Proračun gibanja broda za opskrbu platformi na plovidbi zadanom rutom

Bolanča, Mate

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:164:453349

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

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

zir.nsk.hr

UNIVERSITY OF SPLIT

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE U SPLITU
POMORSKI FAKULTET U SPLITU

MATE BOLANČA

PRORAČUN GIBANJA BRODA ZA OPSKRBU PLATFORMI NA PLOVIDBI ZADANOM RUTOM

ZAVRŠNI RAD

SPLIT, 2018.

SVEUČILIŠTE U SPLITU

POMORSKI FAKULTET U SPLITU

STUDIJ: POMORSKA NAUTIKA

PRORAČUN GIBANJA BRODA ZA OPSKRBU PLATFORMI NA PLOVIDBI ZADANOM RUTOM

ZAVRŠNI RAD

MENTOR:

dr. sc. Izvor Grubišić

STUDENT:

Mate Bolanča

(MB:0275036229)

SPLIT, 2018.

SAŽETAK

Tema završnog rada je proračun gibanja broda za opskrbu platformi na plovidbi zadanom rutom. Off-shore strukture su velike platforme koje prvenstveno pružaju potrebne sadržaje i opremu za istraživanje i proizvodnju nafte i prirodnog plina u morskom okolišu. Brod za opskrbu platformi (često skraćeno kao PSV) brod je posebno dizajniran za opskrbu platformama nafte i plina na moru.. Primarna je funkcija za većinu ovih brodova logistička podrška i prijevoz robe, alata, opreme i osoblja na i s off-shore naftnim platformama i ostalim off-shore strukturama. Procjena značajki plovnog objekta s obzirom na odziv na morskim valovima od izuzetnog je značaja zbog visokih kriterija njihanja obzirom na sve više zahtjeve o udobnosti plovidbe, odnosno učinkovitosti djelovanja.

Ključne riječi: *off-shore industrija, brodovi za opskrbu platformi, gibanje broda*

ABSTRACT

The theme of the final work is the boat's movement calculation for the supply of a navigable platform on a given route. Off-shore structures are major platforms that primarily provide the required facilities and equipment for exploration and production of oil and natural gas in the marine environment. The ship for the supply of platforms (often abbreviated as PSV) is specially designed for the supply of oil and gas platforms at sea. Primary function for most of these ships is the logistic support and transportation of goods, tools, equipment and personnel on off-shore oil platforms and other off-shore structures. The assessment of the characteristics of a sailboat with regard to the response to sea waves is of utmost importance due to high swaying criteria given the increasing demands on the comfort of navigation or efficiency of action.

Ključne riječi: *off-shore industry, ships for platform supply, ship motion*

SADRŽAJ

1. UVOD 1

2. PREGLED OFF-SHORE INDUSTRIJE I BRODOVA 2

2.1. OFF-SHORE PLATFORME 4

2.1.1. Vrste off-shore platformi 4

2.2. OFF-SHORE BRODOVI 6

2.2.1. Vrste off-shore brodova 7

3. PSV BRODOVI 8

3.1. POVIJEST 8

3.2. TERET 9

4. PRIMJER BRODA- M/V HAVILA FORESIGHT 10

5. PRIMJER RUTE PLOVIDBE BRODA 14

6. OPIS VREMENSKIH UVJETA NA ZABILJEŽENI DATUM 19

6.1. OPIS STANJA MORA 22

7. GIBANJE BRODA NA VALOVIMA 24

8. PRORAČUN LJULJANJA BRODA-PRIMJER 28

9. ZAKLJUČAK 31

LITERATURA 32

POPIS SLIKA 33

POPIS TABLICA 34

1. UVOD

Tema završnog rada je proračun gibanja broda za opskrbu platformi na plovidbi zadanom rutom. Dinamika njihanja broda opisuje se jednadžbama njihanja koje uravnotežuju vanjske sile i momente koji djeluju na brod s unutrašnjim silama i momentima uslijed inercije. Pri tome se uzburkano more smatra slučajnim procesom čije se značajke mogu odrediti spektralnom analizom.

Rad se sastoji od deset cjelina. Nakon uvoda, u drugoj cjelini prikazana je off-shore industrija, off-shore brodovi i platforme. Off-shore industrija pretežno se sastoji od dvije industrije - off-shore industrije nafte i plina i off-shore industrija energije vjetra. Off-shore strukture su velike platforme koje prvenstveno pružaju potrebne sadržaje i opremu za istraživanje i proizvodnju nafte i prirodnog plina u morskom okolišu. Off-shore brodovi su brodovi koji su posebno dizajnirani za podršku off-shore industriji nafte i plina. Oni čine primarni način prijevoza robe i radne snage na naftne postaje duboko u oceanu. Jedna od vrsta off-shore brodova su brodovi za opskrbu platformi, koji su posebno opisani u trećoj cjelini. Brod za opskrbu platformi (često skraćeno kao PSV) je brod posebno dizajniran za opskrbu platformi nafte i plina na moru. Primarna je funkcija za većinu ovih brodova logistička podrška i prijevoz robe, alata, opreme i osoblja na i s off-shore naftnih platformi i ostalih off-shore struktura. U četvrtoj cjelini opisan je primjer broda za opskrbu platformi M/V Havila Foresight. U petoj cjelini dan je primjer rute plovidbe broda. U daljnim cjelinama, slikovno je prikazana ruta broda, opis vremenskih uvjeta na zabilježeni datum te opis stanja mora na zabilježeni datum. U osmoj cjelini opisano je gibanje broda na valovima. U devetoj cjelini, prije zaključka, izračunat je proračun gibanja broda.

2. PREGLED OFF-SHORE INDUSTRIJE I BRODOVA

Off-shore industrija pretežno se sastoji od dvije industrije - off-shore industrije nafte i plina i off-shore industrije energije vjetra. [4]

Vjetroelektrana se koristi u velikim vjetroelektranama za opskrbu nacionalnih električnih mreža, kao i kod malih pojedinačnih turbina za pružanje električne energije ruralnim rezidencijama ili izoliranim mjestima. [5]

Energija vjetra je dovoljna, obnovljiva, široko rasprostranjena i čista, te ublažava efekt staklenika ako se koristi za zamjenu električne energije proizvedene iz fosilnih goriva. [5]

Zbog sve veće potražnje za naftom i plinom u svijetu danas, globalna industrija nafte i plina diljem svijeta raste. Rast cijena nafte i plina drži velika obećanja za industriju u nadolazećim godinama. [4]

Nakon što se donesene odluka o pokretanju proizvodnje nafte, na mjestu se postavlja proizvodni pogon. Platforma se može sastojati od jedne ili više platformi ili jedne integrirane platforme za proizvodnju. Ovisno o mjestu, i dubini vode, proizvodni objekti su plutajuće platforme ili platforme postavljene izravno na morsko dno. Općenito, naftne platforme nalaze se u plitkim vodama. Međutim, kako potražnja za naftom i plinom raste i rezerve se nalaze u sve dubljim vodama, objekti i oprema moraju biti smješteni ili izravno na dnu mora ili na plovilu. [5]

Off-shore strukture su velike platforme koje prvenstveno pružaju potrebne sadržaje i opremu za istraživanje i proizvodnju nafte i prirodnog plina u morskom okolišu. Tijekom početne faze istraživanja, za bušenje istražnih bušotina koriste se utični ili alternativni sustavi za pročišćavanje, a ako se operacija bušenja pokaže uspješnom, može se postaviti stalna proizvodna platforma na mjestu. [5]

U početku bušotina za istraživanje se buši kako bi se utvrdilo je li ulje ili plin prisutno unutar određenog područja. [5]

Općenito se off-shore strukture mogu koristiti iz raznih razloga: [5]

- istraživanje nafte i plina,
- obrada proizvodnje,
- smještaj,
- mostovi i kanjoni,
- uređaji za učitavanje i isključivanje.

U kategoriji čelične platforme postoje različite vrste struktura, ovisno o uporabi i ovisno o dubini vode u kojoj rade platforme. [5]

Cijene nafte u 1970-ima, a potom od 2005. su potaknule povećani razvoj kako bi se postigla samodostatnost. Od tada je evoluiralo projektiranje off-shore struktura koje se koriste za iskorištavanje nafte i plina, uz nacionalne i međunarodne standarde i propise koji osiguravaju da su sve platforme osmišljene da izdrže određeni val i vjetar, te da imaju visoku razinu sigurnosti. U većini slučajeva platforme su dizajnirane da traju 25-30 godina, da mogu izdržati udar s brodovima i pretrpiti razna oštećenja. Konačno, kako bi se osigurala sigurnost i integritet postojećih struktura, aktivirani su napredni nadzor, sustavi praćenja i napredna analiza. [5]

Budući da se rezerve nafte i plina otkrivaju u sve dubljim vodama, tehnologija koja je potrebna za projektiranje i izgradnju dubokih struktura nastavlja se razvijati. [5]

Off-shore strukture se koriste diljem svijeta za različite funkcije i u različitim dubinama vode i okolišima. [5]

U projektiranju i analizi off-shore platformi uzimaju se u obzir mnogi čimbenici, uključujući sljedeća kritična opterećenja: [5]

- opterećenja okoliša (valovi i vjetar),
- prijevoz i podizanje tereta.

U odnosu na dinamiku, off-shore strukture su dizajnirane s maksimalnom frekvencijom učestalosti opterećenja, uzimajući u obzir 50 i 100-godišnje valne i vremenske scenarije, tako da se postigne maksimalna razina sigurnosti. [5]

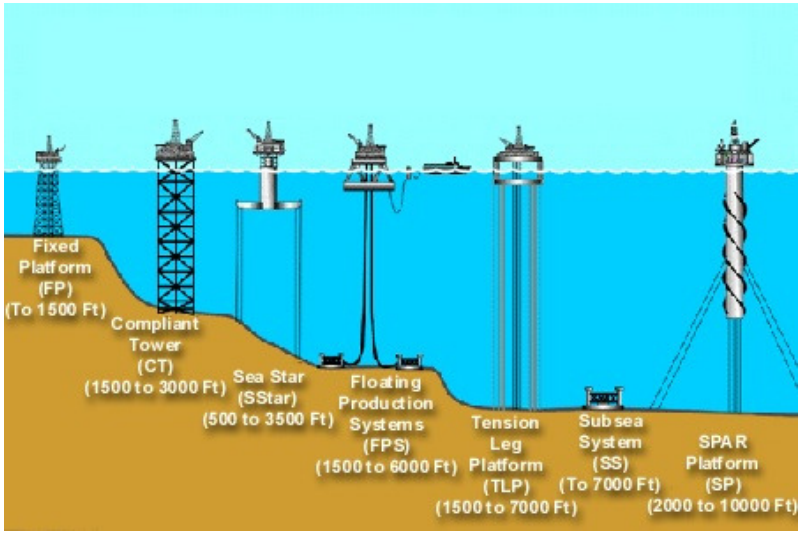
2.1. OFF-SHORE PLATFORME

Off-shore platforme ili naftne platforme su divovske strukture koje se koriste u svrhu bušenja i vađenja plina i nafte iz bušotina, smještene duboko ispod oceana. Ove platforme imaju postrojenja za preradu i skladištenje na licu mjesta, kao i smještaj za posadu. Off-shore platforme snažno su izgrađene i dizajnirane su da traju godinama u teškom okruženju. Ovisno o zahtjevima, one mogu biti plutajuće ili pričvršćene na dno oceana. Postoje različite vrste platformi koje se mogu koristiti u širokom rasponu dubina vode od 100 do 3000 metara. Među široko korištenim naftnim platformama danas su najčešće: fiksne platforme, sukladni tornjevi, polupropusna platforma, plutajući proizvodni sustavi, platforme za napinjanje nogu, Drillships i Spar platforme.

Off-shore platforme su prvi put korištene 1891. za bušenje naftnih bušotina u Grand Lake St. Mary u Ohiju. [4]

2.1.1. Vrste off-shore platformi

Vrste platformi su navedene na engleskom jeziku iz razloga što prijevod na hrvatski nije adekvatan.



Slika 1. Različite vrste platformi [4]

Fixed Platform (FP)

Fiksne platforme izrađene su na velikim čeličnim ili betonskim nogama koje su postavljene izravno na morsko dno. One imaju prostore za bušilice i proizvodne pogone, te nude smještajne kapacitete za posadu. Ova vrsta platforme je iznimno stabilna i dizajnirana je da traje dugoročno. Uobičajeno je da se mogu postaviti u dubinu vode do 520 m (1700 ft), jer dubine veće od toga postaju nepraktične zbog većih troškova.

Compliant Tower (CT)

Ovi tornjevi funkcioniraju na osnovnoj ideji fiksnih platformi. Ali koriste uske tornjeve betona i čelika. Oni su fleksibilni u dizajnu kako bi se kretali bočno s silama vjetra i valova. Ovi tornjevi mogu raditi u dubinama vode u rasponu od 457 do 914 m (1.500 do 3.000 stopa).

Floating Production Systems (FPS)

FPSO (plutajući sustav proizvodnje, skladištenja i istovara) glavni je plutajući proizvodni sustav. Može ih se koristiti kao plutajuće polupropusne platforme ili drillships prema zahtjevima. Uglavnom se koriste za preradu i skladištenje nafte i plina, a mogu raditi u dubinama vode do 1.829 m (6000 stopa).

Sub sea system

Kao što ime sugerira, to su polu-uronjene platforme koje se mogu preseliti s jednog mjesta na drugo kada god je to potrebno. Oni rade na principu dinamičkog pozicioniranja s divovskim sidrima koji je drže na mjestu. Ove vrste platformi mogu raditi u dubinama vode u rasponu od 60 do 3000 m (200 do 10.000 stopa).

Sea Star (SStar)

Ove platforme su veća verzija poluotočnog dizajna. No, umjesto sidara, povezani su s oceanom pomoću fleksibilnih čeličnih nogu. Te platforme obično rade u dubinama vode u rasponu od 152 do 1.067 metara (500 do 3500 stopa).

Tension Leg Platform (TLP)

To su plutajuće platforme, obično divovska inačica Sea Star platformi, osim što se napetost noge proteže od oceana do same platforme. Ova vrsta platformi može raditi u dubinama vode do 2.134 m (7.000 stopa).

Spar Platform (SP)

U ovom tipu dizajna platforme, platforma se nalazi na vrhu golemog šupljeg cilindričnog trupa s drugim krajem cilindra koji se spušta do dubine vode od oko 213 m (700 ft). Unatoč tome što se cilindar zaustavlja daleko iznad oceana, platforma ostaje na mjestu zbog težine cilindra. Ove vrste platformi mogu raditi u dubinama vode do 3.048 m (10.000 stopa).

Drillships

Drillships su offsore brodovi opremljeni opremom za bušenje i dinamičkim sustavom pozicioniranja. Primarno se koriste za istraživanje bušenja i mogu raditi u dubinama vode do 3.700 m (12.000 ft). [4]

2.2. OFF-SHORE BRODOVI

Off-shore brodovi su brodovi koji su posebno dizajnirani za podršku off-shore industriji nafte i plina. Oni čine primarni način prijevoza za prijevoz robe i radne snage na naftne postaje duboko u oceanu.

Neki od njih, kao što su drillships, koriste se kao off-shore platforme za istraživanje i proizvodnju nafte i plina. Off-shore brodovi mogu se u velikoj mjeri svrstati u platformske opskrbne brodove (PSV), off-shore teretne brodove i sve vrste specijaliziranih off-shore brodova.

Off-shore brodovi osmišljeni su za obavljanje velikog broja zadataka povezanih s istraživanjima i proizvodnjom nafte i plina. Oni su glavni način prijevoza da nose opremu, robu i osoblje na off-shore platforme koje rade duboko u oceanu.

Neki od njih kao drillships čak se mogu koristiti kao off-shore platforme za proizvodnju nafte i plina. [4]

2.2.1. Vrste off-shore brodova

Drillships

Drillships su off-shore brodovi opremljeni opremom za bušenje i dinamičkim sustavom pozicioniranja. Primarno se koriste za istraživanje bušenja i mogu raditi u dubinama vode do 3.700 m (3.700 m).

FPSO

FPSO (plutajuća proizvodnja, skladištenje i istovar) je plovilo koje se prvenstveno koristi za preradu i skladištenje nafte i plina. Pohranjuju prerađenu naftu i plin dok se ne prenesu u tankere ili šalju kroz cjevovode.

Off-shore teglenice

Off-shore teglenice se koriste za širok spektar brodskih zadataka. Oni mogu biti opremljeni s teškim dizalicama za dizanje, protupožarnim sustavom ili se mogu koristiti za polaganje cijevi (Derrick Barge) ili čak mogu služiti kao off-shore smještaj osoblju.

Posebni brodovi

Specijalizirana plovila koriste se za širok spektar off-shore funkcija kao što su rukovanje sidrenjem, off-shore bušenje, polaganje kabela, razbijanje leda, seizmičko istraživanje. Oni također igraju važnu ulogu u održavanju platforme i pružaju podršku za ronjenje, FPSO podršku, ROV podršku.

Brodovi za opskrbu platformi

Kao što ime sugerira, Platform Supply Vessels (PSV) se koriste za prijevoz posade i pomagala naftnoj platformi duboko u oceane, te povratak tereta i osoblja na obalu. Njihova veličina varira od malog broda od 20 metara do 100 metara velikog broda. Otvorena paluba na PSV-ima obično se koristi za nošenje drugih materijala kao što su kućište, bušilice, cijevi i razni drugi tereti. Često su opremljeni vatrogasnom opremom za rješavanje izvanrednih situacija. [4]

3. PSV BRODOVI

Brod za opskrbu platformi, (često skraćeno kao PSV) brod je posebno dizajniran za opskrbu platformama nafte i plina na moru. Veličina ovih brodova kreće se od 50 do 100 metara duljine. Primarna je funkcija za većinu ovih brodova logistička podrška i prijevoz robe, alata, opreme i osoblja na i s off-shore naftnim platformama i ostalih off-shore strukturama. [1]

PSV-ovi su specijalizirani za isporuku tereta i imaju više teretnog prostora jer ne nose sidro i viličare za vuču. Veći kapacitet palube je povoljan na početku i kraju kampanje proizvodnje ili bušenja jer je tijekom ovih faza kampanja potrebno više tereta. PSV-ovi nose slične vrste tereta ispod palube kao AHTS plovila, ali u nešto većim količinama. Tereti koji se prevoze na AHTS i PSV su gorivo, bušilica, pitka voda, tekuće blato, slana voda i suhi rasuti teret (cement, proizvodi od taloga u blatu i sl.). PSV-ovi su poznati kao radni konji u opskrbnom lancu nafte i plina. Snažan i dizajniran za maksimiziranje kapaciteta tereta, sposobni su transportirati sve što se koristi na off-shore objektima. Oni nose velike količine morskog plina i nafte, veće proizvode, pitke vode, bušilice, kemikalije, alate, zaliha hrane. PSV-ovi isporučuju proizvode za opskrbu do 200 nautičkih milja i izgrađene su za rad u ekstremnim vremenskim uvjetima.

3.1. POVIJEST

Povijest ovog zanimljivog tipa broda je neobična po tome što je industrija koju podržava također vrlo nova, pa se normalne morske tradicije teško primjenjuju na nju. [2]

Prvi zadatak koji su proveli oni koji su vozili brodove koji rade s naftnim postrojenjima bio je opskrba, prijevoz svih roba koja je trebala kretati od obale do off-shore instalacije. Gotovo sve što je prevezeno bilo je na neki način konzumirano. [2]

Izvorni zahtjev bio je da paluba bude dovoljno duga da nosi dužinu bušotine, 30 stopa. Sve se rotira s drvenog podnog stroja. Dok se svrdlo buši u zemlju, kraj vrha bušenja približava se palubi; zatim se dodaje još jedan odjeljak i nastavlja se posao. Dakle, kako se potraga za ugljikovodicima preselila u dublju vodu, i kako se bušilo dublje u zemljinu koru, potrebno je više cijevi. U ranim danima polu-podmornice, pa čak i danas na nekim jack-upovima,

sve bušilice moraju biti uklonjene iz kolosijeka prije nego što se može premjestiti s jednog mjesta na drugo. Osim bušilice, moraju se isporučiti i drugi cjevasti profili, poznati kao kućište. Kućište se koristi za osiguranje rupa i isporučuje se u manjim veličinama.

Velike kemikalije koje se prenose uključuju barijev sulfat, iz kojeg se miješa blato i cement, koji se koristi za popravak kućišta. Osim toga posada na platformi mora imati osnovne uvjete za život, pa je vjerojatno da svaki brod koji posjeti off-shore instalaciju nosi barem jedan spremnik namirnica. [2]

Tijekom faze bušenja mora se isporučiti roba koja je potrebna za posao, što uključuje kućište, blato, kemikalije, cement, gorivo, bušotinu, pitku vodu i hranu za posadu. U prošlim vremenima operacija je bila složenija zbog činjenice da su polupropusni brodovi imali poteškoća pri kretanju iz radnog u tranzit i natrag, bez ispuštanja većine najveće težine, tako da se dodijeljena plovila opterećuju s podizanjem i bušilicom i te prenose sve do obale, a onda opet natrag ponovno izvršiti potez. Jednom kad bi stroj stigao na novo mjesto i bio siguran za sidrenje, brodovi bi ga ponovno ponijeli. Do sredine 1990-ih praktički su sve polu-podmornice bile nadograđene kako bi bile u stanju nositi veće opterećenje na "paletu opterećenja palube" kako je poznato, pa je ova faza operacije postala nepotrebna, a brodovi platforme obavljaju opskrbne dužnosti. Ono što je najvažnije, morska uspinjača, duljina cijevi koja povezuje bušotinu sa strojem, mogla bi ostati na brodu. [2]

3.2. TERET

Primarna funkcija plovila za opskrbu platformi je transport zaliha na naftnu platformu i povratak ostalih tereta na obalu. Spremnici tereta za bušenje blata, praškastog cementa, dizelskog goriva, pitke i ne-pitke vode, te kemikalija koje se koriste u procesu bušenja čine većinu teretnih prostora. Gorivo, voda i kemikalije gotovo uvijek su potrebni na naftnim platformama. Određene druge kemikalije moraju se vratiti na obalu radi pravilnog recikliranja ili odlaganja, međutim, proizvod sirove nafte iz postrojenja obično nije teret opskrbe plovila. [1]

4. PRIMJER BRODA- M/V HAVILA FORESIGHT



Slika 2. M/V Havila Foresight [10]

Tablica 1. Opće informacije

TYPE: Platform supply vessel (PSV)	BUILDERS: Havyard Leirvik (Norway)
FLAG: Norwegian	DELIVERY DATE: December 2007
PORT OF REG: Fosnavaag	MMSI: 259 632 000
IMO NO: 9382944	CALL SIGN: JWQD

Izradio autor prema [10]

Tablica 2. Tehnička obilježja-mjere

LENGHT O.A.: 93.60 m	CORRESPONDING DWT: 4785 t
LENGHT B.P.P.: 83.60 m	GROSS TONNAGE: 4309 t
BREATH MOULDED: 19.70 m	NET TONNAGE: 1520 t
DEPTH MOULDED: 7.85 m	LIGHT SHIP: 3254 t
DRAUGHT, max: 6.30 m	DISPLACEMENT: 8039 t
FREEBOARD, min: 1.56 m	

Izradio autor prema [10]

Tablica 3. Kapacitet tereta

DECK AREA, max: LxB = 66 m x 15.85 m = 1046 m2	METHANOL + : 215 m3
DECK STRENGHT: Main deck from stern to fr. 109 = 10 t / m2	NITROGEN BOTTLE RACK SYSTEM + 1 NITROGENE COMP.
FUEL OIL: 1140 m3 Flow meter with printer	SPECIAL PRODUCT: 215 m3
LIQUID MUD: SG 2.8 / 860 m3 total 8 tanks	CEMENT / BARITE: 400 m3 - 8 Vertical tanks, each 50 m3
BRINE: SG 2.5 / 505 m3	ORO: 1480 m3
BASE OIL: 245 m3	SLOP: 310 m3
POT WATER: 1020 m3	EMULSION BREAKER: 100 m3
DRILLWATER / BALLAST: 1235 m3 / 1730 m3	

Izradio autor prema [10]

Tablica 4. Strojevi

MAIN ENGINES: 4 x 2188 KW Cat.: Type 3516 – L	HARBOUR & EMERGENCY ENGINE: 1 x 400 BKW Cat: Type 3408
MAIN GENERATORS: 4 x 2200 KW: Type Mirelli	HARBOUR & EMERGENCY GENERATOR: 1 x 400 KW Mirelli

Izradio autor prema [10]

Tablica 5. Izvedba

MAX. SPEED: 16.5 knots	SERVICE SPEED: 12.0 knots / 10,2 m3 pr 24 hrs
ECON. SPEED: 13.5 knots	HARBOUR MODE: 0.8 t pr 24 hrs

Izradio autor prema [10]

Tablica 6. Glavni pogon

FREQUENCY CONTROLLED: 2 x 2200 KW RR AZP 100	FWD. ULSTEIN AQUA MASTER ROT TABLE / RETRACTABLE, EL. DRIVEN
FWD. TUNNEL THRUSTERS (S SILENT): 2 x 880 KW RR TT 220 FP	

Izradio autor prema [10]

Tablica 7. DP sistem

ROLLS - ROYCE RR DP 2 AUTR	1 x DPS VERIPOS LHD2 – G2
1 x CYSKAN LASER	2 x WIND SENSOR: GILL ULTRASONIC
1 x DPS VERIPOS LHD2 – GG1	1 x RADIUS

Izradio autor prema [10]

Tablica 8. Sistem čišćenja tankova

SLOP TANK: 1 x 40.0 m3	HOT WATER TANK: 1 x 14.3 m3

Izradio autor prema [10]

Tablica 9. Smještaj

12 OFF SINGLE CABINS	2 OFF OFFICE
6 OFF DOUBLE CABINS	1 CONFERENCE ROOM
1 OFF 6 MEN CABIN	1 OFF HOSPITAL WITH ADD. 4 BEDS

Izradio autor prema [10]

Tablica 10. Oprema za spašavanje

SAFETY EQUIPMENT: ACC to NMD / SOLAS for 30 persons	MOB BOAT DAVIT: HL9D MOB 3500
LIFE RAFT: 4 x 35 persons	SURVIVAL SUITS: 30 persons
MOB BOAT: Type MP SPRINGER 800, 10 persons	

Izradio autor prema [10]

Tablica 11. Navigacijska oprema

1x FURUNO S-BAND ARPA RADAR, Model FAR-2837S	1x ANSCHUTZ ADAPTIVE AUTOPILOT, Nautopilot 2025
1x FURUNO X-BAND ARPA RADAR, Model FCR-2827	1x PLATH MAGNETIC COMPASS PLATH TYPE, Reflecta 1 Fibeline
1x TAIYO VHF DIRECTION FINDER, Model TD-L1550	1x FURUNO NAVIGATIONAL ECHO SOUNDER (IMO approved)
1x FURUNO CONNING SYSTEM, Model Furuno	1x FURUNO DOPPLER LOG, Model DS-80
2x FURUNO DGPS NAVIGATOR, Model GP-150	1x FURUNO AIS TRANSPONDER, Modell FA-150
2x FURUNO ECDIS, Model TECDIS	1x ZENITEL SOUND RECEPTION SYSTEM, Modell VSS-111
3x ANSCHUTZ STANDARD 22 DIGITAL GYROCOMPASS (SEC-OP)	1x FURUNO VOYAGE DATA RECORDER, Model VR-3000

Izradio autor prema [10]

Tablica 12. Sustav protiv kotrljanja

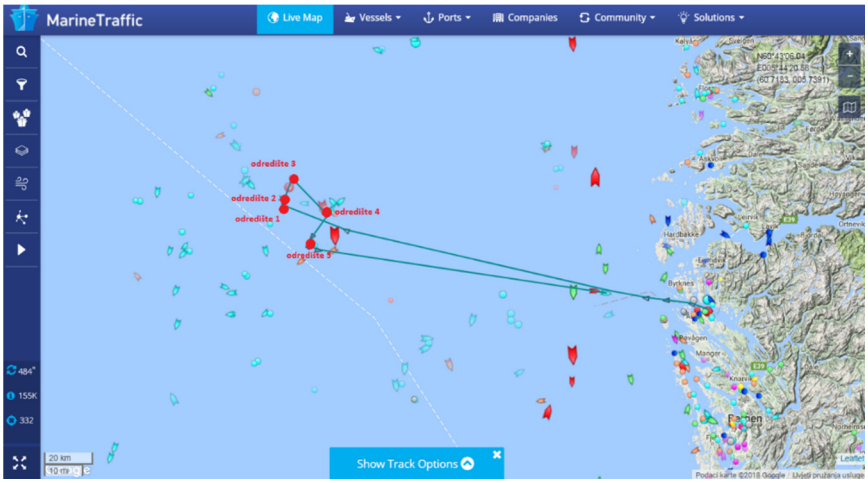
3 x STABILIZING TANKS. PASSIVE ANTI ROLL SYSTEM

Izradio autor prema [10]

5. PRIMJER RUTE PLOVIDBE BRODA

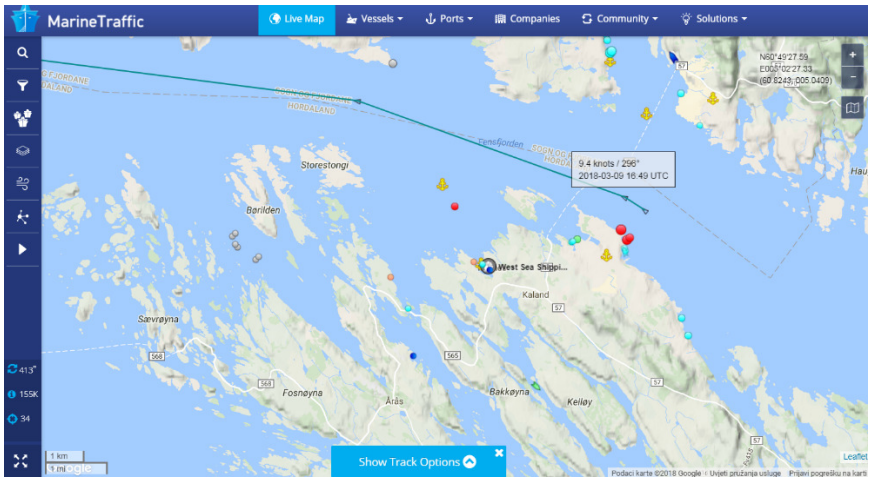
Kao primjer rute plovidbe broda korištena je ruta plovidbe broda M/V Havila Foresight. Brod je krenuo na putovanje iz Mongstad baze 09.03.2018. u 16:30 h UTC. Nakon obilaska svih 5 odredišta, te nakon 46 sati provedenih na moru, brod se vratio u bazu 11.03.2018. u 12:30 h UTC.

Slika 3. prikazuje rutu plovidbe M/V Havila Foresight koja započinje u Mongstad bazi na Zapadnoj obali Norveške.



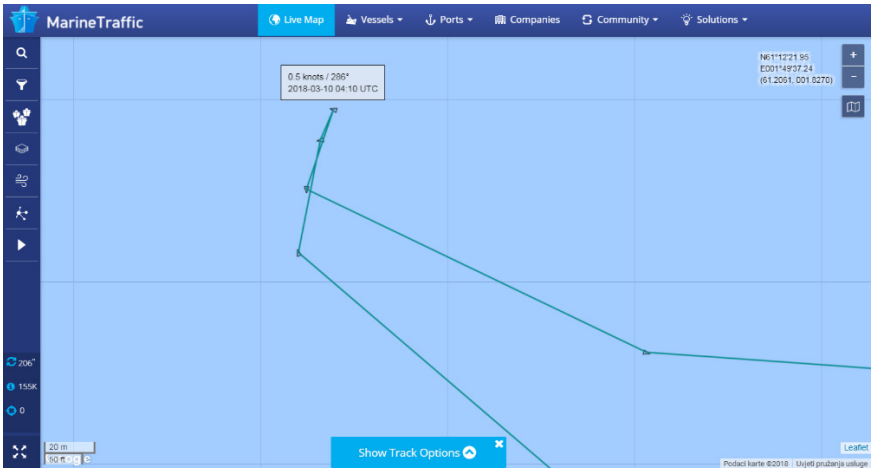
Slika 3. M/V Havila Foresight ruta plovidbe [11]

Slika 4. prikazuje datum i vrijeme polaska M/V Havila Foresight gdje se vidi da je brod krenuo na putovanje 09.03.2018. u 16:49 UTC. Brod je plovio brzinom od 9,4 čvorova u kursu 296º.



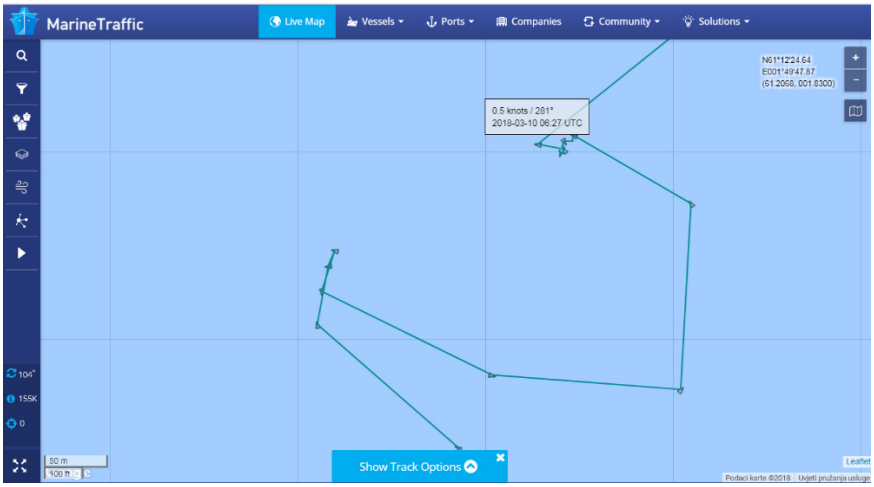
Slika 4. M/V Havila Foresight polazak [11]

Na odredište 1 brod dolazi 10.03.2018 u 04:10 UTC. Brzina broda je 0,5 čvorova a kurs je 286º. (Slika 5.)



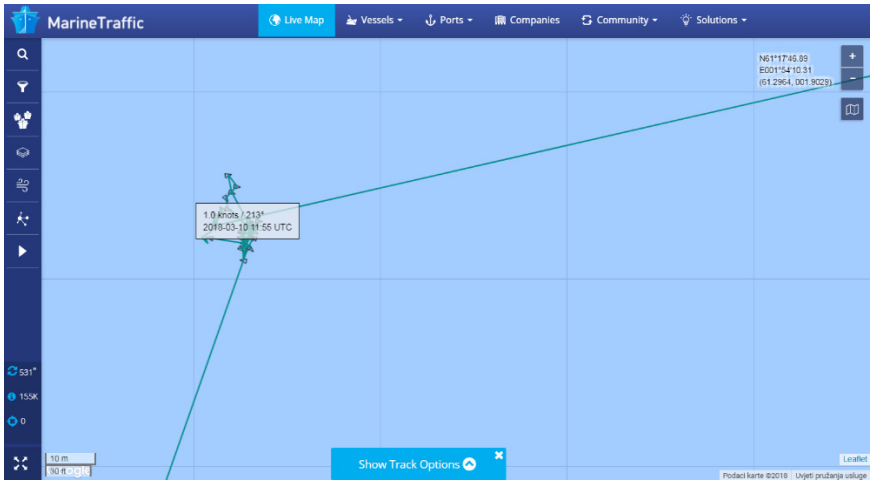
Slika 5. M/V Havila Foresight odredište 1 [11]

Nakon kratkog zadržavanja na odredištu 1, brod nastavlja putovanje u kursu 108º, potom u kursu 095º, nakon toga u kursu 003º, te kursu 297º. Nakon nešto više od 2 sata plovidbe brod dolazi na odredište 2 10.03.2018. u 06:27 UTC. Brzina broda je između 8,9 i 9,4 čvorova. (Slika 6.)



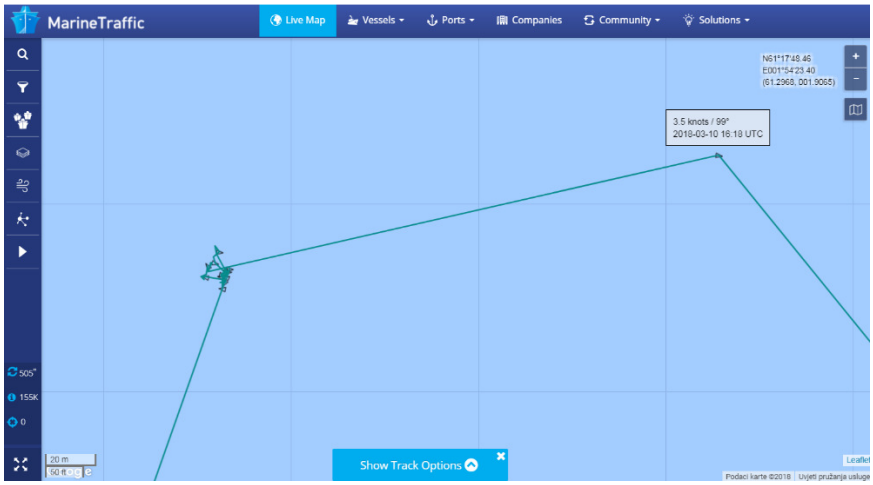
Slika 6. M/V Havila Foresight odredište 2 [11]

Brod nastavlja putovanje u kursu 046º, potom u kursu 012º, te na odredište 3 brod dolazi 10.03.2018. u 11:55 UTC. Brzina broda je između 8,9 i 9,4 čvorova. (Slika 7.)



Slika 7. M/V Havila Foresight odredište 3 [11]

Nakon malo dužeg zadržavanja na odredištu 3, brod nastavlja plovidbu u kursu 099º, nakon čega mijenja kurs u 136º, te nastavlja plovidbu prema odredištu 4. Brzina broda je između 8,9 i 9,4 čvorova. (Slika 8.)



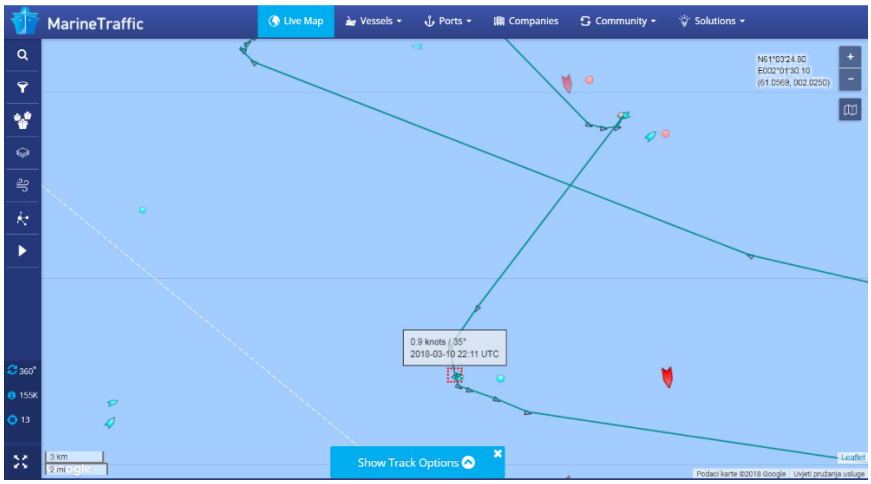
Slika 8. M/V Havila Foresight mijenjanje kursa [11]

Na odredište 4 brod dolazi 10.03.2018. u 18:05 UTC. Prije nego je brod stigao na odredište 4, mijenjao je kurs 3 puta. Nakon kursa 136º, brod je plovio u kursu 107º, 083º te 031º. Brzina broda je između 8,9 i 9,4 čvorova. (Slika 9.)



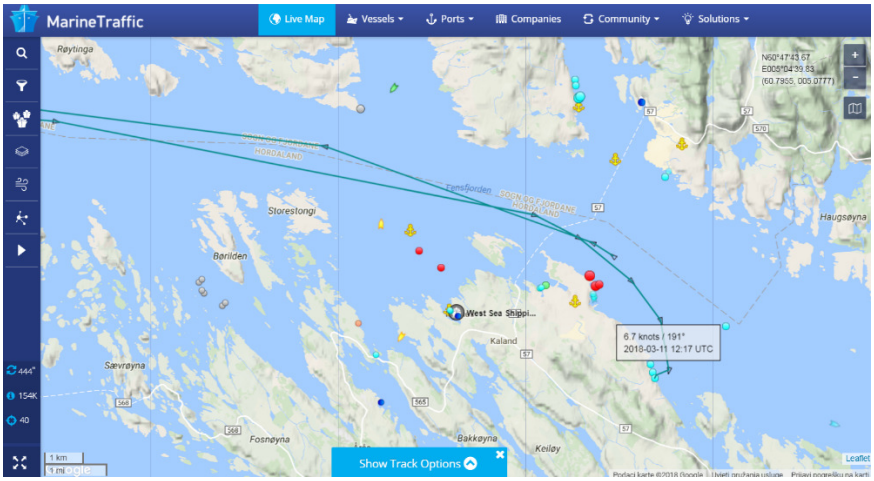
Slika 9. M/V Havila Foresight odredište 4 [11]

Nakon malo duljeg zadržavanja, brod nastavlja plovidbu u kursu 216º te na odredište 5 dolazi 10.03.2018. u 22:11 UTC. Brzina broda je između 8,9 i 9,4 čvorova. (Slika 10.)



Slika 10. M/V Havila Foresight odredište 5 [11]

Nakon obavljenog posla i obilaska svih 5 odredišta M/B Havila Foresight kreće natrag u bazu plovidbom u kursu 100º, potom u kursu 097º , 116º , 127º , 139º te 175º. Brod dolazi natrag u bazu 11.03.2018. u 12:17 UTC. (Slika 11.)



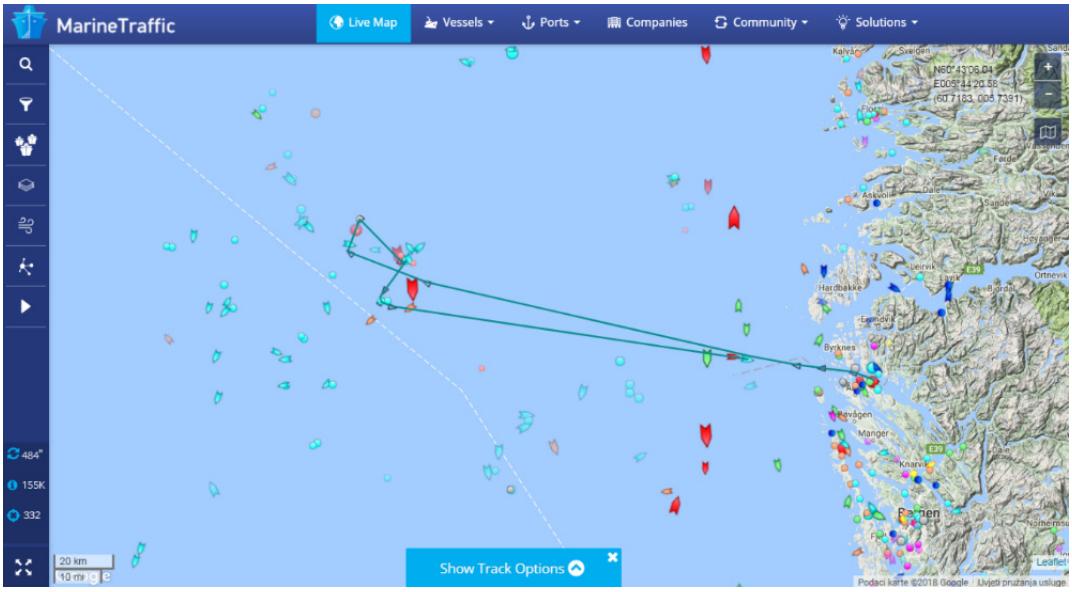
Slika 11. M/V Havila Foresight povratak [11]

6. OPIS VREMENSKIH UVJETA NA ZABILJEŽENI DATUM

Vremenske prilike u Sjevernom moru daleko su od idealnih, osobito u zimskim mjesecima. Niske temperature, oborine i jaki vjetrovi gotovo su svakodnevna pojava na ovom području.

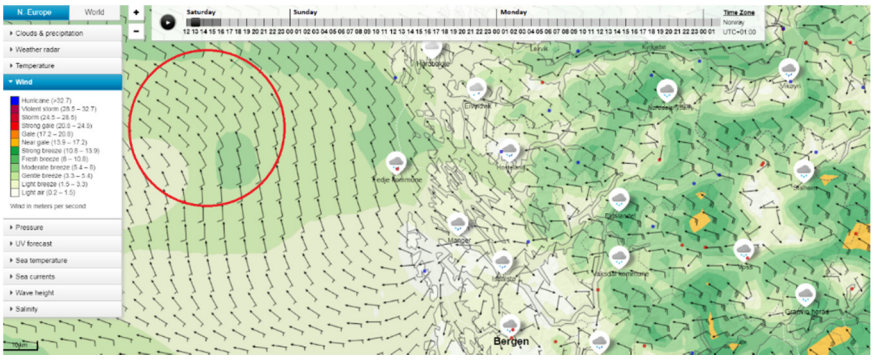
Uzimajući u obzir vremenske uvjete koje brod treba savladati kako bi sigurno došao do svog odredišta, te činjenicu da je velik broj platformi na otvorenom moru, posebna pažnja se pridodaje dizajnu ovih brodova.

Slika 12. još jednom prikazuje rutu plovidbe broda.

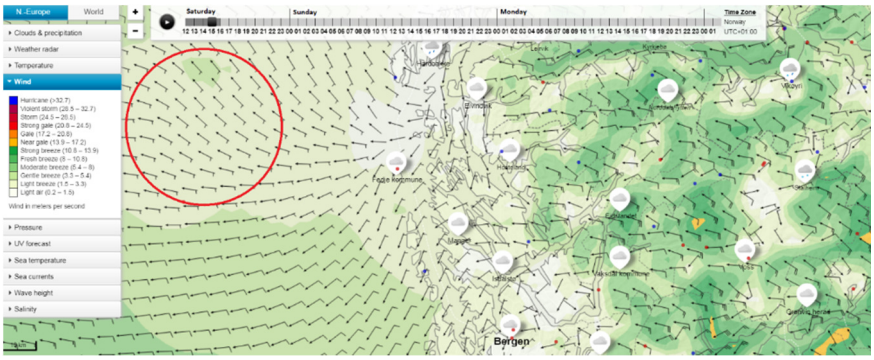


Slika 12. M/V Havila Foresight ruta plovidbe [11]

Slike 13. i 14. prikazuju smjer i brzinu vjetra 10.03.2018. u 13:00 h i 15:00 h. Brzina vjetra je između 3,3 i 5,4 m/s, na udare između 5,4 i 8 m/s. Smjer vjetra je jug (J), jugozapad (JZ). U tom vremenu M/B Havila Foresight bio je na putu od odredišta 3 prema mjestu gdje je brod promijenio kurs, te nastavio putovanje prema odredištu 4. Na slikama je crvenim krugom označeno područje u kojem se tada nalazio brod.

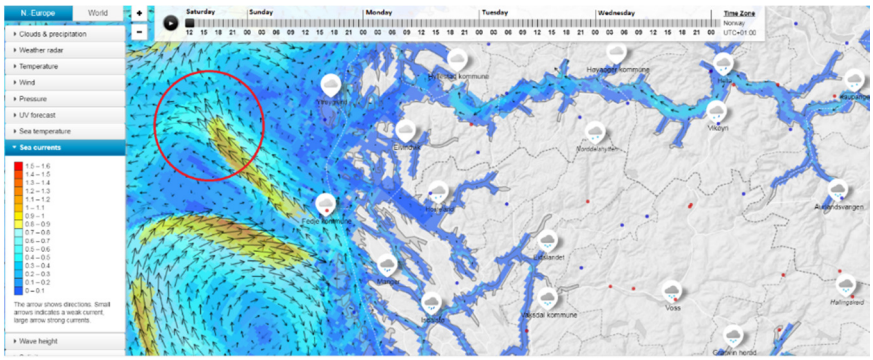


Slika 13. Smjer i brzina vjetra 10.03.2018. 13:00 h [12]

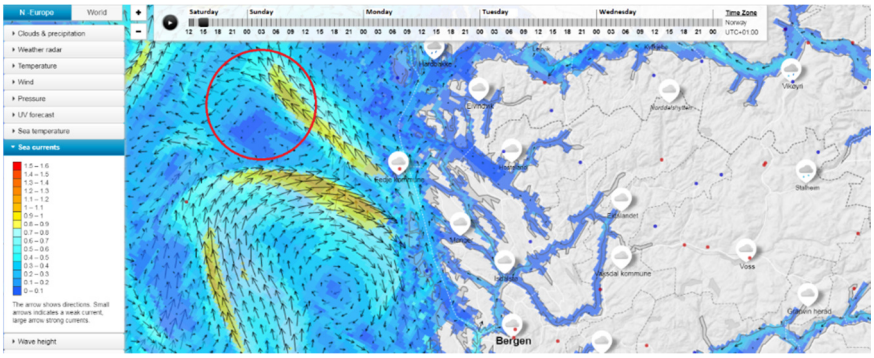


Slika 14. Smjer i brzina vjetra 10.03.2018. 15:00 h [12]

Slike 15. i 16. prikazuju smjer i jakost morskih struja dana 10.03.2018. u 12:00 h i 15:00 h. Smjer morskih struja je Jugozapad (JZ), dok jakost možemo odrediti po veličini strelica. Sudeći po veličini strelica u području unutar crvenog kruga, možemo zaključiti da je morska struja bila jaka. Na slikama je crvenim krugom označeno područje u kojem se tada brod nalazio.



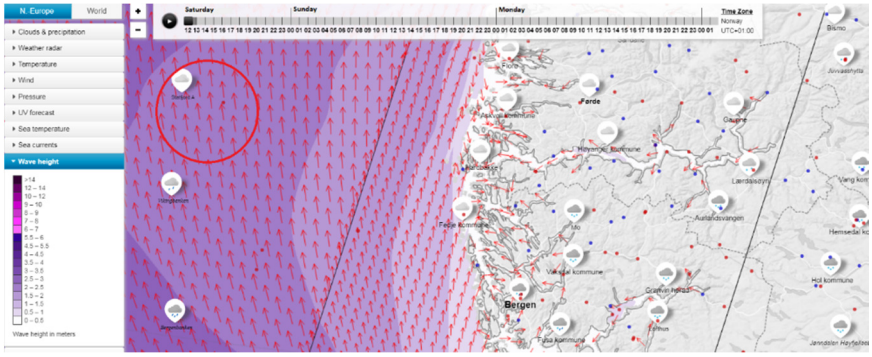
Slika 15. Smjer i brzina morskih struja 10.03.2018. 12:00 h [12]



Slika 16. Smjer i brzina morskih struja 10.03.2018. 15:00 h [12]

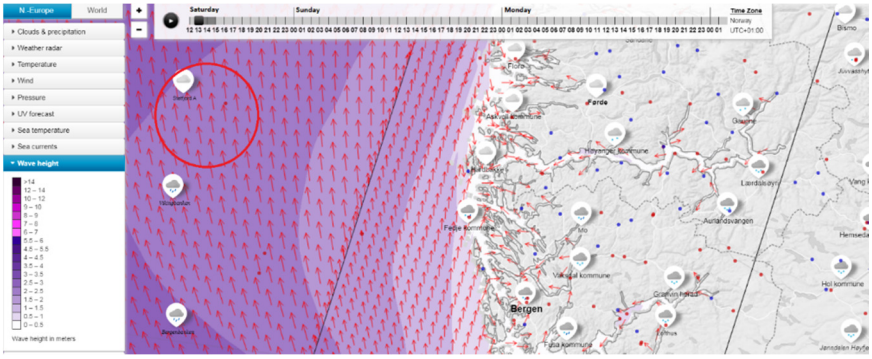
6.1. OPIS STANJA MORA

Slike 17. , 18. , 19. i 20. prikazuju smjer i visinu valova 10.03.2018. u 12:00 h, 13:00 h, 14:00 h i 15:00 h. Iz slike 17. se može očitati da se visina valova 10.03.2018. u 12:00 h na području na kojem se tada nalazio brod, a koje je označeno crvenim krugom, kretala između 2 m i 2,5 m. Smjer valova je Jug (J).



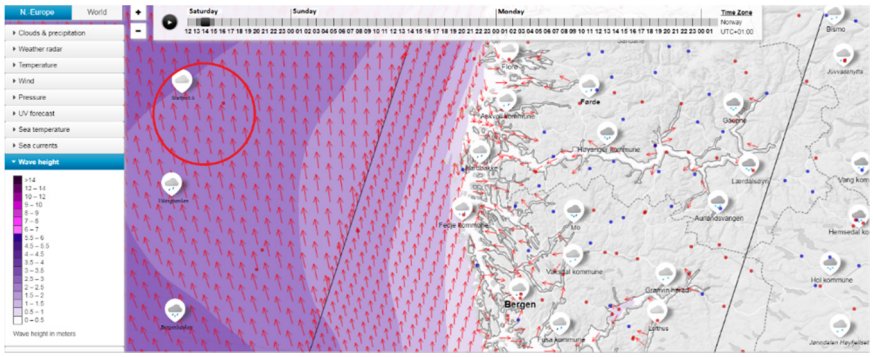
Slika 17. Smjer i visina valova 10.03.2018. 12:00 h [12]

Iz slike 18. se može očitati da se visina valova 10.03.2018. u 13:00 h kretala između 2 m i 2,5 m. Na samom rubu označenog područja između 2,5 m i 3 m. Smjer valova je Jug (J).



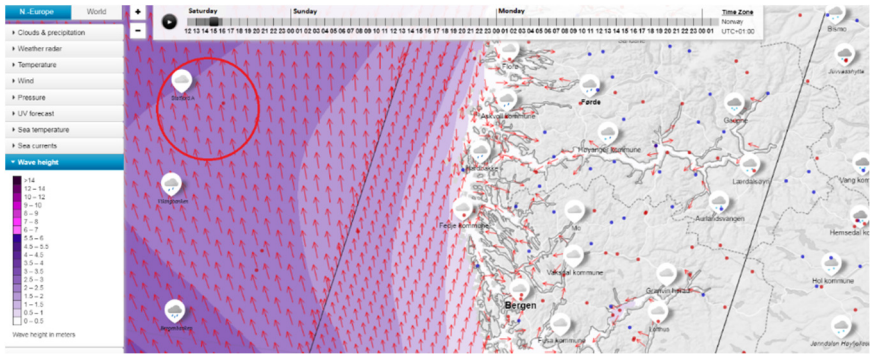
Slika 18. Smjer i visina valova 10.03.2018. 13:00 h [12]

Iz slike 19. se može očitati da se visina valova 10.03.2018. u 14:00 h kretala između 2 m i 2,5 m. Na samom rubu označenog područja između 2,5 m i 3 m. Smjer valova je Jug (J).



Slika 19. Smjer i visina valova 10.03.2018. 14:00 h [12]

Iz slike 20. se može očitati da se visina valova 10.03.2018. u 15:00 h kretala između 2 m i 2,5 m. Na samom rubu označenog područja između 2,5 m i 3 m. Smjer valova je Jug (J).



Slika 20. Smjer i visina valova 10.03.2018. 15:00 h [12]

7. GIBANJE BRODA NA VALOVIMA

Oceanski brodovi dizajnirani su tako da funkcioniraju u valnom okruženju koje je često neugodno, a ponekad nepodnošljivo i opasno. Nestalna njihanja i strukturalna opterećenja trupa broda dva su temeljna inženjerska problema osnivanja broda. Kako suvremeni način življenja i napredak tehnologije danas postavlja sve veće zahtjeve pred brodograditelje, konstrukcija brzih brodova postaje veoma značajna posebice u putničkom transportu i području ratne mornarice. Procjena značajki plovnog objekta s obzirom na odziv na morskim valovima u tim je granama brodogradnje od izuzetnog značaja zbog visokih kriterija njihanja obzirom na sve više zahtjeve o udobnosti plovidbe, odnosno učinkovitosti ratnog djelovanja. [6]

Dinamika njihanja broda opisana je jednadžbama njihanja koje uravnotežuju vanjske sile i momente koji djeluju na brod s unutrašnjim silama i momentima uslijed inercije. Pri tome se uzburkano more smatra slučajnim procesom čije se značajke mogu odrediti spektralnom analizom. Važno je istaknuti da se poznavajući odziv broda na harmonijskim valovima različitih frekvencija može odrediti odziv broda na slučajnom, odnosno morskom valovlju. Dobiveni rezultati omogućuju odabir pomorstveno zadovoljavajuće forme broda u ranijoj fazi projekta broda, što znatno poboljšava i olakšava konstruiranje zahtjevnijih brodova s obzirom na kriterije njihanja. [6]

Naišavši na tijelo koje je prethodno mirovalo, plutajući na slobodnoj površini mirne tekućine, ili uronjeno u njenoj neposrednoj blizini, nailazni val čiji je model predočen u obliku harmonijskog progresivnog vala, predati će dio svoje energije tijelu, dio energije će zajedno s valom nastaviti napredovanje iza tijela, dok će tijelo koje se počelo oscilacijski gibati, odnosno njihati, emitirati energiju koja se radijalno širi u svim horizontalnim smjerovima. Tijelu predana energija pretvorit će se u energiju njihanja i energiju njegove deformacije ako tijelo nije kruto. Taj dio energije jednak je razlici energije vala prije i nakon sudara s tijelom. Nakon sudara s tijelom, val će se promijeniti a njegova će energija biti manja od početne.

Kako energija ne može nestati njena je razlika prije i poslije sudara utrošena na: [6]

- stvaranje nove valne komponente, u obliku difrakcijskog vala
- energiju njihanja tijela, u slučaju da tijelo nije nepomično.

Val je doživio promjenu koja se, osim u pojavi nove komponente, očituje i na smanjenju njegove visine, dok je duljina vala ostala ista- period i frekvencija vala ostali su nepromijenjeni. Ta se promjena naziva difrakcija ili lom. Pod pretpostavkom da su elastične deformacije tijela zanemarive razlika energija nailaznog vala i njegova oblika nakon sudara s tijelom, u ravnoteži je s ostalim komponentama nastalim gibanjem tijela, a to su: [6]

- energija inercijskih sila mase tijela
- energija uslijed rada povratnih sila nastalih pomakom tijela iz ravnotežnog položaja
- energija valova radijacije koji se šire od tijela

U cijelom modelu koji opisuje njihanje tijela na valu posebnu ulogu ima energija radijacijskih valova koja se očituje kao: [6]

- prigušivanje njihanja tijela
- prividno povećanje mase tijela prilikom njihanja.

Periodično ponavljanje prijenosa energije, između sustava progresivnih harmonijskih valova i uronjenog tijela, rezultirat će oscijacijskim gibanjem ili njihanjem tijela, u općem slučaju sa šest stupnjeva slobode pomaka, odgovarajuće brzine i ubrzanja. [6]

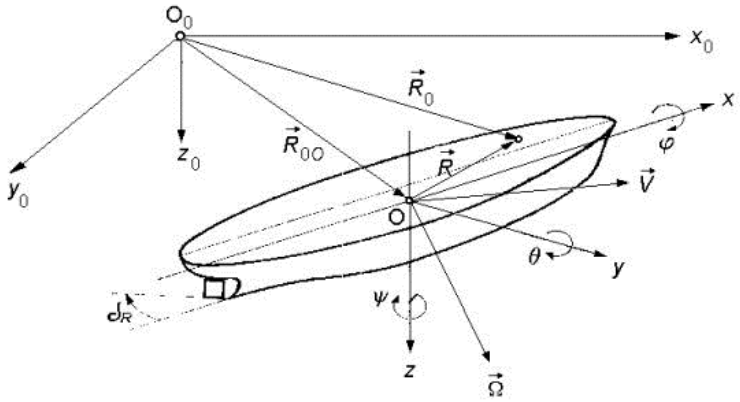
Mogu se razlikovati dva suprotna slučaja: [6]

- kada je strujanje u valu bitno poremećno prisustvom tijela u tekućini
- kada su dimenzije tijela u odnosu na značajke vala dovoljno male da se promjene strujanja u odnosu na homogeni val mogu zanemariti.

Ovisno o odnosu geometrije tijela i vala mogu se definirati područja primjene različitih modela i teorija koje opisuju interakciju tijela i vala. Pri nekim je uvjetima opravdano

zanemariti utjecaj viskoznih sila, a strujanje tekućine opisati kao potencijalno strujanje. U drugim okolnostima strujanje oko tijela prvenstveno je pod utjecajem viskoznih sila, ili napetnost površine ima značajni utjecaj. [6]

Oscilacijsko gibanje ili njihanje broda, kao i svakog drugog krutog tijela, može se prikazati pomoću tri translacije težišta tijela i tri rotacije oko težišta. Da bi se opisalo djelovanje vala na brod te njihanje kao posljedica tog djelovanja, potrebno je definirati odgovarajuće koordinatne sustave. [6]



Slika 21. Koordinatni sustavi i transformacije koordinata [9]

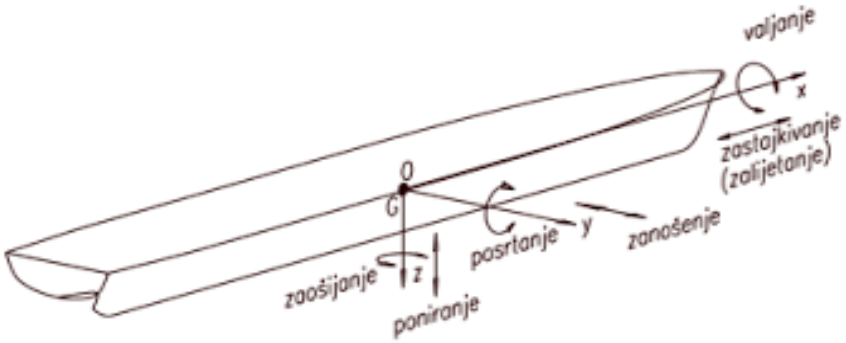
Nepomični koordinatni sustav (fiksni,inercijski) S (x0,y0,z0) vezan je za Zemlju. Ravnina X0Y0 leži na mirnoj slobodnoj površini, pozitivan smjer osi x0 je u smjeru napredovanja vala, a može biti i zakrenut u smjeru napredovanja broda. Os z0 usmjerena je vertikalno prema gore. [6]

Koordinatni sustav broda G (xb,yb,zb) vezan je za brod, a ishodište mu je u težištu broda G. Os xb leži u smjeru uzdužne simetrale broda, a usmjerena je prema pramcu broda. Os yb usmjerena je prema lijevom boku broda, a os zb usmjerena je vertikalno prema gore. U stanju mirovanja broda ravnina XbYb paralelna je s mirnom slobodnom površinom. [6]

Translatirajući koordinatni sustav O (x,y,z) kreće se brzinom broda U. Ako brod miruje smjerovi osi jednaki su onima koordinatnog sustava G (xb,yb,zb). [6]

Rezultirajuća oscilacijska gibanja broda ili njihanje sastoje se od triju translacijskih gibanja u smjeru osi x,y i z i triju rotacijskih gibanja oko osi x,y i z: [6]

- zalijetanje,
- zanošenje,
- poniranje,
- ljuljanje,
- posrtanje,
- zaošijanje.



Slika 22. Prikaz translacijskih i rotacijskih pomaka broda [7]

8. PRORAČUN LJULJANJA BRODA-PRIMJER

Prikan je proračun ljuljanja broda koji je opisan prethodno u ovom radu. Radi se o prikazu relativno jednostavnog proračuna ljuljanja broda na valovitom moru pomoću metodologije opisane u literaturi [3] uz pomoć računalnog programa Microsoft Excell. Prilikom izrade proračuna, korišteni su savjeti asistenta Luke Mudronje. Osnovni podaci o brodu su prikazani u Tablici 13. Ljuljanje (valjanje) broda je opisano na Slici 22.

Tablica 13. Osnovni podaci

Duljina preko svega: 93,6 (m)	Duljina između okomica: 86,6 (m)
Duljina vodne linije: 90,0 (m)	Širina broda max: 19,7 (m)
Širina vodne linije: 19,5 (m)	Poprečna metacentarska visina: 1,98 (m)
Gaz: 6,3 (m)	Koef. punoće istitsnine: 0,72
Koef. punoće vodne linije: 0,84	

U modelu je korišten Jonswap valni spektar opisan značajnom valnom visinom i periodom prikazanim u Tablici 14. Odabrane su ove vrijednosti visine vala i perioda jer se brod nalazio na takvom stanju mora prema Slici 19. Smjer valova na brod (Slika 19) upućuje na to da je dominantno gibanje broda upravo ljuljanje.

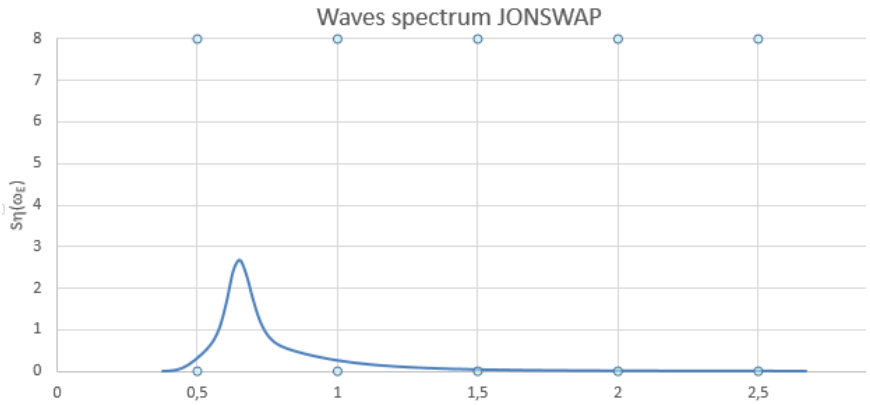
Tablica 14. Podaci spektra vala

Značajna valna visina: 3,0 (m)	Modalna frekvenvija: 0,82 (rad/s)
Vršni period: 9,7 (s)	Nulti period: 7,3 (s)

Jednadžba kojom se opisuje ljuljanje broda je preuzeta iz modela opisanog u literaturi [3]

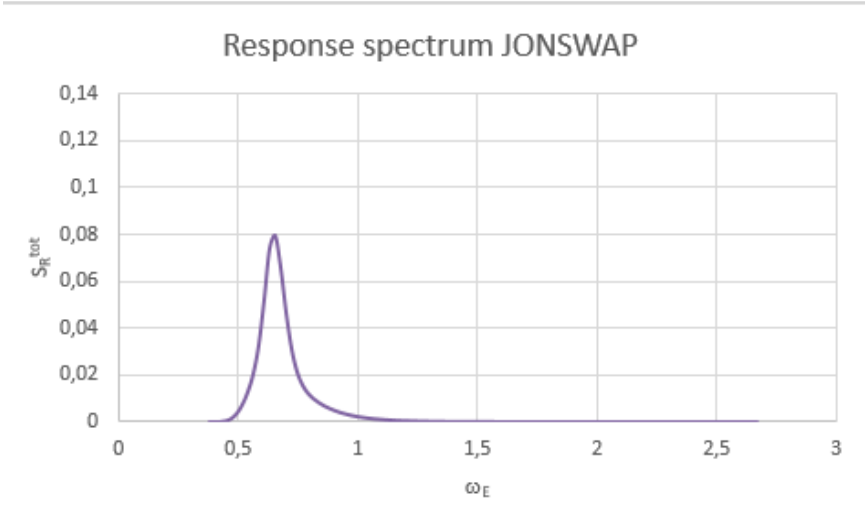
$$\left(\frac{T_N}{2\pi}\right)^2 C_{44}\ddot{\varphi} + B_{44}\dot{\varphi} + C_{44\varphi} = M \qquad (1)$$

Valni spektar koji služi kao izvor uzbude broda na gibanje, u ovom slučaju ljuljanje, je opisan formulom Jonswapovog spektra koji je prikladan za opis stanja mora u Sjevernom moru [6]. Uz primjenu podataka iz Tablice 14, dobije se valni spektar prikazan na Slici 23.



Slika 23. Valni spektar

Primjenom jednadžbe gibanja (1) za izračun jediničnog odziva broda te uključenjem stvarnog stanja mora opisanog valnim spektrom (Slika 23), dobije se odziv ljuljanja broda na valovima čiji spektar je prikazan na Slici 24.



Slika 24. Spektar odziva broda na Jonswap spektru valova

U Tablici 15 je prikazan značajni kut ljuljanja koji se računa statističkim metodama iz spektra odziva [6].

Prema navedenom u Tablici 15 očito je da je značajni kut ljuljanja 12,7^{o}. Radi se o kutu ljuljanja od sredine na lijevu i od sredine na desnu stranu broda. Važno je napomenuti da je ovaj kut za stanje mora opisano u Tablici 14.

Tablica 15. Analiza spektra odziva broda

Površina ispod spektra	0,012354
Značajna vrijednost odziva	0,222295
Značajni kut ljuljanja broda (º)	**12,73657**

9. ZAKLJUČAK

U radu je obrađena tema proračuna gibanja broda (ljuljanje) za opskrbu platformi na plovidbi zadanom rutom.

Brod za opskrbu platformi (često skraćeno kao PSV) brod je posebno dizajniran za opskrbu platformama nafte i plina na moru. Ovi brodovi kreću se od 50 do 100 metara duljine i ostvaruju različite zadatke. Primarna je funkcija za većinu ovih brodova logistička podrška i prijevoz robe, alata, opreme i osoblja na i s off-shore naftnim platformama i ostalim off-shore strukturama. PSV-ovi su specijalizirani za isporuku tereta i imaju više teretnog prostora. PSV-ovi su poznati kao „radni konji“ u opskrbnom lancu nafte i plina. Snažan i dizajniran za maksimiziranje kapaciteta tereta, sposobni su transportirati sve što se koristi na off-shore objektima. PSV-ovi isporučuju proizvode za opskrbu do 200 nautičkih milja i izgrađene su za rad u ekstremnim vremenskim uvjetima. Kao primjer, u radu je izabran brod M/V Havila Foresight.

Prikazana je ruta plovidbe broda za određeni datum te je prikazano i stanje mora na određenim djelovima rute. Izračunato je značajno ljuljanje broda na maksimalnom stanju mora koje se pojavilo tijekom plovidbe.

Ovakav način i metodologija izračuna je, relativno, jednostavna i provediva pomoću programa Microsoft Excell te može koristiti za brzi proračun gibanja na ruti plovidbe.

LITERATURA

[1] https://en.wikipedia.org/wiki/Platform_supply_vessel (pristupljeno 18.08.2018.)

[2] Gibson, V.: *The history of the supply ship*, Madrid, 2007.

[3] Jensen, J.J.; Mansour, A.E.; Olsen, A.S.: *Estimation of ship motions using closed-form expressions,* Ocean Engineering,2013,

[4] http://maritime-connector.com/wiki/off-shore-industry/ (pristupljeno 18.08.2018.)

[5] Off-shore Center Danmark: *Off-shore Book,* Danmark, 2010.

[6] Prpić-Oršić, J.; Čorić, V.: *Pomorstvenost plovnih objekata*, Rijeka, 2006.

[7] Radan, D.: *Uvod u hidrodinamiku broda*, Sveučilište u Dubrovniku, 2004.

[8] Skoko, I.; Jurčević, M.; Božić, D.: *Logistics Aspect of Off-shore Support Vessels on the West Africa Market,* Promet – Traffic&Transportation, Vol. 25, 2013, No. 6, 587-593

[9] http://student.fsb.hr/upravljivost-broda/old_UB/UB-21.htm (pristupljeno 14.08.2018.)

[10] http://www.havila.no/fleet/psv/havila-foresight (pristupljeno: 11.03.2018.)

[11] https://www.marinetraffic.com (pristupljeno 11.03.2018.)

[12] https://www.yr.no (pristupljeno 11.03.2018.)

POPIS SLIKA

Slika 1. Različite vrste platformi [4] 4
Slika 2. M/V Havila Foresight [10] 10
Slika 3. M/V Havila Foresight ruta plovidbe [11] 14
Slika 4. M/V Havila Foresight polazak [11] 14
Slika 5. M/V Havila Foresight odredište 1 [11] 15
Slika 6. M/V Havila Foresight odredište 2 [11] 15
Slika 7. M/V Havila Foresight odredište 3 [11] 16
Slika 8. M/V Havila Foresight mijenjanje kursa [11] 16
Slika 9. M/V Havila Foresight odredište 4 [11] 17
Slika 10. M/V Havila Foresight odredište 5 [11] 17
Slika 11. M/V Havila Foresight povratak [11] 18
Slika 12. M/V Havila Foresight ruta plovidbe [11] 19
Slika 13. Smjer i brzina vjetra 10.03.2018. 13:00 h [12] 20
Slika 14. Smjer i brzina vjetra 10.03.2018. 15:00 h [12] 20
Slika 15. Smjer i brzina morskih struja 10.03.2018. 12:00 h [12] 21
Slika 16. Smjer i brzina morskih struja 10.03.2018. 15:00 h [12] 21
Slika 17. Smjer i visina valova 10.03.2018. 12:00 h [12] 22
Slika 18. Smjer i visina valova 10.03.2018. 13:00 h [12] 22
Slika 19. Smjer i visina valova 10.03.2018. 14:00 h [12] 23
Slika 20. Smjer i visina valova 10.03.2018. 15:00 h [12] 23
Slika 21. Koordinatni sustavi i transformacije koordinata [9] 26
Slika 22. Prikaz translacijskih i rotacijskih pomaka broda [7] 27
Slika 23. Valni spektar 29
Slika 24. Spektar odziva broda na Jonswap spektru valova 29

POPIS TABLICA

Tablica 1. Opće informacije 10
Tablica 2. Tehnička obilježja-mjere 10
Tablica 3. Kapacitet tereta 11
Tablica 4. Strojevi 11
Tablica 5. Izvedba 11
Tablica 6. Glavni pogon 12
Tablica 7. DP sistem 12
Tablica 8. Sistem čišćenja tankova 12
Tablica 9. Smještaj 12
Tablica 10. Oprema za spašavanje 13
Tablica 11. Navigacijska oprema 13
Tablica 12. Sustav protiv kotrljanja 13
Tablica 13. Osnovni podaci 28
Tablica 14. Podaci spektra vala 28
Tablica 15. Analiza spektra odziva broda 30