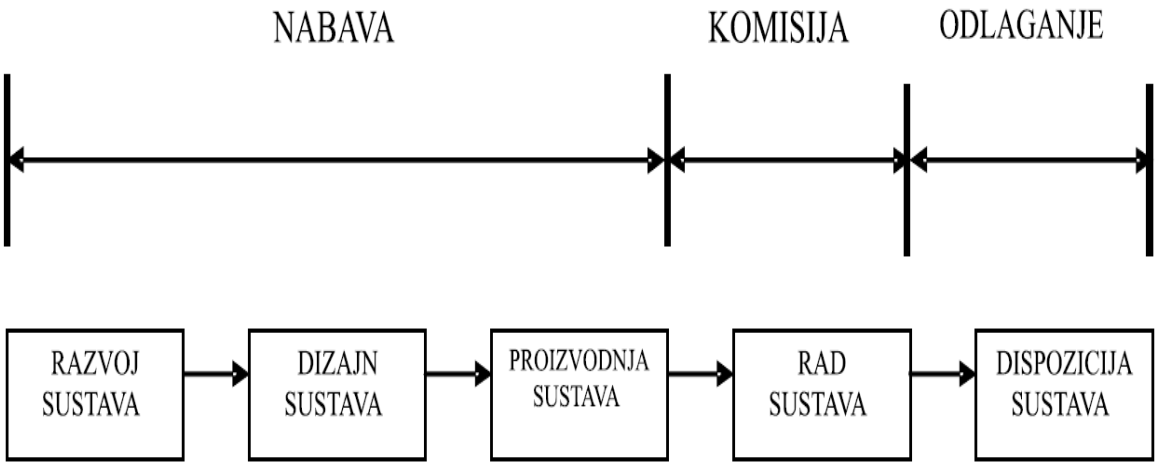


Slika 2. Preobrazba održavanja u terotehnologiju [12]

Prema slici 2. vidljivo je da su se u prvoj polovici 20. stoljeća javili rutinski remonti, nakon Drugog svjetskog rata potreba za preventivnim održavanjem, dok se kasnih sedamdesetih godina prošlog stoljeća razvilo održavanje utemeljeno na stanju pogodnosti za održavanje. Početkom devedesetih godina prošlog stoljeća javljaju se suvremeni modeli održavanja kao što su LCC, procjene performansi sredstava, pouzdanost i efikasnost. U novije vrijeme stvarno i potpuno prihvaćena terotehnologija shvaćena je kao potpuna ekonomska procjena projekta.

3. ŽIVOTNI CIKLUS BRODA PREMA TEROTEHNOLOŠKOM PRISTUPU

Životni ciklus, odnosno vijek poslovnog sustava prema terotehnološkom pristupu može se analizirati kroz tri temeljne faze koje su prikazane na slici 3.

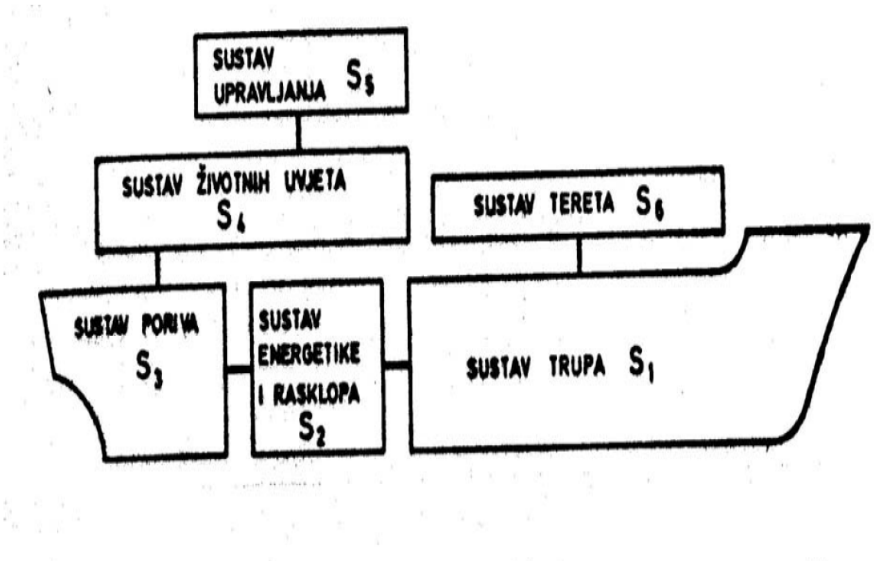


Slika 3. Životni ciklus tehničkog poslovnog sustava prema terotehnološkom pristupu [12]

Prema slici 3. vidljivo je da životni ciklus svakog tehničkog poslovnog sustava, pa tako i broda, prema terotehnološkom pristupu obuhvaća sljedeće faze [12]:

- nabavu (razvoj, dizajniranje i proizvodnju sustava)
- komisiju (rad sustava)
- odlaganje (dekomisiju sustava)

Osim toga, treba napomenuti da se brod može podijeliti na više osnovnih sustava koji čine složenu tehničku cjelinu. Brodski sustavi sastavljeni su od komponenti i određeni funkcijama koje izvode [16]. Podjela teretnog broda na osnovne brodske sustave prikazana je na slici 4.



Slika 4. Osnovni sustavi teretnog broda [6]

Prema slici 4. vidljivo je da se teretni brodovi mogu podijeliti na sljedeće osnovne sustave s gledišta iskorištavanja broda kao njegove osnovne namjene [6, 16]:

- sustav trupa – sastavni dijelovi tog sustava jesu uređaji za sidrenje i privez te podsustavi balasta i kaljuže
- sustav energetike i distribucije napajanja – taj brodski sustav čine uređaji za proizvodnju i distribuciju električne energije, sustav komprimiranog zraka, hidraulike te vode i pare
- sustav poriva – sastoji se od jednog ili više porivnih strojeva, sustava prijenosa snage, jednog ili više porivnika te uređaja za dobavu i pripremu goriva i maziva
- sustav životnih uvjeta (sustav nastambi posade i putnika) – taj sustav čine svi oni uređaji koji pružaju zahtijevane životne uvjete posadi i putnicima na brodu (uređaji za čuvanje i pripremu hrane, sanitarni uređaji, protupožarni uređaji, klimatizacija, ventilacija itd.)
- sustav upravljanja brodom – sastoji se od uređaja za kormilarenje, upravljanja porivom, uređaja za navigaciju te komunikaciju
- sustav rukovanja teretom – sastavni dijelovi tog sustava jesu brodski teretni prostori, uređaji za rukovanje teretom te uređaji za čuvanje tereta.

Svrha podjele broda na istaknute sustave očituje se u učinkovitijem upravljanju brodom [16]. Brod je serijski konfigurirani sustav i otkazivanje bilo kojeg njegovog osnovnog sustava onemogućuje daljnju eksploataciju broda na regularan i siguran način [15].

3.1. NABAVA

Nabava je prva faza u razvoju životnog ciklusa broda, a odnosi se na nabavu, odnosno preuzimanje broda od brodogradilišta. Brodovi se nabavljaju kako bi se osuvremenili i povećali prijevozni kapaciteti u brodarstvu. U nabavi brodova važni su formiranje cijena, zamjena broda te utjecaj promjena troškova, inflacije, poreza, kamatnih stopa i troškova kapitala. Stoga se pri nabavi brodova treba pridržavati određenih ekonomskih principa. To su sljedeći principi [11]:

- Princip prihvatljivosti cijene i isplativosti investicije – princip prema kojem bi budući prihodi iz poslovanja nabave broda trebali biti dovoljni za pokriće ulaganja.
- Princip pravodobnosti donošenja i ostvarenja odluke o nabavi – tim se principom rješava problem oscilacija cijena novih i rabljenih brodova
- Princip sigurnosti zaposlenja – traži se da brodar s korisnicima pomorsko-prijevozne usluge osigura što dugoročnije zaposlenje. Ono se može osigurati i „povezivanjem brodarstva i brodogradnje u funkciji osiguranja zaposlenosti brodogradnje i nižih cijena brodova, što brodarstvu donosi manje troškove kapitala“.

3.1.1. Konceptualni i detaljni dizajn

Nakon što se javila potreba za nabavom novog broda vrši se konceptualni dizajn, odnosno izbor pogonskog sustava uz potrebnu snagu za određenu brzinu broda, tip goriva, način održavanja i traženu posadu. Osim toga, konceptualni dizajn uključuje planove, crteže, predračun, pismo namjere i ugovor o gradnji. Nakon toga određuje se detaljni dizajn, a koji mora biti usuglašen s normama u konstrukciji broda koja određuju klasifikacijska društva. Posebno se to odnosi na pitanja zalihosti. Brod koji je izgrađen u skladu s normama dobiva klasifikacijski certifikat [14].

3.1.2. Proizvodnja

Na temelju ugovora o izgradnji, a prema normama postavljenima u tom ugovoru izgrađuje se brod u brodogradilištu. Nakon njegova porinuća brod se oprema potrebnim uređajima, palubnim strojevima, sustavima tereta, sigurnosnom opremom itd. Tijekom gradnje broda važno je pratiti vrijeme proizvodnje i opremanja te kontrolirati kvalitetu procesa proizvodnje (posebno trupa broda) i postupke ugradnje strojeva. Uz opremu moraju biti uključeni i pripadajući priručnici za održavanje uređaja i strojeva [14].

3.1.3. Nabava novog broda

U fazi nabave novog broda važno je razdoblje uhodavanja. Tijekom preuzimanja novog broda od brodogradilišta vrše se pokusi i provjere kojima se provjerava kvaliteta broda i pouzdanost brodskih sustava. Međutim, pokusi i provjere traju kratko, pa se u mogući početni kvarovi u razdoblju uhodavanja nakon što se od brodogradilišta preuzme novi brod. Takvi kvarovi mogu biti posljedica slabije kvalitete ili slabe montaže određenih komponenata. To su tzv. supstandardne komponente koje imaju svoj vlastiti indeks kvarova, koji je, u usporedbi s kvarovima ostale populacije, vrlo visok. Te komponente zakazuju nasumce i njihov je broj u populaciji svih brodskih komponenata nepoznat, ali u pravilu čine tek manji dio svih brodskih komponenata. Ipak, kako pouzdanost brodskog sustava ovisi o velikoj vjerojatnosti kvara nekoliko supstandardnih komponenata, ona je ipak vrlo mala. Stoga se može zaključiti da je kroz cijelo razdoblje uhodavanja, dok se ne eliminiraju, odnosno zamijene sve supstandardne komponente sustav nepouzdan [6].

Iako bi najbolje bilo da supstandardnih komponenata na brodu nema, to nije realno očekivati. Stoga je poželjno da vrijeme u kojem je sustav nepouzdan, odnosno vrijeme dok se ne eliminiraju supstandardne komponente bude što je moguće kraće. Ipak, određeni broj početnih kvarova događa se nakon razdoblja uhodavanja, odnosno preuzimanja broda jer vrijeme između kvarova nije realno procijenjeno. Naime, razdoblje uhodavanja trebalo bi trajati duže i do nekoliko puta kako dio početnih kvarova ne bi otpadao na brodsko osoblje nakon preuzimanja broda [6].

Dakle, s gledišta terotehnologije sve troškove treba uzeti u obzir prilikom projektiranja broda. Naime, treba odrediti mogućnost demontaže i brzog popravka te razraditi metodu održavanja. Osim toga, prije upotrebe broda treba uputiti u rad sustav i sve njegove komponente, izvesti pokus opterećenja te pregledati sustav i komponente nakon pokusa [16].

3.1.4. Nabava rabljenog broda

Osim preuzimanja novog broda iz brodogradilišta, treba istaknuti i preuzimanje rabljenog broda koje sa sobom donosi specifične probleme gledano s terotehnološkog pristupa. U slučaju kada se preuzima rabljeni brod, razdoblje uhodavanja obično je davno prošlo, ali se mogu poduzeti pokusi i provjere kojima će se utvrditi trenutno stanje i performanse broda i njegovih osnovnih sustava. To je važno ne samo za dogovaranje kupoprodajne cijene broda, nego i za oblikovanje terotehnološkog procesa tijekom budućeg iskorištavanja broda. Ipak, tih pokusa i provjera prilično je skučen. Naime, nakon što se dogovori kupoprodaja, prodavatelj mora otkloniti sve eventualne kvarove i greške koji se uoče dok je brod još u doku, ali se brod ne može više odbiti, čak i ako je riječ o najtežim oštećenjima. Zbog toga je važno dobro analizirati arhivsku građu vezanu za klasifikacijske preglede prethodnog razdoblja iskorištavanja broda jer se na temelju te građe može stvoriti određena predodžba o valjanosti rabljenog broda koji se namjerava preuzeti. Isto tako, treba napomenuti da je lako moguće da će prodavatelj broda kupcu uskratiti plan njegova održavanja s obzirom na to da brod predaje konkurenciji, a njegova je namjera smanjiti, a ne povećati konkurentsku sposobnost svojeg suparnika na tržištu, a to bi se upravo uskraćivanjem plana održavanja moglo postići. Tako je često određeno kupoprodajnim ugovorima. Zapravo vrlo često ne postoji obveza prodavatelja da brod isporuči kupcu sa svom njegovom dokumentacijom [6].

U skladu s nedostatkom dokumentacije te informacija o izvršenim zahvatima i vremenu koje je proteklo od njihova izvršenja vrlo je vjerojatno da se terotehnološki utemeljeni plan zahvata na preuzetom rabljenom brodu neće moći započeti. Stoga je nakon preuzimanja rabljenog broda s terotehnološkog pristupa potrebno organizirati ubrzano rasklapanje svakog uređaja kako bi se utvrdilo njegovo stanje te izvršili eventualni zahvati. Osim toga, za svaki je uređaj potrebno isplanirati kada će se provesti idući zahvat na temelju zatečenog stanja, opsega izvršenih obnova komponenata te stečenog iskustva na sličnim ili jednakim brodskim uređajima [6].

3.2. KOMISIJA

Komisija je druga faza u razvoju životnog ciklusa broda kao tehničkog poslovnog sustava, a odnosi se na rad sustava, odnosno obuhvaća sve poslove i troškove koji su vezani za rad broda kao poslovnog sustava, odnosno njegovu eksploataciju i održavanje. Brodarske kompanije neprestano poduzimaju određene aktivnostima kojima povećavaju korisnost eksploatacije brodova, kao što su povećanje prihoda većim vozarinama, snižavanje troškova eksploatacije te istovremeno djelovanje ta dva čimbenika [4].

3.2.1. Proces održavanja

Cilj je održavanja postizanje maksimalne raspoloživosti sredstava za rad uz što niže troškove održavanja. Proces održavanja može se podijeliti u pet sljedećih koraka [15]:

- Napraviti detaljni i točni popis te opis svih brodskih uređaja i mehanizama kojima je potrebno održavanje – svaki se novi brod danas isporučuje s takvim popisom i opisom brodskih uređaja, ali je potrebno zabilježiti svaku promjenu vezanu za karakteristike brodskih uređaja koja nastane tijekom iskorištavanja broda (npr. zamjena uređaja novim istog tipa i proizvođača ili nekim drugim tipom uređaja i sl.). Osim toga, potrebno je procijeniti i indeks zahvata te prosječno trajanje planiranog zahvata.
- Utvrditi uvjete iskorištavanja broda – iskoristivost broda utvrđuje se na temelju ocjene godišnjeg vremena broda u plovidbi i u mirovanju, zone plovidbe te boravka u lukama i na sidrištima i sl.
- Optimalizacija posade na osnovi jednadžbe moći održavanja – provodi se da bi se reducirao vremenski sustav. Sastavlja se proračun radnih sati posade, na temelju čega se izračunava planirani indeks zahvata i njegovo prosječno trajanje. U uputama proizvođača naznačeno je prosječno vrijeme trajanja zahvata za svaki uređaj, ali se ono s godinama starosti broda povećava.
- Petogodišnji plan održavanja – obično se izrađuje prvo plan za dvije godine, od kojih je samo plan za prvu godinu važeći, a plan za drugu godinu treba korigirati na temelju prve godine iskorištavanja broda. Jednogodišnji plan sastavlja se tako da se ono što je bilo raspoređeno po uređajima raspoređuje po mjesecima u godini. Kada se

godišnji plan zahvata izbalansira, može postati operativan i tada se naziva Okvirnim planom (engl. Master Plan). Na temelju njega se razrađuje mjesečni plan zahvata koji se raspoređuje na tjedne i dnevne zahvate.

- Kontrola izvršenja – kako bi se smanjio trošak održavanja, posebno indirektnih troškova, potrebno je provoditi kontrolu izvršenja održavanja prema kalendarskim rokovima.

3.2.2. Postupci i tehnologije održavanja

S gledišta terotehnologije važno je smanjiti troškove te povećati prihode. Pristupi održavanju broda mogu se sagledati sa stanovišta troškova i stanovišta pouzdanosti. Cilj je sa stanovišta troškova postići najmanje moguće troškove održavanja broda, a da se pri tome ne uzimaju u obzir mogući kvarovi tijekom takvog načina održavanja. S druge strane, cilj je sa stanovišta pouzdanosti spriječiti bilo kakve kvarove i njegove posljedice, pri čemu se troškovi ne uzimaju u obzir [6].

U skladu s time poslovi i aktivnosti održavanja grupiraju se u nekoliko kategorija prema sljedećim kriterijima [15]:

- prema izvoru financiranja
- prema tehnološkoj namjeni
- prema vremenu u odnosu na nastalu neispravnost.

U skladu s istaknutom podjelom u tablici 1. prikazani su postupci održavanja.

Tablica 1. Postupci održavanja s obzirom na različite kriterije [15]

Postupci održavanja prema izvoru financiranja	Postupci održavanja prema tehnološkoj namjeni	Postupci održavanja prema vremenu u odnosu na nastalu neispravnost
Tekuće održavanje	Popravak iznenadnih kvarova	Korektivno održavanje
	Preventivni pregledi, čišćenje i podmazivanje Traženje i otklanjanje slabih mjesta Kontrolni pregledi	Preventivno održavanje
Investicijsko održavanje	Planski popravci (mali, srednji i veliki)	

Prema podatcima prikazanima u tablici 1. vidljivo je da se postupci održavanja prema izvoru financiranja dijele na tekuće i investicijsko održavanje, prema tehnološkoj namjeni na popravak iznenadnih kvarova, preventivne preglede, čišćenje i podmazivanje, traženje i otklanjanje slabih mjesta, kontrolne preglede i planske popravke, dok se postupci održavanja prema vremenu u odnosu na nastalu neispravnost dijele na korektivno i preventivno održavanje. O postupcima održavanja s obzirom na istaknute podjele bit će više riječi u nastavku potpoglavlja.

3.2.2.1. Održavanje prema izvoru financijskih sredstava

S obzirom na izvor financijskih sredstava održavanje se može podijeliti na tekuće i investicijsko održavanje. Tekuće održavanje odnosi se na popravljanje iznenadnih kvarova, a koji se financiraju iz ostvarivanja financijskih sredstava poduzeća tijekom tekuće godine, a to su uglavnom varijabilni materijalni troškovi. Tekuće održavanje karakterizira [1]:

- manji obujam i složenost radova
- mogućnost izvođenja u izvan eksploatacijskom vremenu
- viša učestalost izvođenja

- neizmještanje tehničkog sredstva s mjesta upotrebe
- manji ukupni iznos troškova
- financiranje iz troškova osnove djelatnosti.

Investicijsko održavanje, pak, jest održavanje koje se planira, pa se za takvo održavanje unaprijed izdvajaju i sredstva koja se osiguravaju na duži rok preko investicija. Ono uključuje veće radove i zahvate. Takvo održavanje karakterizira sljedeće [1]:

- veći obujam i složenost radova
- prekid procesa eksploatacija
- niska učestalost izvođenja
- izvođenje najčešće u posebnim prostorima van mjesta uporabe tehničkih sredstva
- izvode ih gotovo isključivo radnici službe održavanja
- relativno visoki troškovi
- financiranje iz troškova amortizacije.

3.2.2.2. Održavanje prema tehnološkoj namjeni

Održavanje prema tehnološkoj namjeni obuhvaća prevenciju i korekciju. Radovi koji se obavljaju jesu sljedeći [15]:

- Pronalaženje i otklanjanje slabih mjesta – odnosi se uglavnom na nove strojeve s lošim konstrukcijskim rješenjima ili pogrešnim izborom materijala ili strojeve koji ne odgovaraju okolini ili uvjetima proizvodnje. Pronalaženjem i otklanjanjem slabih mjesta na brodskim uređajima sprječava se neprestano ponavljanje istih kvarova.
- Kontrolni pregledi – pregledi koje obavljaju inspektori ili specijalizirane tvrtke u skladu sa zakonskim propisima, a kako bi utvrdili tehničku ispravnost brodskih uređaja. Najčešće se kontrolni pregledi vrše na transportnim sredstvima, plinskim instalacijama, vatrogasnim aparatima, električnim strojevima itd.
- Popravak iznenadnih kvarova – obavlja se nakon što se pojavi kvar tako što se isti popravlja kako bi se uređaj vratio u radno stanje.
- Preventivni pregledi, čišćenje i podmazivanje – na temelju vizualnog pregleda uređaja ili mjerenja pojedinih parametara ili dijelova stroja mogu se predvidjeti i otkloniti kvarovi prije nego što se dogode. Takvi se pregledi obavljaju prema

godišnjem planu održavanja, i to na spojkama, kočnicama, sigurnostima napravama i sl.

- Planski popravci (mali, srednji i veliki) – mali popravak odnosi se na zamjenu određenog broja istrošenih elemenata te podešavanje funkcioniranja nekih elemenata u cilju osiguravanja normalne radne sposobnosti. Srednji popravak, pak, obuhvaća „djelomičnu demontažu tehničkog sredstva sa zamjenom nekih elemenata koji imaju duži radni vijek, ispitivanjem i podešavanjem predviđenih elemenata, odnosno popravak određenih elemenata i ponovnu montažu s podešavanjem i ispitivanjem tehničkog sredstva pod opterećenjem po unaprijed sastavljenom programu“. Veliki popravak obuhvaća rastavljanje stroja, čišćenje i pranje svih sastavnih dijelova stroja, utvrđivanje stupnja oštećenja pojedinih dijelova, njihov popravak ili zamjena dotrajalih dijelova, popravljanje kućišta stroja, sastavljanje i ispitivanje sklopova, sastavljanje i ispitivanje stroja, opskrbljivanje stroja potrebnim tablicama te predaju stroja proizvodnji.

Svi se radovi osim popravaka iznenadnih kvarova obavljaju prema godišnjim i višegodišnjim planovima održavanja.

3.2.2.3. Održavanje prema vremenu u odnosu na nastanak kvara

S obzirom na vrijeme u odnosu na nastanak kvara moguće je govoriti o preventivnom održavanju kojim se nastoji spriječiti kvar te korektivnom održavanju kojim se uklanja kvar kada se dogodi. Oba pristupa održavanja ima svojih prednosti i nedostataka [6].

Preventivnim održavanjem sprječava se kvar pravovremenom zamjenom određenih komponenata. Prema vrsti preventivno održavanje može se podijeliti na preventivno plansko održavanje, i to po konstantnoj trajnosti ili po konstantnom datumu te preventivno održavanje prema stanju. Preventivno plansko održavanje po konstantnoj trajnosti ili po konstantnom datumu odnosi se na planiranje popravaka uređaja i strojeva prema vijeku trajanja pojedinih dijelova, čime se sprječavaju iznenadni kvarovi i iznenadni prekidi rada stroja. Preventivno održavanje prema stanju jest održavanje kojim se neprestano nadziru pojedini čimbenici stanja stroja kao što su buka, tlak, temperatura, vibracija i sl. te se na temelju alarmantne vrijednosti nekog čimbenika stroja intervenira. Takvo održavanje ne

isključuje preventivno plansko održavanje, nego ga nadopunjuje [14]. Prednosti preventivnog održavanja jesu sljedeće [6]:

- bolje udovoljavanje postavljenim uvjetima sigurnosti i pouzdanosti te bolja ekonomska iskoristivost broda
- smanjeni broj zastoja broda zbog kvara
- mogućnost usklađivanja poslova održavanja temeljenih na planu s ekonomskim uvjetima pod kojima brod posluje
- izvođenje održavanja na temelju plana
- manji broj kvarova na brodskim sustavima.

S druge strane, nedostatci preventivnog održavanja jesu sljedeći [16]:

- veća učestalost zahvata održavanja na sustavima
- veći utrošak pričuvnih dijelova
- veća cijena troškova održavanja.

Prema korektivnom pristupu, pak, iskoristivost komponenti ne temelji se na njihovom procijenjenom vijeku. Neke komponente nadžive prosječni vijek trajanja, pa je u usporedbi s preventivnim održavanjem broj dotrajalih komponenti u određenom vremenskom razdoblju mali, odnosno manji je broj zahvata održavanja. Ipak, zastoji su dulji, iziskuju veće troškove i više vremena. Prema tome, i korektivni pristup ima određene prednosti i nedostatke. Prednosti tog pristupa jesu sljedeće [6]:

- iskoristivost komponenti sustava je u cijelosti
- manji troškovi pričuvnih dijelova
- nema troškova održavanja dok komponenta sustava ne zakaže.

Nedostatci korektivnog održavanja jesu sljedeći [16]:

- povećani broj zastoja broda
- slabija ekonomska iskoristivost broda
- manja razina pouzdanosti i sigurnosti
- posada broda može biti izložena zahtjevima prilikom otklanjanja kvara koji nadilaze njihove radne mogućnosti
- vrijeme zastoja broda uobičajeno je duže.

Potrebno je kombinirati oba pristupa u eksploataciji broda jer se u suprotnom povećavaju izdatci. Pri tome treba imati na umu da preventivno održavanje daje bolje rezultate kod brodskih sustava koji uzrokuju zastoj broda, što može ugroziti sigurnost, ali i stvoriti znatne troškove, i to ne samo za brod, nego i za cjelokupni transportni lanac. Korektivno održavanje pogodno je za brodske sustave, odnosno komponente sustava koje nemaju značajniji utjecaj na sigurnost broda i njegovo ekonomsko iskorištavanje. U pravilu je riječ o sustavima i komponentama kod kojih nisu predviđeni pričuvni dijelovi, odnosno kod kojih nastupaju slučajni kvarovi [16].

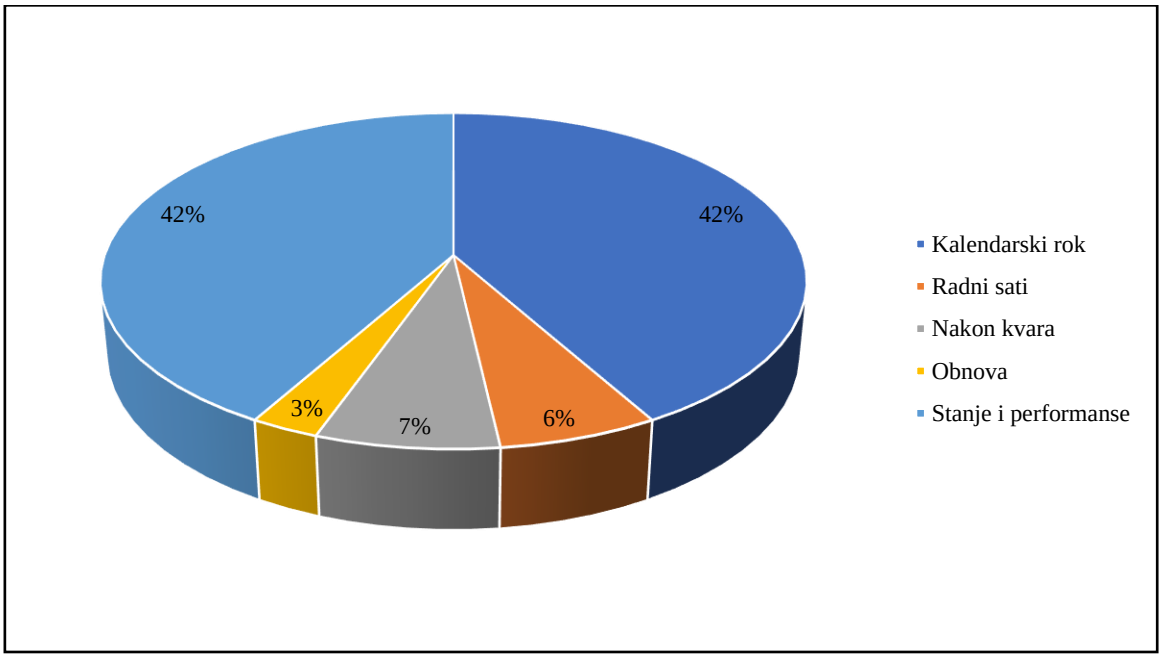
3.2.3. Metode održavanja

Različite su metode održavanja. Obično se u održavanju broda koristi nekoliko različitih metoda, ali nisu sve te metode zastupljene u jednakoj mjeri. Koliko se koristi pojedina metoda održavanja ovisi o vrsti broda. Najčešće se za održavanje broda koriste sljedeće metode [6, 16]:

- Metoda održavanja na temelju kalendarskog roka – metoda se temelji na preventivnom pristupu održavanja na temelju proteklog vremena, bez obzira na radne sate brodskog uređaja. Obično se ta metoda primjenjuje na sustavima čija se pouzdanost smanjuje tijekom radnog vremena, kao što su palubni uređaji, električni i hidraulično, protupožarni uređaji, uređaji za spašavanje itd.
- Metoda održavanja na temelju sati rada uređaja – i ta se metoda održavanja temelji na preventivnom pristupu, a obavlja se planski na temelju radnih sati brodskih uređaja. Proizvođač u pravilu propisuje nakon koliko radnih sati je na određenom uređaju potrebno napraviti servis. Ta se metoda u pravilu primjenjuje na električne generatore, veće ili važnije elektromotore, kompresore, važnije pumpe i općenito na sve važnije pomoćne strojeve i uređaje.
- Metoda održavanja nakon kvara – ta se metoda temelji na korektivnom pristupu održavanja, odnosno nakon što se dogodi kvar. Obično se primjenjuje na manjim uređajima koji nisu od presudne važnosti za uporabljivost broda. Održavanje se obavlja tako da se određeni dio sustava zamijeni rezervnim dijelom, a pokvarene dijelove popravlja posada ili radnici na kopnu. Zbog toga na brodu uvijek trebaju biti dostupni rezervni dijelovi.

- Metoda održavanja obnovom – riječ je o metodi koja se temelji na korektivnom pristupu, ali s razlikom u odnosu na prošlu metodu u tome što se pokvareni uređaj uopće ne popravlja, već se zamjenjuje novim. Stoga se ta metoda koristi za uređaje koji nisu od presudne važnosti za uporabljivost broda i koje se ne isplati popravljati, kao što su strojevi za pranje rublja, kabinski hladnjaci i sl.
- Metoda održavanja na osnovu provjeravanja stanja i performansi – metoda se odnosi na održavanje koje se primjenjuje kada sustavi za provjeravanje stanja i/ili performansi upute na to, i to na porivni stroj i svaki uređaj na koji se isplati ugraditi sustav za provjeru stanja i/ili performansi.

Udio pojedinih metoda u održavanju brodskih sustava prikazan je na grafikonu 1.



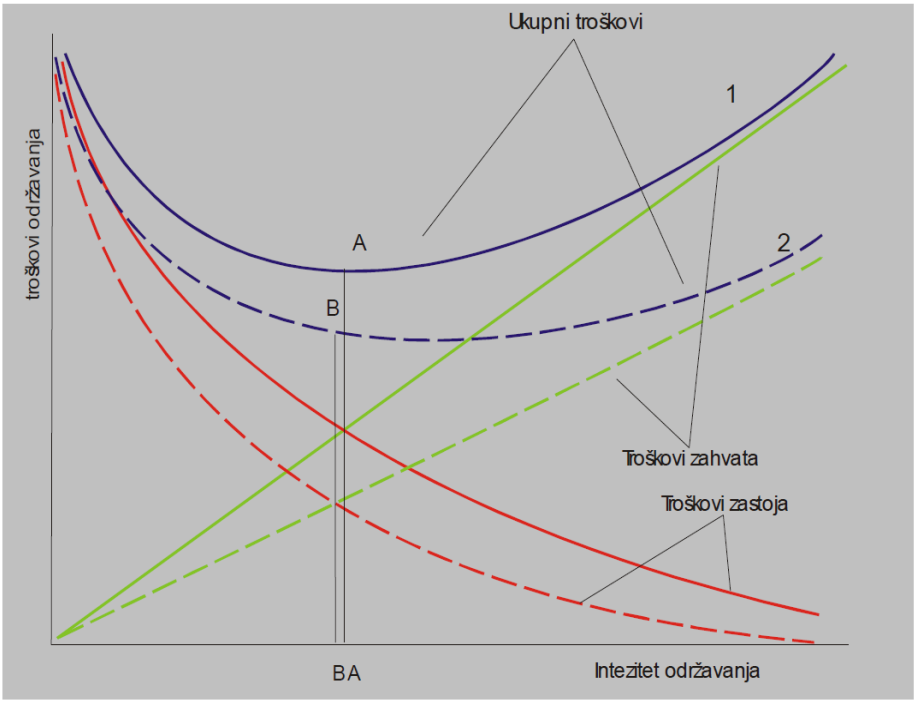
Grafikon 1. Udio pojedinih metoda u održavanju brodskih sustava [6]

Prema podatcima prikazanima na grafikonu 1. vidljivo je da je među metodama koje se koriste u održavanju brodskih sustava najčešće korištena metoda održavanja na osnovu provjeravanja stanja i performansi (46 %), a slijedi metoda održavanja na temelju kalendarskog roka (36 %). U manjem postotku koriste se preostale tri metode, odnosno metoda održavanja nakon kvara (8 %), metoda održavanja na temelju sati rada uređaja (7 %) te metoda održavanja obnovom (3 %).

3.2.4. Troškovi održavanja brodskih sustava

Troškovi održavanja, odnosno iskorištavanja brodskog sustava mogu se podijeliti na direktne i indirektne. U direktne troškove održavanja ubrajaju se troškovi popravaka, troškovi materijala za popravke (npr. za čišćenje, brušenje i sl.) i rezervne dijelove te troškovi ljudskog rada na održavanju (plaće posadi i drugi izdatci koji se obračunavaju vezano za održavanje broda). Indirektni troškovi, pak, jesu troškovi koji nastaju zbog zaustavljanja ili smanjivanja obujma proizvodnog procesa ili uslijed nastalih kvarova ili redovitih remonta (troškovi zastoja) [9]. Ti se troškovi mogu promatrati kao izmakla dobit ili kao trošak u stajanju. Indirektni se troškovi odnose zapravo na fiksne troškove ovisne samo o karakteristikama broda te se njihov izračun dobije tako da se varijabilni troškovi odbiju od fiksnih troškova [5].

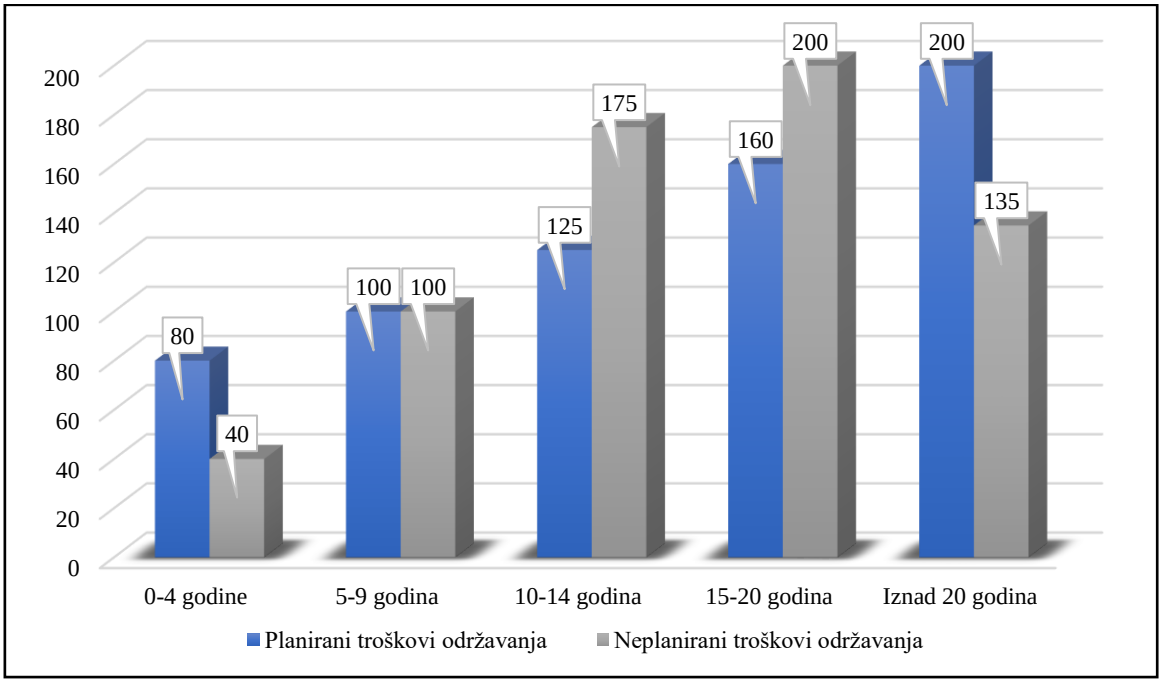
Logično je da zbroj direktnih i indirektnih troškova održavanja daje ukupne troškove potrebne za održavanje broda. Koliki će pojedini troškovi biti ovisi o pristupu koji se koristi za održavanje broda i metodama koje se primjenjuju. Na slici 5. prikazana je optimizacija troškova održavanja, tj. odnos troškova zahvata i zastoja u ovisnosti o intenzitetu održavanja.



Slika 5. Optimizacija troškova održavanja [6]

Prema slici 5. vidljivo je da troškovi zahvata rastu proporcionalno s intenzitetom održavanja. Kada se brod ne održava, zastoji broda i troškovi koji su njegova posljedica imaju ishodište u beskonačnosti. Međutim, porastom intenziteta održavanja padaju približno po hiperboličnoj krivulji. Brodari bi trebali postići optimalno održavanje pri kojem su troškovi najmanji, odnosno kod kojeg je minimum na krivuljama ukupnih troškova. Na prethodnoj slici punim je linijama prikazano kretanje troškova održavanja s prosječnim uspjehom održavanja brodova. Krivulja 1 odnosi se na ukupne troškove za prosječno održavani brod, a krivulja 2 (isprekidane krivulje) na brodove kod kojih je optimiziran pristup održavanju. Vidljivo je da je minimum krivulje 1 iznad sjecišta krivulja direktnih i indirektnih troškova. Optimizirani sustav ima minimum iznad sjecišta optimiziranih krivulja direktnih i indirektnih troškova [16].

Koliki su prosječni troškovi održavanja broda s obzirom na njegovu starost vidljivo je na grafikonu 2. Prikazano je nekoliko skupina brodova s obzirom na njihovu starost te planirani i neplanirani troškovi održavanja tih brodova u odnosu na kvarove. Za brodove čija je starost od pet do devet godina uzet je indeks 100.



Grafikon 2. Indeksni pokazatelji troškova održavanja brodova s obzirom na njihovu starost [13]

Prema podatcima prikazanima na grafikonu 2. vidljivo je da su kod brodova čija je starost do četiri godine neplanirani troškovi duplo manji nego što su planirani troškovi s obzirom na to da su ti brodovi u svojoj početnoj fazi iskorištavanja. Kod brodova čija je starost 10 do 14 godina, 15 do 20 godina te brodova čija je starost iznad 20 godina rastu troškovi održavanja, što je i logično s obzirom na starosnu dob broda. Posebno se taj porast odnosi na neplanirane troškove održavanja. Ipak, među brodovima koji su stariji od 20 godina dolazi do smanjenja neplaniranih troškova s obzirom na to da je do tada izvršena izmjena značajnog broja komponenti brodskog sustava [13].

Da bi brodar smanjio troškove održavanja u fazi upotrebe broda treba razraditi periodični plan održavanja, predvidjeti potrebne rezervne dijelove te osigurati knjige s opisom metode traženja kvara. Također treba neprestano educirati posadu s ciljem poboljšavanja učinkovitosti te organizirati logističku potporu na kopnu [16].

3.3. ODLAGANJE

Odlaganje ili dekomisija faza (faza otpisa) je faza u razvoju životnog ciklusa broda kao tehničkog poslovnog sustava koja obuhvaća poslove prestanka radne aktivnosti, ekološke raspreme i odlaganja [18]. Naime, svi brodovi imaju prirodni, fizički tijek trajanja. U procesu iskorištavanja broda dolazi do njegova trošenja, uništavanja te opadanja vrijednosti i njegove proizvodnosti, zbog čega rastu troškovi njegova održavanja. Danas je uvrijeđeno mišljenje da je brod star nakon 15 godina eksploatacije [13]. Nakon određenog vremena stare brodove se više ne isplati održavati jer su troškovi veliki, pa se ti brodovi otpisuju, odnosno prodaju rezalištima starog željeza. Obično se brodovi prodaju u staro željezo kada je cijena koju će vlasnik broda dobiti za brod u rezalištu veća od cijene rabljenih brodova. Osim toga, brodovi se šalju u rezalište u trenutcima kada na tržištu vlada recesija te je potražnja za korištenjem brodskog prijevoza mala, a vozarinski stavovi niski. Međutim, brodovi se mogu i izvanredno slati u rezalište ako su troškovi njegova održavanja nadmašili prihode koje ostvaruje vlasnik broda [17].

Metoda koja se koristi za podešavanje i dizajniranje koncepta održavanja jest MA-CAD (engl. Maintenance Concept Adjustment and Design). U MA-CAD-u procjena mogućnosti dizajna broda koristi podatke o ponašanju stroja sakupljene u fazi eksploatacije broda. Ti se

podatci koriste kako bi se procijenila alternativa dizajna i izbor najboljeg stroja, koristeći LCC, uz razmatranje potrebnog održavanja [14].

Koncept održavanja nekog broda temelji se na podatcima sličnih strojeva ranijih generacija, ako su to podatci pristupačni. Zadatci efikasnog održavanja biraju se na osnovi analize rizika. Koncept inicijalnog održavanja uključuje zadatke održavanja s definiranim frekvencijama, razine izvršenja te traženu potporu (rezervni dijelovi, dokumentacija, alat, oprema za testiranje). Na temelju podataka o eksploataciji broda vrši se prilagođavanje koncepta održavanja, odnosno kako bi se poboljšao trenutni koncept održavanja (sadržaj zadatka i interval izvršenja) [14].

4. ZAKLJUČAK

Terotehnologija se može odrediti kao multidisciplinarni pristup koji uključuje korištenje svih potrebnih tehnika kojima se osigurava da korisnik broda smanji ukupne troškove (kapitalne troškove, troškove održavanja tijekom korištenja sustava te troškove odlaganja) tijekom cijelog životnog vijeka broda te da poveća prihode koji nastaju eksploatacijom broda. Životni vijek sustava odnosi se na vrijeme od početka ulaganja materijalnih sredstava s ciljem realizacije poslovnog sustava do dekomisije. Terotehnologija se razvila početkom sedamdesetih godina prošlog stoljeća u Velikoj Britaniji nakon što su menadžeri ukazali na činjenicu da su troškovi održavanja poslovnog sustava tijekom cijelog životnog vijeka korištenja i odlaganja jednako važni kao i kapitalni troškovi.

Životni ciklus broda kao poslovnog sustava prema terotehnološkom pristupu može se analizirati kroz tri temeljne faze, a to su nabava (razvoj, dizajniranje i proizvodnju sustava), komisija (rad sustava) te odlaganje (dekomisija sustava). Razlikuje se nabava novog od nabave rabljenog broda. Nakon što se javila potreba za nabavom novog broda vrši se konceptualni dizajn, odnosno bira se pogonski sustav uz potrebnu snagu za određenu brzinu broda, tip goriva, način održavanja i traženu posadu. Konceptualni dizajn uključuje i planove, crteže, predračun, pismo namjere i ugovor o gradnji. Zatim se određuje detaljni dizajn koji mora biti usuglašen s normama u konstrukciji broda koja određuju klasifikacijska društva. Na temelju ugovora o izgradnji izgrađuje se brod, koji se nakon porinuća oprema potrebnim uređajima, palubnim strojevima, sustavima tereta, sigurnosnom opremom itd. Slijedi razdoblje uhodavanja tijekom kojeg se vrše pokusi i provjere kako bi se utvrdila kvaliteta broda i pouzdanost brodskih sustava. S druge strane, u slučaju preuzimanja rabljenog broda nema razdoblja uhodavanja jer je ono već davno prošlo s obzirom na to da nije riječ o novom brodu, ali se provjerama utvrđuju trenutno stanje i performanse broda i njegovih osnovnih sustava. Osim toga, analizira se arhivska građa vezana za klasifikacijske preglede prethodnog razdoblja iskorištavanja broda jer se na temelju te građe može stvoriti određena predodžba o valjanosti rabljenog broda koji se namjerava preuzeti. Nakon preuzimanja rabljenog broda organizira se ubrzano rasklapanje svakog uređaja kako bi se utvrdilo njegovo stanje, izvršili eventualni zahvatite isplanirali idući zahvati na temelju

zatečenog stanja, opsega izvršenih obnova komponenata te stečenog iskustva na sličnim ili jednakim brodskim uređajima.

Komisija je faza u životnom ciklusu broda koja obuhvaća sve poslove i troškove koji su vezani za rad broda kao poslovnog sustava, odnosno njegovu eksploataciju i održavanje. Prvo je potrebno napraviti detaljni i točni popis te opis svih brodskih uređaja i mehanizama kojima je potrebno održavanje, a zatim utvrditi uvjete iskorištavanja broda. Slijedi optimalizacija posade na osnovi jednadžbe moći održavanja, izrada petogodišnjeg plana održavanja te na kraju kao posljednja faza kontrola izvršenja. Poslovi i aktivnosti održavanja mogu se podijeliti s obzirom na izvore financiranja (na tekuće i investicijsko održavanje), prema tehnološkoj namjeni (na popravak iznenadnih kvarova, preventivne preglede, čišćenje i podmazivanje, traženje i otklanjanje slabih mjesta, kontrolne preglede i planske popravke) te prema vremenu u odnosu na nastalu neispravnost (na korektivno i preventivno održavanje). Metoda koje se najčešće koriste za održavanje broda jesu metoda održavanja na temelju kalendarskog roka, metoda održavanja na temelju sati rada uređaja, metoda održavanja nakon kvara, metoda održavanja obnovom te metoda održavanja na osnovu provjeravanja stanja i performansi. Troškovi održavanja dijele se na direktne (troškovi popravaka, troškovi materijala za popravke i rezervne dijelove te troškovi ljudskog rada na održavanju) te indirektne (troškovi koji nastaju zbog zaustavljanja ili smanjivanja obujma proizvodnog procesa ili uslijed nastalih kvarova ili redovitih remonta). S rastom starosne dobi broda rastu planirani i neplanirani troškovi održavanja. Kako bi se ti troškovi smanjili potrebno je razraditi periodični plan održavanja, predvidjeti potrebne rezervne dijelove te osigurati knjige s opisom metode traženja kvara. Isto tako, brodar treba kontinuirano educirati posadu s ciljem poboljšavanja učinkovitosti te organizirati logističku potporu na kopnu.

Treća faza u životnom ciklusu broda jest odlaganje ili dekomisija faza. Ta faza obuhvaća poslove prestanka radne aktivnosti, ekološke raspreme i odlaganja. Tijekom eksploatacije broda dolazi do njegova trošenja i opadanja proizvodnosti i vrijednosti, pa se brodove ne isplati održavati, već ih otpisati. Kada se brod otpisuje također se javljaju određeni troškovi.

Važno je da brodar bude svjestan svih troškova, odnosno i troškova koji nastaju tijekom eksploatacije broda i troškova otpisa već prilikom ulaganja u određeni brod te da nastoji smanjiti sve troškove kako njegova investicija ne bi završila neuspjehom.

LITERATURA

[1] Belak, S.: *Terotehnologija*, Visoka škola za turistički menadžment u Šibeniku, Šibenik, 2005.

[2] Bratić, K.: *Analiza primjene suvremenih strategija održavanja u pomorstvu: diplomski rad*. Pomorski fakultet Sveučilišta u Splitu, Split, 2016.

[3] Čala, I.: *Prilog istraživanju elemenata organizacijske strukture održavanja strojarske opreme: doktorska disertacija*. Fakultet strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 1998.

[4] Ivošević, Š.: *Održavanje i bezbjednost broda*, Fakultet za pomorstvo u Kotoru, Kotor, 2016.

[5] Jelić Mrčelić, G.: *Održavanje broda: digitalni udžbenik*, Pomorski fakultet Sveučilišta u Splitu, Split, 2010.

[6] Lovrić, J.: *Osnove brodske terotehnologije*, Visoka poslovna škola, Dubrovnik, 1989.

[7] Peretin, S.: *Održavanje opreme u eksplozivnim prostorima: diplomski rad*. Fakultet strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2012.

[8] Rejec, E.: *Terotehnologija: suvremena organizacija održavanja sredstava*, Informator, Zagreb, 1974.

[9] Šegulja, I., Bukša, I. i Tomas, V.: *Održavanje brodskih sustava*, Pomorski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka, 2009.

[10] Todorović, J.: *Održavanje motornih vozila – osnovi teorije održavanja*, Mašinski fakultet, Beograd, 1984.

[11] Vidučić, V.: *Sustavi pomorskog tržišta*, Pomorski fakultet Sveučilišta u Splitu, Split, 2011.

[12] Belak, S. i Čičin-Šain, D.: Razvoj koncepta terotehnologije, *Pomorstvo*: *Journal of maritime studies*, 19, 2005, str. 79-87.

[13] Ferletta, E.: Stari brodovi – troškovi održavanja, *Pomorski zbornik*, 45, 1, 2008, str. 123-135.

[14] Šegulja, I., Bukša, A.: Održavanje brodskog pogona, *Pomorstvo*: *Journal of maritime studies*, 20, 2, 2006, str. 105-118.

[15] Jelić Mrčelić, G.: *Terotehnologija: nastavni materijali*, Pomorski fakultet Sveučilišta u Splitu, Split, 2010.

[16] Održavanja brodskih sustava, URL: www.pfri.uniri.hr/~sakan/pdf/odrzavanje/1.Odrzavanje_broda.pdf (18. 4. 2018.)

[17] Plazibat, V.: Ekonomika pomorstva, URL: http://www.pfst.unist.hr/uploads/EKONOMIKA%20POMORSTVA.pdf (26. 4. 2018.)

[18] Terotehnologija, URL: www.unizd.hr/.../TEROTEHNOLOGIJA%20PREDAVANJA%20PREZENTACIJA.pdf (18. 4. 2018.)

POPIS TABLICA

Tablica 1. Postupci održavanja s obzirom na različite kriterije [15] 16

POPIS SLIKA

Slika 1. Ukupni troškovi u životnom vijeku poslovnog tehničkog sustava [10] 4
Slika 2. Preobrazba održavanja u terotehnologiju [12] 8
Slika 3. Životni ciklus tehničkog poslovnog sustava prema terotehnološkom pristupu [12] 9
Slika 4. Osnovni sustavi teretnog broda [6] 10
Slika 5. Optimizacija troškova održavanja [6] 22

POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. Udio pojedinih metoda u održavanju brodskih sustava [6]..... 21
Grafikon 2. Indeksni pokazatelji troškova održavanja brodova s obzirom na njihovu starost [13] 23

POPIS KRATICA

LCC (engl. *Life Cycle Costs*)	Upravljanje troškovima cijelog životnog vijeka sredstva
MA-CAD (engl. *Maintenance Concept Adjustment and Design*)	Usklađivanje i dizajn koncepta održavanja