

Model onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s plovila

Koboević, Žarko

Doctoral thesis / Disertacija

2015

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:187:348206>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-26**



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

Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U RIJECI
POMORSKI FAKULTET U RIJECI

ŽARKO KOBOEVIĆ

**MODEL ONEČIŠĆENJA MORA
CRNIM OTPADNIM VODAMA S
PLOVILA**

DOKTORSKA DISERTACIJA

RIJEKA, 2015.

SVEUČILIŠTE U RIJECI
POMORSKI FAKULTET U RIJECI

ŽARKO KOBOEVIĆ

**MODEL ONEČIŠĆENJA MORA
CRNIM OTPADNIM VODAMA S
PLOVILA**

DOKTORSKA DISERTACIJA

Mentor:
Prof. dr.sc. Željko Kurtela

RIJEKA, 2015.

UNIVERSITY OF RIJEKA
FACULTY OF MARITIME STUDIES

ŽARKO KOBOEVIĆ

**MODEL OF MARINE POLLUTION
BY BLACK WATERS FROM
VESSELS**

DOCTORAL THESIS

Mentor:
Prof. dr.sc. Željko Kurtela

RIJEKA, 2015.

I. AUTOR

Ime i prezime: Adresa: Tel./Mob.: E-mail:	Dr. sc. Žarko Koboević Sustjepanska 10 20000 Dubrovnik 020 418-920 / 098 428-152 zarko.koboevic@unidu.hr
Datum i mjesto rođenja:	02. siječnja 1965. Oskorušno
Mjesto i naziv fakulteta na kojem je završen sveučilišni diplomski (dodiplomski) studij:	Dubrovnik, Pomorski fakultet Dubrovnik
Mjesto i naziv fakulteta na kojem je stečen magisterij znanosti:	
Sadašnje zaposlenje:	Sveučilište u Dubrovniku

II. DOKTORSKA DISERTACIJA

Naslov:	Model onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s plovila
Ustanova na kojoj je prijavljena i izrađena doktorska disertacija:	Pomorski fakultet u Rijeci
Broj stranica, slika, grafikona, tablica i bibliografskih podataka:	133 stranice teksta koje sadrže 22 tablice, 8 grafikona i 57 shematskih prikaza. 2 priloga na 24 stranice koje sadrže 15 tablica i 14 fotografija. 169 bibliografskih jedinica.
Znanstveno područje: Znanstveno polje: Znanstvena grana:	Tehničke znanosti Tehnologija prometa i transporta Pomorski i riječni promet
Ime i prezime mentora:	Prof. dr. sc. Željko Kurtela
Ime i prezime komentora:	
Fakultet na kojem je obranjena doktorska disertacija:	Pomorski fakultet u Rijeci

III. OCJENA I OBRANA

Datum prijave teme:	26. svibnja 2013.
Datum predaje rada:	16. prosinca 2014.
Datum sjednice Fakultetskog vijeća na kojoj je rad prihvaćen:	13. travnja 2015.
Povjerenstvo za ocjenu doktorske disertacije:	1. Dr. sc. Pavao Komadina, redoviti profesor 2. Dr. sc. Željko Kurtela, redoviti profesor 3. Dr. sc. Josip Kasum, redoviti profesor 4. Dr. sc. Dragan Martinović, izvanredni profesor 5. Dr. Sc. Dean Bernečić, docent
Povjerenstvo za obranu doktorske disertacije:	1. Dr. sc. Pavao Komadina, redoviti profesor 2. Dr. sc. Željko Kurtela, redoviti profesor 3. Dr. sc. Josip Kasum, redoviti profesor 4. Dr. sc. Dragan Martinović, izvanredni profesor 5. Dr. Sc. Dean Bernečić, docent
Datum obrane:	6. srpnja 2015.
Datum promocije:	

SAŽETAK

U doktorskoj disertaciji istraženi su i analizirani najvažniji čimbenici koji imaju utjecaj na onečišćenje mora crnim otpadnim vodama s plovila. Istražena je podjela sanitarnih otpadnih voda na plovilima i njihov štetni utjecaj na ljude, živi svijet u moru i gospodarstvo. Utvrđeni su pokazatelji fekalnog onečišćenja mora. Istraženi su međunarodni, regionalni i nacionalni propisi kojima se regulira postupanje s crnim otpadnim vodama na plovilima i nedostaci u primjeni tih propisa. Istražena je instalirana oprema za prikupljanje i tretiranje crnih otpadnih voda i način na koji radi na najmanjim do najvećih plovila. Zatim su istraženi i analizirani preporučeni *IMO* i *ISO* modeli po kojima se procjenjuje rizik. Nakon analize utvrđeno je da se postojeći modeli ne mogu primijeniti za željenu procjenu rizika onečišćenja mora crnim vodama s plovila pa je postavljen izvorni model za procjenu. Nakon postavljanja provedena je primjena i određivanju razine rizika uz pomoć izvornog modela za pojedine tipove plovila. Izvorni model procjene rizika koristi se s više važnih čimbenika, poput indeksa rizičnosti za određene tipove plovila i indeksa osjetljivosti za pojedine lokacije. Pritom veličina svakog indeksa ovisi o ulaznim čimbenicima. Rezultati procjene rizika onečišćenja mora za raznovrsna plovila na različitim lokacijama dokazali su da je temeljna znanstvena hipoteza točna i da brodovi za kružna putovanja pripadaju skupini plovila s najmanjim rizikom, dok manja plovila, poput brodica i jahta, pripadaju skupini s najvećim rizikom za onečišćenje obalnog mora crnim otpadnim vodama. Ispravnost postavljenog modela provjerena je u eksperimentalnom dijelu rada, pri čemu se na različitim lokacijama odabranoga tipičnog akvatorija (dubrovačkoga), s prometom raznih plovila, uzorkovalo more tijekom 14 mjeseci i laboratorijski su se analizirali uzorci s obzirom na indikatore fekalnog onečišćenja mora. Na rezultate analize uzoraka i broj plovila određenog tipa na određenim lokacijama primijenjen je test znanstvene (statističke) metode. Analizom dobivenih rezultata utvrđeno je da postoji povezanost indikatora onečišćenja mora (fekalnih koliformnih bakterija) s manjim plovilima (brodicama i jahtama) na određenim lokacijama. Također je utvrđeno da nema takve povezanosti između brodova za kružna putovanja i bakterija na lokacijama gdje ti brodovi borave.

Dakle, rezultati provedenih uzorkovanja mora i hi-kvadrat testova nedvojbeno su dokazali još jednom metodom ne samo temeljnu znanstvenu hipotezu, nego i ispravnost postavljenog modela za procjenu rizika onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s plovila.

Na kraju su dati prijedlozi za poboljšanje zaštite od takve vrste onečišćenja mora. Predloženo je donošenje novog propisa o zaštiti od onečišćenja mora fekalnim vodama s brodova, jahta i brodica pri plovidbi u unutarnjim morskim vodama i teritorijalnome moru. Predložene su mjere za županijsku upravu i lokalnu samoupravu, a vlasnicima plovila dan je prijedlog za poboljšanje opreme i postupanje s crnim otpadnim vodama na njihovim plovilima.

Ključne riječi: plovila, onečišćenje mora, crne otpadne vode, fekalne koliformne bakterije, procjena rizika, multiplikativna matrica, hi-kvadrat.

ABSTRACT

The thesis studies and analyses the most important factors influencing marine pollution by black waters from vessels. Distribution of sanitary waste waters on board and their damaging effect onto people, marine life and economy have been explored. Indicators of marine pollution by faecal waters have been identified. International, regional and national regulations governing black water treatment on board have been analysed as well as non-conformities with the regulations. Equipment for collection and treatment of black waters on board was tested in operation on both the small and large vessels. The recommended IMO and ISO models for risk assessment were tested and analysed. After testing the existing models were found as inadequate for assessment of the risk of pollution by black waters from vessels, consequently, an original model was installed for risk assessment. After installation the original model was implemented for risk assessment on different types of vessels. The original risk assessment model utilizes several important factors, such as risk index for different types of vessels and sensitivity index for different locations. The size of each index depends on the input factors. The risk assessment results for marine pollution by different vessels on different locations confirmed the main scientific hypothesis, i.e. the cruise ships are in the low risk category, while smaller vessels, such as boats and yachts are in the high risk category for pollution of coastal seas by black waters. Validity of the proposed model was tested in the experimental part of the thesis. Sea water samples were collected on different locations in the target typical coastal area (Dubrovnik), with the marine traffic involving different types of vessels, within the period of 14 months and submitted for analysis with regard to faecal marine pollution indicators. Scientific (statistical) analysis of the sample analysis results and the number of vessels of different types at particular locations was applied. The analysis of the results indicates that there is a correlation between the marine pollution indicators (faecal coliform bacteria) with the smaller vessels (boats and yachts) on particular locations. It has also been found that there is no correlation between the cruise ships and bacteria on these ships' routes.

Consequently, the results of the sea sampling and chi-square tests have confirmed without any doubt not only the main scientific hypothesis but also the validity of the model for risk assessment of marine pollution by black waters from vessels.

The final chapter of the thesis suggests recommendations for better protection against this type of marine pollution. Adoption of new regulation on protection against marine pollution by faecal waters from vessels, yachts and boats sailing in internal waters and territorial seas has been recommended. Measures to be applied by the county and local authorities have been proposed as well as recommendations for vessel owners on upgrade of their equipment and treatment of black waters on board their vessels.

Key words: vessels, marine pollution, black waters, faecal coliform bacteria, risk assessment, multiplication matrix, chi-square.

MODEL ONEČIŠĆENJA MORA CRNIM OTPADNIM VODAMA S PLOVILA

Sažetak
Summary

SADRŽAJ

1.	UVOD	1
1.1.	Problem, predmet i objekt istraživanja	1
1.2.	Znanstvena hipoteza i pomoćne hipoteze	2
1.3.	Svrha i ciljevi istraživanja	3
1.4.	Ocjena dosadašnjih istraživanja	4
1.5.	Znanstvene metode istraživanja	5
1.6.	Struktura disertacije (kompozicija rada)	5
2.	PODJELA I ANALIZA SANITARNIH OTPADNIH VODA NA PLOVILIMA	7
2.1.	Pojam otpadne vode na plovnim objektima	7
2.2.	Sanitarne otpadne vode	7
2.2.1.	Crne vode	7
2.2.2.	Sive vode	8
2.3.	Utjecaj sanitarnih otpadnih voda na priobalnu zonu	8
2.3.1.	Toksičnost	8
2.3.2.	Patogeni organizmi	9
2.3.3.	Hranjive tvari i eutrofikacija	10
2.3.4.	Izbjeljivanje koralja	12
2.3.5.	Prozirnost mora	12
2.3.6.	Ostali štetni utjecaji	13
2.3.6.1.	Raspršene (suspendirane) tvari	13
2.3.6.2.	Mirisi	13
2.3.6.3.	Plutajuće tvari	13
2.4.	Pokazatelji fekalnog onečišćenja mora	13
2.5.	Kontrola sanitarne kakvoće morske vode na plažama	14
3.	PROPISI O POSTUPANJU S CRNIM OTPADNIM VODAMA NA PLOVILIMA	16
3.1.	Međunarodni propisi	16
3.1.1.	MARPOL konvencija 73/78.	16
3.1.1.1.	Prilog IV MARPOL konvencije	16
3.1.2.	Konvencija Ujedinjenih naroda o pravu mora (1982.)	19

3.2.	Regionalni propisi	19
3.2.1.	Konvencija o zaštiti Sredozemnog mora (1976.) s protokolima (Barcelonska konvencija) i Konvencija za zaštitu morskog okoliša i obalnog područja Sredozemlja	19
3.2.2.	Konvencija o zaštiti morskog okoliša baltičkog područja, 1992 (Helsinška konvencija)	20
3.2.2.	Konvencija o zaštiti morskog okoliša u sjeveroistočnom Atlantiku 1992. (Konvencija OSPAR)	20
3.2.4.	Propisi Europske unije	21
3.2.4.1.	<i>EC Direktive</i>	21
3.2.5.	Propisi u SAD-u	23
3.2.6.	Propisi u Australiji	25
3.3.	Nacionalni propisi u Republici Hrvatskoj koji se odnose na zaštitu mora od onečišćenja fekalnim vodama s plovila	27
3.3.1.	Zakoni, pravilnici, uredbe	27
3.3.1.1.	<i>Pomorski zakonik (NN, 181/04.)</i>	27
3.3.1.2.	<i>Zakon o zaštiti okoliša (NN, 110/07.)</i>	27
3.3.1.3.	<i>Zakon o vodama (NN, 153/09.)</i>	28
3.3.1.4.	<i>Zakon o pomorskom dobru i morskim lukama (NN, 158/03.)</i>	28
3.3.1.5.	<i>Pravilnik o uvjetima i načinu održavanja reda u lukama i na ostalim dijelovima unutarnjih morskih voda i teritorijalnog mora Republike Hrvatske (NN, 90/05.)</i>	28
3.3.1.6.	<i>Pravilnik o obavljanju inspekcijskog nadzora sigurnosti plovidbe (NN, 39/11.)</i>	29
3.3.1.7.	<i>Pravilnik o zaštiti morskog okoliša u zaštićenom ekološko-ribolovnom pojasu Republike Hrvatske (NN, 47/08.)</i>	29
3.3.1.8.	<i>Uredba o uvjetima kojima moraju udovoljavati luke (NN, 110/04.)</i>	29
3.3.2.	Pravila Hrvatskog registra brodova koja se odnose na ispuštanje sanitarnih voda u more s plovila	30
3.4.	Usporedba propisanih uvjeta za dopušteno ispuštanje crnih otpadnih voda u more u nekim obalnim državama	30
3.5.	Problemi onečišćenja mora crnim vodama s plovila na koje se ne odnose međunarodni propisi	32
4.	OPREMA ZA TRETMAN CRNIH OTPADNIH VODA NA PLOVILIMA	34
4.1.	Sustavi za prikupljanje i zbrinjavanje crnih voda na plovilima	34
4.1.1.	Oprema na brodicama	34
4.1.2.	Oprema na jahtama	35
4.1.3.	Oprema na ribarskim brodovima	35
4.1.4.	Oprema na teretnim brodovima	35
4.1.5.	Oprema na putničkim brodovima	35
4.1.5.1.	<i>Oprema na manjim putničkim brodovima u nacionalnoj plovidbi</i>	35
4.1.5.2.	<i>Oprema na putničkim brodovima za kružna putovanja</i>	36
4.2.	Obrada i tretiranje crnih voda na plovilima	36
4.2.1.	Proces prikupljanja crnih otpadnih voda	36
4.2.2.	Proces predtretmana crne otpadne vode	37
4.2.3.	Proces biološke obrade	37
4.2.4.	Proces oksidacije crne otpadne vode	38
4.2.5.	Proces bistrenja i filtracije crne otpadne vode	39
4.2.6.	Proces dezinfekcije crne otpadne vode	39

4.2.7.	Proces tretiranja i zbrinjavanja taloga	39
4.3.	Napredni uređaji za obradu crnih voda na brodovima za kružna putovanja (<i>cruiserima</i>)	40
4.3.1.	Bioreaktor s isplutavanjem	40
4.3.2.	Bioreaktor s filtracijom	41
4.3.3.	Aktivna oksidacija	42
4.3.4.	Bioreaktor i filtracija obratnom osmozom	42
5.	MODEL PROCJENE RIZIKA OD ONEČIŠĆENJA MORA UZ OBALU CRNIM OTPADNIM VODAMA S PLOVILA	44
5.1.	Rizik, sustav upravljanja rizikom i njegova procjena	44
5.1.1.	Standardi za upravljanje rizicima	45
5.1.2.	Tehnike (alati) za procjenu rizika	47
5.1.3.	Matrica rizika	48
5.1.3.1.	<i>Procjena i matrica rizika prema IMO-u</i>	49
5.1.3.2.	<i>Procjena i matrica rizika prema ISO-u</i>	51
5.1.4.	Procjena ekološkog rizika	53
5.2.	Model onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s plovila	54
5.2.1.	Identifikacija hazarda / opasnosti	55
5.2.2.	Određivanje izvora prijetnja i ranjivosti mora crnim otpadnim vodama s plovila	56
5.2.3.	Odabir metode za procjenu rizika i postavljanje izvornoga modela za procjenu rizika	61
5.3.	Primjena modela za procjenu rizika onečišćenja mora crnim vodama s plovila i određivanje razine rizika za pojedina plovila	61
5.3.1.	Tipična plovila i lokacije	62
5.3.2.	Određivanje indeksa rizičnosti za pojedine tipove plovila	62
5.3.3.	Određivanje indeksa osjetljivosti za pojedine vrste lokacija	64
5.3.4.	Procjena rizika onečišćenja mora crnim otpadnim vodama određenih plovila na određenim lokacijama	66
5.3.4.1.	<i>Procjena rizika za brodicu u blizini mjesta za rekreaciju i kupanje</i>	67
5.3.4.2.	<i>Procjena rizika za brodicu uz operativnu rivu u obalnom naselju</i>	68
5.3.4.3.	<i>Procjena rizika za brodicu u marini ili komunalnoj lučici</i>	69
5.3.4.4.	<i>Procjena rizika za brodicu u nenaseljenoj uvali u unutarnjim morskim vodama</i>	70
5.3.4.5.	<i>Procjena rizika za jahtu u blizini mjesta za rekreaciju i kupanje</i>	71
5.3.4.6.	<i>Procjena rizika za jahtu uz operativnu rivu u obalnom naselju</i>	72
5.3.4.7.	<i>Procjena rizika za jahtu u marini ili komunalnoj lučici</i>	73
5.3.4.8.	<i>Procjena rizika za jahtu u nenaseljenoj uvali u unutarnjim morskim vodama</i>	74
5.3.4.9.	<i>Procjena rizika za megajahtu u blizini mjesta za rekreaciju i kupanje</i>	75
5.3.4.10.	<i>Procjena rizika za megajahtu uz operativnu rivu u obalnom naselju</i>	76
5.3.4.11.	<i>Procjena rizika za megajahtu u marini ili komunalnoj lučici</i>	77
5.3.4.12.	<i>Procjena rizika za megajahtu u luci za međunarodni promet putnika</i>	78
5.3.4.13.	<i>Procjena rizika za megajahtu na sidrištu luke</i>	79
5.3.4.14.	<i>Procjena rizika za megajahtu u nenaseljenoj uvali u unutarnjim morskim vodama</i>	80
5.3.4.15.	<i>Procjena rizika za ribarski brod uz operativnu rivu u obalnom naselju</i>	81
5.3.4.16.	<i>Procjena rizika za manji putnički brod u nacionalnoj plovidbi u blizini mjesta za rekreaciju i kupanje</i>	82
5.3.4.17.	<i>Procjena rizika za manji putnički brod u nacionalnoj plovidbi uz operativnu rivu u obalnom naselju</i>	83

5.3.4.18.	<i>Procijena rizika za manji putnički brod u nacionalnoj plovidbi u luci za nacionalni promet putnika</i>	84
5.3.4.19.	<i>Procijena rizika za manji putnički brod u nacionalnoj plovidbi u nenaseljenoj uvali u unutarnjim morskim vodama</i>	85
5.3.4.20.	<i>Procijena rizika za RO-RO putnički brod (trajekt) u luci za nacionalni promet putnika</i>	86
5.3.4.21.	<i>Procijena rizika za RO-RO putnički brod (trajekt) u luci za međunarodni promet putnika</i>	87
5.3.4.22.	<i>Procijena rizika za teretni brod u luci za međunarodni teretni promet</i>	88
5.3.4.23.	<i>Procijena rizika za teretni brod na sidrištu luke</i>	89
5.3.4.24.	<i>Procijena rizika za putnički brod za kružna putovanja u luci za međunarodni putnički promet</i>	90
5.3.4.25.	<i>Procijena rizika za putnički brod za kružna putovanja na sidrištu luke</i>	91
5.3.5.	<i>Evaluacija razina rizika za procijenjena plovila</i>	92
6.	PROVJERA PROCJENE RIZIKA ONEČIŠĆENJA MORA UZ OBALU CRNIM OTPADNIM VODAMA S PLOVILA U DUBROVAČKOM AKVATORIJU	94
6.1.	Metoda za provjeru procjene rizika analizom morske vode	94
6.2.	Područje i lokacije uzimanja uzoraka mora za analizu	94
6.3.	Analiza uzoraka morske vode	95
6.3.1.	Metoda uzorkovanja	95
6.3.2.	Analiza uzoraka metodom membranske filtracije	97
6.4.	Rezultati analize uzoraka morske vode	98
6.4.1.	Raspodjela plovila i broja osoba na lokacijama uzorkovanja	98
6.4.1.1.	<i>Lokacija i rezultati uzorkovanja u ACI marini Dubrovnik</i>	99
6.4.1.2.	<i>Lokacija i rezultati uzorkovanja u Cavtatu uz rivu</i>	100
6.4.1.3.	<i>Lokacija i rezultati uzorkovanja u luci Gruž</i>	102
6.4.1.4.	<i>Lokacija i rezultati uzorkovanja u Gružu uz rivu</i>	104
6.4.1.5.	<i>Lokacija i rezultati uzorkovanja na sidrištu naselja Lopud</i>	105
6.4.1.6.	<i>Lokacija i rezultati uzorkovanja u nenaseljenoj uvali Šunj na Lopdu</i>	106
6.4.1.7.	<i>Lokacija i rezultati uzorkovanja na sidrištu ispred Grada</i>	108
6.4.1.8.	<i>Lokacija i rezultati uzorkovanja na sidrištu u uvali Zaton</i>	109
6.5.	Obrada rezultata analize uzoraka mora	111
6.5.1.	Općenito o hi-kvadrat testu	111
6.5.2.	Hi-kvadrat test za rezultate uzorkovanja mora i plovila	115
6.5.2.1.	<i>Hi-kvadrat test za grupu svih plovila koji nisu cruiseri</i>	116
6.5.2.2.	<i>Hi-kvadrat test rezultata grupu brodova za kružna putovanja</i>	117
6.5.2.3.	<i>Hi-kvadrat test rezultata za lokaciju uzorkovanja u ACI marini – Dubrovnik</i>	117
6.5.2.4.	<i>Hi-kvadrat test rezultata za lokaciju uzorkovanja uz rivu u Cavtatu</i>	119
6.5.2.5.	<i>Hi-kvadrat test rezultata za lokaciju uzorkovanja u luci u Gružu</i>	120
6.5.2.6.	<i>Hi-kvadrat test rezultata za lokaciju uzorkovanja uz rivu u Gružu</i>	120
6.5.2.7.	<i>Hi-kvadrat test rezultata za lokaciju uzorkovanja na sidrištu u Lopudu</i>	121
6.5.2.8.	<i>Hi-kvadrat test rezultata za lokaciju uzorkovanja u uvali Šunj</i>	122
6.5.2.9.	<i>Hi-kvadrat test rezultata za lokaciju uzorkovanja na sidrištu ispred Grada</i>	123
6.5.2.10.	<i>Hi-kvadrat test rezultata za lokaciju uzorkovanja na sidrištu u Zatonu</i>	123
6.5.3.	Zaključci nakon provedenih hi-kvadrat testova	125
7.	PRIJEDLZI ZA POBOLJŠANJE ZAŠTITE OD ONEČIŠĆENJA MORA CRNIM OTPADNIM VODAMA S PLOVILA U REPUBLICI HRVATSKOJ	126

7.1.	Prijedlog za uvođenje novog nacionalnog propisa	126
7.2.	Prijedlog mjera i aktivnosti za županijsku upravu i lokalnu samoupravu	129
7.3.	Prijedlog za vlasnike plovila o opremi i postupanju s crnim otpadnim vodama	130
8.	ZAKLJUČAK	131

1. UVOD

1.1. Problem, predmet i objekt istraživanja

Crna otpadna voda proizvedena na plovnim objektima različita je po svojem vremenu zadržavanja i manjem sadržaju vode, od fekalne otpadne voda iz kopnenih instalacija. Manje je razrijeđena (veće je koncentracije) kao posljedica manje upotrebe vode za ispiranje sanitarnih uređaja. Crna voda sadržava patogene organizme, koje mogu uzrokovati bolesti ljudi. Štetna je za ribolov i školjkarstvo. Hranjive tvari u crnoj otpadnoj vodi mogu uzrokovati trofičke promjene, to jest prekomjerni rast alga, zbog čega može doći do pomora ribe, koralja, i drugih morskih organizama, ali i gubitak estetskih vrijednosti morske vode uz obalu, što nije privlačno za turizam, kupanje i druge rekreacijske aktivnosti. Posljedično, takvi ekstremni problemi mogu negativno utjecati na gospodarstvo u regiji.

U proteklih dvadesetak godina, Jadransko more, a posebno dubrovački akvatorij, doživljava rast pomorskog prometa zbog sve većeg rasta *cruising* i nautičkog turizma, dakle većeg prometa i povećanog broja dolazaka stranih brodova za kružna putovanja, jahta i brodica. Uz strana plovila povećan je i broj domaćih manjih putničkih brodova koji nude tjedne ili dnevne obalne izlete, ali i domaćih brodica kojima se koristi u nekomercijalne svrhe.

U novije vrijeme u Republici Hrvatskoj prevladava mišljenje javnosti koje je potaknuto i samim komentarima medija (iako znanstveno neutemeljeno i nedokazano) da su brodovi za kružna putovanja, osobito oni najveći, najodgovorniji za razna onečišćenje mora, pa tako i crnim otpadnim vodama.

Odgovarajućim zakonskim mjerama i programima razvitka, država može poticati ili slabiti razvitak gospodarstva i zaštitu okoliša, ali i donositi mjere koje su u skladu s održivim razvojem. Odredbe nacionalne i međunarodne zakonske legislative koje se odnose na ispuštanje crnih voda s raznih vrsta plovila u more, ne primjenjuju se na sva plovila jednako niti su sva obalna mora jednako osjetljiva na takva ispuštanja.

U kontekstu navedene problematike istraživanja definira se **znanstveni problem istraživanja**:

More uz obalu u Republici Hrvatskoj, doživljava rast pomorskog prometa i broja osoba koje se prevoze plovilima uz obalu, osobito u dubrovačkom akvatoriju, čime se povećava rizik od onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s plovila. Neujednačeno upravljanje lukama, pristaništima za javni promet, marinama, sidrištima i njihovim infrastrukturama, od županijskih lučkih uprava i jedinica lokalne samouprave, ima za posljedicu povećano ispuštanje crnih otpadnih voda s plovila u more uz obalu. Istovremeno fekalno opterećenje najužeg morskog pojasa uz obalu od strane ispuštanja iz kopnenih instalacija smanjuje se zbog provedbe raznih projekata kojim se rješavaju kanalizacijski sustavi urbanih sredina i eliminiraju kanalizacijski ispusti izravno u more uz najbližu obalu. Posljedice takva stanja proizvode negativne trendove. To je razlog da se ti problemi trebaju znanstveno istražiti, procijeniti, elaborirati i primjereno riješiti jer oni impliciraju i multipliciraju brojne štetne posljedice za morski okoliš, gospodarstvo i društvo.

Sukladno takvoj problematici i znanstvenom problemu istraživanja determinira se i **predmet istraživanja**:

Treba istražiti, utvrditi i evaluirati sve čimbenike fekalnog onečišćenja mora uz obalu s raznih vrsta plovila, što uključuje:

- analizu sustava za prikupljanje, uskladištavanje i obradu crnih voda na plovilima,
- istraživanje postupanja s crnim vodama na raznim plovilima,
- procjenu rizika od onečišćenja mora uz obalu crnim vodama s raznih tipova plovila,
- provjeriti procjene rizika metodom uzorkovanja mora na specifičnim lokacijama u dubrovačkom akvatoriju, laboratorijskom analizom uzoraka i statističkom obradom rezultata.

Problem i predmet istraživanja odnose se na tri primarna **objekta znanstvenog istraživanja: more uz obalu, sustave za prikupljanje i obradu crnih voda na raznim kategorijama plovila i metode procjene ili analize rizika.**

1.2. Znanstvena hipoteza i pomoćne hipoteze

U okviru tako determiniranoga znanstvenog problema istraživanja, predmeta znanstvenog istraživanja i objekta znanstvenoga istraživanja postavljena je i **temeljna znanstvena hipoteza:**

Rizik onečišćenja mora uz obalu crnim otpadnim vodama s plovila veći je i manje je prihvatljiv pri plovidbi i zadržavanju manjih i rekreacijskih plovila u akvatoriju nego pri plovidbi i zadržavanju velikih brodova za kružna putovanja.

Tako postavljena temeljna znanstvena hipoteza, implicira više **pomoćnih hipoteza:**

PH 1: Onečišćenje mora crnim otpadnim vodama s plovila ovisi o međunarodnim i nacionalnim propisima za zaštitu mora od onečišćenja s plovila.

PH 2: Proizvedena količina crnih otpadnih voda na plovilima ne ovisi o gabaritima plovila nego o broju osoba koje boravi na plovilu, stoga rizik od onečišćenja mora crnim vodama s plovila nije proporcionalan veličini plovila.

PH 3: Plovila s većim brojem osoba, a time i većim količinama proizvedenih crnih voda, nisu rizičnija skupina plovila za onečišćenje mora crnim vodama, ako plovila imaju ugrađene uređaje za obradu crnih otpadnih voda ili dostatan kapacitet spremnika za prikupljanje i zadržavanje crne otpadne vode u plovilu.

Brojni **argumenti** podupiru postavljenu temeljnu hipotezu i njezine pomoćne hipoteze a navode se samo oni najvažniji:

- Fekalno opterećenje mora može se ustanoviti uzorkovanjem mora i analizom uzoraka u laboratorijima specijaliziranih i ovlaštenih ustanova, a dobivene rezultate treba upotrijebiti za daljnju obradu znanstvenog istraživanja.
- Plovila koja imaju uređaje za obradu crnih otpadnih voda ili dostatan kapacitet tankova za prikupljanje i zadržavanje crne otpadne vode na plovilu, mogu biti rizična za onečišćenje mora crnim vodama ako su im takvi uređaji i kapaciteti u neispravnom stanju ili se osoblje plovila ne pridržava zakonskih propisa o sprječavanju onečišćenja mora crnim vodama s plovila.
- Nepostojanje infrastrukture za prihvrat otpadnih voda s plovila u lukama, pristaništima i marinama, ili loše gospodarenje tom infrastrukturom, rezultira povećanim ispuštanjem crnih otpadnih voda s plovila u more uz obalu.

1.3. Svrha i ciljevi istraživanja

U izravnoj vezi sa znanstvenim problemom, predmetom i objektom znanstvenog istraživanja u okviru postavljene radne hipoteze određeni su **svrha i ciljevi istraživanja**:

Treba istražiti i analizirati uređaje na plovilima za prikupljanje i obradu crnih voda kako bi se izvršila procjena rizika od onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s raznih tipova plovila, te provjeriti procjene rizika analizirajući podatke fekalnog opterećenje mora uz obalu na određenim lokacijama temeljem prikupljanja i analize uzoraka mora u vremenu dužem od jedne godine. Time će se ostvariti cilj istraživanja i predložiti će se nove mjere i aktivnosti kojima bi se poboljšala zaštita mora, a rizici bi se minimizirali i postali prihvatljiviji za okoliš, ljude i gospodarstvo.

Da bi se primjereno riješio postavljeni problem istraživanja, dokazala postavljena hipoteza i postigli svrha i ciljevi istraživanja, potrebno je dati znanstveno utemeljene odgovore na brojna pitanja od kojih su najvažnija:

1. Kakve učinke imaju crne vode na more i ljude?
2. Proizvode li crne vode s plovila iste učinke na svim lokacijama?
3. Koji su uređaji za obradu i prihvrat crnih voda ugrađeni na brodovima, jahtama i brodicama?
4. Koji su postupci s crnim vodama na plovilu u luci, na sidrištu i u plovidbi?
5. Koji su kriteriji za analizu uređaja za prihvrat i obradu crnih voda na plovilima?
6. Što propisuju međunarodni propisi za ispuštanje crnih voda s plovila u more?
7. Imaju li sva plovila, pa i ona u obalnoj plovidbi, obvezu primjene međunarodnih propisa, ili se na njih primjenjuju samo nacionalni propisi o sprječavanju onečišćenja mora crnim vodama s plovila?
8. Jesu li su nacionalni propisi usklađeni s međunarodnima i odnose li se na sva plovila bez obzira na njihovu veličinu i broj osoba?
9. Koji su čimbenici za uspostavu kriterija pri procjeni rizika onečišćenja crnim vodama s plovila?
10. Kako procijeniti rizik od onečišćenja crnim vodama s plovila?
11. Kako provjeriti vjerodostojnost procjene rizika?
12. Kako analizirati u moru nazočnost fekalnih voda?
13. Kako obraditi podatke za utvrditi fekalno opterećenje mora?
14. Koje su to mjerljive veličine i njihove granice za prihvatljivo ili neprihvatljivo fekalno opterećenje mora?
15. Koje načine ili metode postupanja s crnim otpadnim vodama na plovilima predložiti za unaprjeđenje zaštite mora od fekalnog opterećenja s plovila?
16. Koje smjernice za unaprjeđenje nacionalne pravne regulative predložiti?

1.4. Ocjena dosadašnjih istraživanja

Do sada je proučeno više od sto trideset bibliografskih jedinica. Na osnovi do danas prikupljenih i obrađenih bibliografskih jedinica brojnih autora u domaćoj i stranoj znanstvenoj i stručnoj literaturi uočljivo je da su samo neka pitanja o predloženoj temi u njima djelomično istraživana i javnosti prezentirana. Problematika štetnosti fekalnih voda u moru i njihov učinak istražen je i objavljen od mnogih autora, između kojih su A.M. Owili (2003.) i Ž. Koboević, Ž. Kurtela (2012.). Autori S.E. Henrickson, T.Wong, P.Allen (2001.) bave se pregledom raznih ljudskih bolesti koje su uzrokovane fekalnim vodama u morskoj vodi. Dok se problematikom hipoksije i eutrofikacije bave autori V.H. Smith, G.D. Tilman, J.C. Nekola (1999.), J.S. Gray, R. Sinu-sun, Y.Y. Or (2002.), S. Hanninen, J. Sassi (2009.) i H.Shenping, F. Quangen, Z. Jinpeng (2010.). Općenito o problematici fekalnog onečišćenja obalnih područja govore M. Pommepuy, D. Hervio-Heath, M.P. Coprais (2006.).

Ima više međunarodnih i domaćih propisa koji se odnose na sprječavanje onečišćenja mora fekalnim vodama s plovila koji su dostupni i objavljeni. Autori Ž. Koboević, P. Komadina, Ž. Kurtela (2011.) analiziraju međunarodne propise o sprječavanju onečišćenja mora crnim vodama, ali nije provedena njihova sveobuhvatna analiza i usporedba s nacionalnim propisima kako bi se spoznalo u kojim se dijelovima međunarodni i nacionalni propisi podudaraju ili razlikuju. Autor A. West (2004.) bavi se problematikom međunarodne i nacionalne legislative u Australiji koja se bavi onečišćenjem australskih obalnih voda s plovila. Takav je sažetak objavljen i od AMSA-e (2012.) na web-u pod naslovom: „Summary of Discharge Standards for Ships and Smaller Vessels Operating in Australian Waters: MARPOL and local requirements“.

O tipovima uređaja za obradu crnih voda na brodovima objavili su članke M. Bupić, L. Milić (1998.), D. Dixon, J. Daly, H. Dorr (2002.), Ž. Koboević, Ž. Kurtela (2011.). Problematikom ispuštanja crnih voda s „*cruisera*“ na Aljasci bavi se A.Mearns, C.J. Beegle-Krause, L. Loehr, (2005).

U knjigama autora S. Kristiansen (2005.) *Maritime Transportation Safety Management and Risk Analysis*, i A. Mullai (2006.) *Risk Management System – Risk Assessment Frameworks and Techniques*, autori govore o rizicima, procjeni rizika, metodama za procjenu rizika, odlučivanjima i menadžmentu rizika općenito. M. Gavrilesu (2007.) piše o metodama i procedurama za procjenu rizika iz područja okoliša, Dok se autori članka P.M. Avellaneda, J.D. Englehardt, J. Olascoaga (2011.) bave relativnom procjenom rizika alternativnog zbrinjavanja i odlaganja bio-ostataka s „*cruisera*“.

Provjere kvalitete morske vode na plažama redovno se izvode u Republici Hrvatskoj za vrijeme sezonskih mjeseci; postoje i godišnja izvješća o tome, ali ne i istraživanja koja upućuju postoji li kakva povezanost pomorskog prometa i plovila s pojedinim lokacijama, i plažama na kojima se uzorkuje more za analizu.

Procjena rizika kao postupak često se primjenjuje u različitim područjima, pa tako i u pomorstvu. Više radova bavi se različitim procjenama rizika, ali nije pronađen ni jedan koji se bavi procjenom rizika onečišćenja mora fekalnim otpadnim vodama s plovila.

Budući da tematika predložene doktorske disertacije nije istražena i javnosti prezentirana, postoji teorijsko i praktično opravdanje, za predloženo istraživanje.

1.5. Znanstvene metode istraživanja

U znanstvenom istraživanju, formuliranju i prezentiranju rezultata istraživanja u doktorskoj disertaciji koristit će se odgovarajućim kombinacijama brojnih znanstvenih metoda. Način na koji je postavljen problem i definirani su ciljevi istraživanja u ovom radu sustavno je moguće učinkovito sagledati interakcijskim povezivanjem više znanstvenih disciplina. Zbog toga će se iznesena problematika istraživati interdisciplinarno, a metode, od kojih se spominju samo one najvažnije jesu: metoda analize i sinteze, induktivna i deduktivna metoda, metoda apstrakcije i konkretizacije, deskriptivna metoda, komparativna metoda, metoda mjerenja, statistička metode, metode uzoraka i grafičkog prikazivanja statističkih podataka, metoda modeliranja i metoda komparacije.

Zbog interdisciplinarnosti teme znatna podrška dobivena je dopunskim istraživanjima kao što su individualni intervjui. Podaci, spoznaje i informacije dobiveni korištenjem bibliografijom dosadašnjih istraživanja obradit će se spomenutim metodama uz konkretno navođenje izvora.

1.6. Struktura disertacije (kompozicija rada)

S obzirom na osnovni problem, zadane ciljeve i ocjenu dosadašnjih istraživanja, primjenom znanstvenih metoda, tematika i rezultati istraživanja bit će prezentirani u sedam međusobno povezanih tematskih cjelina.

U prvom dijelu, **UVODU**, definirat će se problem, predmet i objekt istraživanja, postaviti znanstvena hipoteza i pomoćne hipoteze, odrediti svrha i ciljevi istraživanja, dati ocjena dosadašnjih istraživanja, istaknut će se najvažnije znanstvene metode kojima će se koristiti u znanstvenom istraživanju i prezentiranju rezultata istraživanja te će se obrazložiti struktura rada.

U drugom dijelu s naslovom, **PODJELA I ANALIZA SANITARNIH OTPADNIH VODA NA PLOVILIMA** analizirat će se sanitarne otpadne vode na plovilima i njihova podjela. Sagledat će se i dati pregled negativnih učinaka ispuštanja crnih otpadnih voda u more kroz djelovanje na ljude, morske organizme, sveobuhvatno djelovanje na morski okoliš i gospodarstvo obalnih država. Analizirat će se pokazatelji fekalnog onečišćenja mora i načini kontrole kakvoće morske vode na plažama propisani legislativom.

Naslov trećeg dijela rada je **PROPISI O POSTUPANJU S CRNIM OTPADNIM VODAMA NA PLOVILIMA** i u njemu se daje pregled međunarodnih i nacionalnih propisa koji se odnose na sprječavanje raznih onečišćenja mora s plovila, a osobito propisa koji sadržavaju odredbe o ispuštanju ili zbrinjavanju crnih voda s plovila. Analizirat će se međunarodne konvencije, propisi Europske unije, ali i propisi drugih država koje imaju znatan utjecaj u međunarodnoj trgovini i pomorskom prometu poput SAD-a i Australije. Posebno će se posvetiti pozornost nacionalnim propisima i napraviti će se njihova usporedba s međunarodnim propisima.

OPREMA ZA TRETMAN CRNIH OTPADNIH VODA NA PLOVILIMA naslov je četvrtog dijela rada. U njemu će se analizirati vrste opreme za prikupljanje crnih voda na plovilima s obzirom na veličinu plovila i broj osoba koji boravi na plovilu. Analizirat će se pojedini elementi sustava i načini funkcioniranja sustava za obradu crnih voda na plovilima. Posebna pozornost posvetit će se mogućnostima različitih sustava i

karakteristikama ili kvaliteti obrađene (tretirane) sanitarne vode prije ispuštanja s plovila u more.

Peti je dio **MODEL PROCJENE RIZIKA OD ONEČIŠĆENJA MORA UZ OBALU CRNIM OTPADNIM VODAMA S PLOVILA** i posebno je značajan jer će se u njemu identificirati i karakterizirati opasnosti onečišćenja mora uz obalu crnim vodama s plovila i procijeniti učestalost takvih događaja. Ispitat će se svi čimbenici koji utječu na onečišćenje obalnog mora crnim vodama s pojedinih tipova plovila. Zatim će se postaviti multiplikativni model u obliku matrice i analizirati rizik onečišćenja mora uz obalu s raznih plovila. Iz modela će se konačno moći utvrditi koji su tipovi plovila najrizičniji za onečišćenje mora crnim otpadnim vodama s plovila, a koji su najmanje rizični.

PROVJERA PROCJENE RIZIKA ONEČIŠĆENJA MORA UZ OBALU CRNIM OTPADNIM VODAMA S PLOVILA U DUBROVAČKOM AKVATORIJU naslov je šestom dijelu i u njemu će se provjeriti ono što je utvrđeno u prethodnom dijelu, i to tako da se na konkretnom području (akvatoriju Dubrovnika) uzimaju uzorci mora pa se oni ispituju s obzirom na indikatore fekalnog onečišćenja. Uzorci mora će se uzimati na pozicijama gdje najčešće borave određeni tipovi plovila i to uvijek na istoj poziciji u trajanju od godine dana ili više, svaki mjesec i sva godišnja doba. Istovremeno za vrijeme uzorkovanja mora na poziciji evidentirat će se broj plovila, njihovi tipovi i broj osoba na njima. Dobiveni podaci analize uzoraka mora na indikatore fekalnog onečišćenja na određenim pozicijama usporedit će se s podacima o tipovima plovila, s brojem osoba na plovilima pa će se utvrditi kakve međuovisnosti i trendovi postoje. Temeljem dobivenih rezultata moći će se provjeriti predložena metoda procjene rizika.

Posebna pozornost posvetit će se sedmom dijelu s naslovom **PRIJEDLOZI ZA POBOLJŠANJE ZAŠTITE OD ONEČIŠĆENJA MORA CRNIM OTPADNIM VODAMA S PLOVILA U REPUBLICI HRVATSKOJ**. U sklopu ovog dijela predložit će se smjernice za izmjenu ili dopunu nacionalnih propisa poradi učinkovitije zaštite mora uz obalu od crnih voda s plovila. Predložit će se mjere i aktivnosti koje bi mogle provoditi županijske uprave i lokalne samouprave temeljem dopunjenih ili izmijenjenih propisa. Također će se predložiti mjere i postupci, i eventualna tehnička poboljšanja za brodovlasnike kako bi i oni dali svoj doprinos zaštiti mora uz obalu u rješavanju ovoga problema.

U posljednjem dijelu, **ZAKLJUČKU**, sustavno i koncizno će se prezentirati najvažniji rezultati znanstvenih istraživanja, koji su opširnije elaborirani u ovom radu a kojima je dokazana postavljena hipoteza i pomoćne hipoteze.

2. PODJELA I ANALIZA SANITARNIH OTPADNIH VODA NA PLOVILIMA

2.1. Pojam otpadne vode na plovnim objektima

Pod pojmom otpadnih voda podrazumijevaju se upotrijebljene vode kojima su fizikalna, kemijska i biološka svojstva tako promijenjena da se bez prerade ne mogu iskoristiti u druge svrhe, pa ni onda kad nije potrebna čista voda.

Problem otpadnih voda na plovnim objektima specifične je naravi, kako zbog raznovrsnosti i količine nastalih otpadnih voda, tako i zbog načina njihovih zbrinjavanja, diktiranih sve strožim ekološkim propisima. Otpadne vode nastale na plovnim objektima mogu se podijeliti na *kaljužne otpadne vode* i *sanitarne otpadne vode*. [29]

Kaljužne otpadne vode pripadaju kategoriji industrijskih otpadnih voda a nastaju skupljanjem voda s visokim sadržajem ulja u prostoru strojeva i kotlova, skupljanjem mješavine ulja, morske vode, taloga goriva, kemikalija za odmašćivanje i pranje.

2.2. Sanitarne otpadne vode

Sanitarnim se otpadnim vodama na brodovima općenito smatraju „crne vode“ i „sive vode“. [109] Propisima je regulirano ispuštanje crnih i sivih voda u more s plovnih objekata. Zato su brodovi opremljeni opremom i instalacijama za skupljanje, zadržavanje, tretiranje i ispuštanje takvih voda. Crne i sive vode na brodovima potpuno su odvojene i imaju zasebne cjevovode, tankove i uređaje za prikupljanje i obradu.

2.2.1. Crne vode

U crne otpadne vode (fekalne otpadne vode) ubrajaju se:

- izljevi i ostali otpaci iz svih vrsti zahoda, pisoara i zahodskih školjaka,
- izljevi iz umivaonika, kada i ostalih uređaja medicinskih prostorija (ambulanta, bolnica, itd.),
- izljevi iz prostorija u kojima se nalaze žive životinje,
- druge otpadne vode ako se miješaju s prethodno spomenutim izljevima.

Crna otpadna voda proizvedena na brodovima različita je po vremenu zadržavanja i manjem sadržaju vode od fekalne otpadne voda iz kopnenih instalacija. Manje je razrijeđena (veće je koncentracije) kao posljedica manje upotrebe vode za ispiranje sanitarnih uređaja. [44]

2.2.2. Sive vode

Sive otpadne vode (od pranja iz domaćinskih i stambenih prostorija) jesu:

- otpadne vode iz umivaonika, tuševa, kada i izljeva osim prije nabrojenih,
- otpadne vode iz praonica,
- otpadne vode od pranja namirnica, iz kuhinjskih strojeva i iz prostorija gdje se drži ili poslužuje hrana.

Pomiješane crna i siva voda, smatraju se crnom vodom (tehnički i zakonski). [95]

2.3. Utjecaj sanitarnih otpadnih voda na priobalnu zonu

Problem u vezi s odlaganjem sanitarne otpadne vode postaje jedan od glavnih u urbanom svijetu. Općenito, sanitarna otpadna voda postaje jedna od najvećih prijetnja bioraznolikosti i prirodnom okolišu obalnog mora. Sanitarna otpadna voda sadržava opasne sastojke koji mogu štetiti ljudskom zdravlju, biljnom i životinjskom svijetu u moru. Dosadašnja praksa odlaganja sanitarne otpadne vode nastale u urbanim sredinama (bilo neposredno kanalizacijskim sustavima otpadnih voda ili posredno – rijekama) u obalno more ne pridonosi očuvanju morskog okoliša i ljudskog zdravlja.[56] Uz povećano onečišćenje mora kanalizacijskim vodama s kopna, povećava se i onečišćenje mora sivim i crnim otpadnim vodama s plovila zbog povećanoga pomorskog prometa. Pomorska industrija doživljava porast svake godine. Raste broj teretnih brodova, brodova za kružna putovanja, jahta i brodica. Rastući pomorski promet povećao je onečišćenje crnim vodama s plovila.[44]

Potencijalna pogubnost onečišćujućih tvari iz crnih otpadnih voda na kvalitetu vode u obalnom okolišu su mnogostruka i ovisi o količini ispuštanja, kemijskom sastavu i koncentraciji crne otpadne vode. Ona također ovisi o vrsti ispusta s ukupnim iznosom suspendiranih tvari, organskih tvari ili opasnih onečišćujućih tvari, poput teških metala. Onečišćenje morske vode može dovesti do promjene u razinama hranjivih tvari u moru, biomase i raznovrsnosti organizama, nakupljanja organskih i anorganskih spojeva i izmjene trofičke interakcije među vrstama. Duboko more ima kapacitet apsorpcije i ispiranja i u mogućnosti je smanjiti ili eliminirati većinu konvencionalne onečišćavajućih tvari, ali trajni otrovni spojevi i dugoživeći patogeni organizmi uvijek će biti neugodan problem. Najčešće posljedice u priobalnoj zoni povezane su s patogenim organizmima, hranjivim solima, kemikalijama i metalima koji se nalaze u sanitarnoj otpadnoj vodi.[65]

2.3.1. Toksičnost

Crna otpadna voda sadržava toksine (otrove). Toksini iz sanitarne otpadne vode truju ili ubijaju morske organizme - toksini topivi u masti akumuliraju se u predatorima i mogu uzrokovati bolesti ili prestanak razmnožavanja, onečišćuju hranu iz mora. Djelovanje toksina na organizme ovisi o njegovoj koncentraciji i/ili trajanju izloženosti. S ekološkog stajališta narušena fiziologija, sterilnost ili promjene ponašanja mogu imati isti konačni učinak na populaciju kao i brzo uginanje jedinka. [52]

Fekalne otpadne vode mogu sadržavati klor, dioksin, amonijak ili formaldehid koji se često upotrebljavaju u uređajima za tretiranje fekalnih otpadnih voda pri dezinfekciji

prije ispuštanja s plovnog objekta . [86] Klor je ekstremno otrovan i u malim količinama i ozbiljna je opasnost za morske žive organizme i ljudsko zdravlje.

Metali također mogu biti sastojak crnih otpadnih voda, a u određenim koncentracijama imaju otrovan učinak na žive organizme. Oni su u vodama nepoželjni i mogu se podijeliti na neotrovne i otrovne. Teški metali (kojima je gustoća barem pet puta veća od vode sve su redom otrovni. U mnogih su metala slobodni ioni opasniji od spojeva (Cd, Cu, Zn), dok su neki metali opasniji u spoju s organskim tvari (živa u metil-živi, olovo u tetraetil-olovu). Otrovnici metali koji mogu biti otopljeni u vodi su As, Ba, Cd, Cr, Pb, Hg, Ag, a posebno su opasni As, Cd, Hg i Pb. Teški metali Fe, Mn, Cu, Cd, Cr, Pb, Ni, Zn, Ag, Hg i drugi, nakupljaju se u morskim organizmima. [50]

Unos teških metala odvija se uglavnom preko nepročišćenih industrijskih i crnih otpadnih voda, premazivanjem plovila sredstvom protiv obraštanja na brodovima, i slično.

Koncentracije kovina u vodi izražavaju se u mg/l, µg/l, a određuju se atomskom apsorpcijom i spektrofotometrijom. Koncentracije teških metala prate se u sedimentu i u živim organizmima.

2.3.2. Patogeni organizmi

Glavni izvor bakteriološkog onečišćenja mora su otpadne vode fekalnog podrijetla koje iz različitih izvora dopijevaju u more. Crna otpadna voda sadržava patogene organizme, viruse i bakterije koje mogu uzrokovati bolesti ljudi, uključujući salmonelu, hepatitis A i E, probavne bolesti i infekcije. Zato je crna otpadna voda opasnost za javno zdravlje ako se ispušta u akvatoriju koje se iskorištava za rekreativne aktivnosti poput kupanja, ronjenja i nautičkog turizma. Upravo ih je zato potrebno odgovarajuće odlagati kako bi se zaštitile rekreacijske zone koje prema zakonskim odredbama obuhvaćaju „Zaštićeno obalno područje“ – pojas mora u širini od 300 m od obalne crte. [112]

Patogeni i drugi mikroorganizmi ulaze u morski okoliš u prvom redu iz ispusta gradskih otpadnih voda, pa je u većini područja mikrobiološka onečišćenost izravna posljedica puštanja nepročišćenih ili djelomično pročišćenih otpadnih voda u more. Prema podacima Svjetske zdravstvene organizacije (WHO, 2004.), od sanitarnih voda ispuštenih u more samo 14% prođe određeni oblik obrade prije ispuštanja. [34]

Crna otpadna voda je štetna za ribolov i školjkarstvo jer se školjke hrane filtriranjem morske vode zadržavajući čestice a time i patogene bakterije (poput mušula i kamenica), čime postaju potencijalni rizik zaraze potrošača takvih školjaka ili ribe. [65] Kontaminiranje mora crnim otpadnim vodama rezultira zabranama uporabe školjkaša iz mnogih područja što su bila za uzgoj ili ulov prirodno uzgojenih školjkaša.

Preko stotinu različitih ljudskih patogenih organizama (uključujući viruse, parazite i bakterije) može se naći u sanitarnim i oborinskim otpadnim vodama. Mnogi od tih patogena mogu preživjeti u vodi nekoliko dana, a u ribama i školjkama još i više.[147] Time uzrokovana povećana smrtnost i bolesti zbog dodira kontaminirane vode s kožom ili konzumiranjem ribe i školjkaša, povećavaju troškove javnog zdravstva. Grupa eksperata „GESAMP“¹ procjenjuje trošak od otprilike 12 do 24 milijuna dolara godišnje zbog posljedica konzumacije školjkaša iz mora onečišćenog sanitarnim vodama ili zbog kupanja u takvom moru.[65]

¹ The Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection (GESAMP) je savjetodavno tijelo, uspostavljeno 1969 godine, koje savjetuje Ujedinjene nacije (UN) na znanstveno utemeljenim aspektima za zaštitu morskog okoliša.

Tablica 2.1. Najčešće bolesti koje se prenose sanitarnim vodama.

PATOGENI ORGANIZAM	BOLEST
Bakterije: Salmonela paratyphphi (A,B,C) Salmonela typhi Shigellae vrste Vibrio cholerae Leptospirae Mycobacterium tuberculosis Pseudomonas aeruginosa	paratifus tifus dizenterija kolera leprirospiroza tuberkuloza infekcije rana, oka, meningitis
Virusi: Poliovirus Echovirus Cocksackievirus (A,B) Hepatitis A Rotavirus Adenovirus	paraliza meningitis meningitis, dišne bolesti meningitis dišne bolesti, groznice miokarditis infektivna žutica povraćanje, proljev, dišne bolesti, očne infekcije
Protozoe: Entamoeba histolytica Giardia lamblia	amebijaza lamblijaza
Helminti: Ascaris lumbricoides Ankylostoma duodenale Echinococcus Schistosoma	askaridoza ankilostomoza ehinokokoza shistosomoza

Izvor: prof. Davor Malus, Građevinski Fakultet Sveučilišta u Zagrebu,
 Zaštita vode – autorizirana predavanja

Morska voda nije prirodan okoliš za većinu mikroorganizama koji otpadnim vodama dopijevaju u more, pa dolaskom u more njihova koncentracija vrlo progresivno opada. Dio mikroorganizama na svojem putu kroz more nestaje jer se akumuliraju u različitim morskim organizmima (školjkaši, ribe). Mikroorganizmi se u morskoj vodi šire turbulencijom i difuzijom (morskih strujanja) a u površinskom sloju i vjetrom. Na život i kretanje mikroorganizama u morskoj vodi nepovoljno utječu: sunčevo zračenje (svjetlo) i temperatura, morske struje, turbulencije, difuzije, salinitet, teške kovine, pH i biološki čimbenici. Ti čimbenici nikad ne djeluju izolirano na preživljavanje mikroorganizama, već stupaju u različite interakcije, a njihovo zajedničko djelovanje skraćuje život mikroorganizama. (npr. duljina preživljavanja pojedinih indikatora kreću se od 2 do 7 sati u uvjetima svjetla, te 70 do 150 sati u uvjetima mraka.) [67]

2.3.3. Hranjive tvari i eutrofikacija

Hranjive tvari (soli) anorganski su spojevi fosfora, dušika i silicija otopljeni u morskoj vodi a imaju važnu ulogu u procesima primarne proizvodnje organske tvari i ograničavanju brzine tih procesa. Hranjive tvari u sanitarnoj otpadnoj vodi mogu uzrokovati prekomjerni rast alga, zbog kojih pada sadržaj kisika u morskoj vodi, pa može

doći do pomora ribe, koralja, morske trave i drugih morskih organizama.[138] Njihovo kruženje u ekosustavu obnavlja se procesima regeneracije iz organske (N i P) i anorganske tvari (Si).

U obalnom su moru također važni vanjski donosi, prvenstveno kopnenim vodama, ali i otpadnim vodama s plovila. Međutim, zbog značajnih promjena sadržaja hranjivih soli u morskoj vodi zbog nepravilnog ispusta urbanih voda može doći do prekomjernog razmnožavanja fitoplanktona i proizvodnje prevelike količine organske tvari. Intenzitet tih procesa određuje stupanj eutrofikacije.

Eutrofikacija je obogaćivanje mora hranjivim tvarima, što rezultira porastom fotosinteze u planktonskih (i bentoskih) alga, te porastom količine novostvorenoga organskog ugljika, pa se to odražava u porastu abundancije, biomase i brzine produkcije alga. Eutrofikacija je uzrokovana stalnim dotokom hranjivih tvari (prvenstveno dušika i fosfora) iz vanjskih izvora u eufotski sloj dijela mora, u odnosu prema tipičnoj razini za šire područje. Do nje može doći prirodnim mehanizmima (donos rijekama, uzdizanjem hranjivim solima iz bogatih pridnenih voda), ali i antropogenim koji uključuju bilo koji oblik ljudske aktivnosti. To su prvenstveno nekontrolirani ispusti hranjivih tvari neodgovarajućim odlaganjem otpadnih voda u more. Dok je prirodna eutrofikacija pozitivna za ekosustav, zbog povećanja bioloških resursa, a negativne su pojave rijetke, antropogena eutrofikacija može narušiti ekološku ravnotežu uz vrlo štetne posljedice. [37]

Osnovni proces jednak je u svim akvatičkim sustavima. Otopljeni organska tvar podložna je brzom mikrobnom razgradnji, nakon koje se oslobađaju anorganske soli: amonijak, nitriti, nitrati, ortofosfati. U toj fazi ekosustav je obogaćen i organskim formama fosfora i dušika. U osvjetljenom dijelu vodenog stupca koji je obogaćen organskim i anorganskim hranjivim tvarima - nutrijentima (eutrofikacija) omogućena je nova primarna produkcija – razvoj fitoplanktona, najvećim dijelom dijatomeja, te drugih skupina na kojima preteže autotrofni način prehrane. [76]

Autotrofni fitoplankton tijekom razvoja također obogaćuje okoliš organskom tvarima. Stanice luče autohtonu organsku tvar (najviše polisaharide), što naknadno omogućava razvoj miksotrofnog fitoplanktona, pretežno dinoflagelata, zelenih planktonskih alga, kriptofita i drugih nanoflagelata. Prema tome u vodi obogaćenoj otopljenom organskom tvarima omogućen je razvoj autohtonih i heterotrofnih bakterija i drugih članova mikrobnog kruga koji su odgovorni za mikrobnu razgradnju organske tvari (nanoflagelata, cilijata), a u procesu sudjeluje i miksotrofni fitoplankton. Na taj način dolazi do postupnog samopročišćavanja vode. Neprekidna eutrofikacija pogoduje održavanju logaritamske faze rasta pojedinih vrsta fitoplanktona, to jest mladog stadija u modelu ekološke sukcesije (cvjetanja). U takvim je uvjetima broj vrsta smanjen, što može poremetiti funkciju ekosustava u cjelini. Porast intenziteta eutrofikacije odražava se u porastu biomase fitoplanktona, brzini primarne produkcije, količini ukupne suspendirane tvari i dnevnog raspona koncentracije kisika, na smanjenu prozirnost vode.

Pretjeran porast količine organske tvari negativno djeluje na razvoj ličinačkih stadija školjkaša. Povećana eutrofikacija u toplijem dijelu godine pogoduje pojavi virusnih infekcija, a vjerojatno i drugih zaraznih bolesti riba. Također utječe na pojačan razvoj nitrofilnih vrsta makrofitskih alga u moru. Negativno djeluje na mnoge vrste karakteristične za čista područja. Osim toga, moguće su i promjene u sastavu zajednica zbog većeg udjela vrsta koje su manje korisne za prehrambeni lanac, a u krajnjemu i razmnožavanje vrsta kojih su metabolički proizvodi toksični.

Suspendirane organske čestice koje ne pojedu planktonski heterotrofi tonu prema dnu. Brzina tonjenja ovisi o veličini čestica i o brzini strujanja vode. Bržem transportu organske tvari prema dnu može pridonijeti zooplankton, koji se hrani primarnom biomasom. U takvim okolnostima intenzivna pridnena mikrobnom razgradnja troši kisik brže nego što se strujanjem vode obnavlja, pa mogu nastati hipoksični i anoksični uvjeti u kojima stradavaju bentoski organizmi.

Mikrobiološkom razgradnjom propale biomase reducira se kisik, pa osobito noću može doći do **hipoksije** (izrazito smanjenje otopljenog kisika, <2,8 mg otopljenog kisika po litri), **anoksije** (potpuni nedostatak otopljenog kisika, <0,1 mg otopljenog kisika po litri) i mortaliteta bentosnih ili nektonskih životinja.

Odnedavno hipoksija i anoksija uzrokovane eutrofikacijom postaju jedan od vodećih ekoloških problema u priobalnim područjima širom svijeta. Hipoksična područja (takozvane "mrtve zone") veličine manjih lokalnih površina do 25 000 kvadratnih milja, sada se obično susreću u obalnim morima Sjeverne i Južne Amerike, Europe, Indije, Afrike, jugoistočne Azije, Japana, Kine, Australije i Novog Zelanda.[39] Do sada je prijavljeno više od 400 obalnih područja koja su prijavljena kao eutrofikacijski uzrokovane "mrtve zone", i njihova raspodjela na svijetu vrlo podudara se s gustoćom naseljenosti stanovništva. [151]

Hipoksija uzrokuje znatne i ozbiljne promjene u mnogim morskim obalnim područjima, uključujući pomor ribe i bentonskih zajednica, promjene u organizmima, smanjenje raznolikosti i bogatstva vrsta itd., što je već dokumentirano i potvrđeno raznovrsnim znanstvenim istraživanjima. Takva istraživanja pokazala su da hipoksija utječe na reprodukciju vrsta tako da utječe na kvalitetu sperme i jajašaca, na uspješnost oplođivanja, kasni razvitak, nepravilnosti u razvoju riba, također na formaciju spola. [43]

Reproduktivna uspješnost ključni je čimbenik koji određuje održivost populacije, zato se hipoksija smatra ozbiljnom prijetnjom za prirodnu riblju populaciju.

Razgradnja crnih otpadnih voda troši kisik iz okolne vode, pa ako je ispuštena koncentracija prevelika, količina kisika raspoloživa za ribe i druge morske organizme može biti nedostatna i dovesti do uginuća organizama u moru. Posebno su osjetljiva zatvorena i plitka mora.

2.3.4. Izbjeljivanje koralja

Toksini iz sanitarne otpadne vode utječu i na rast koralja u morima. Izbjeljivanje je koralja proces u kojemu oni gube svoju prirodnu boju i izbjeljuju. Nastaje zbog raznih uzroka, a jedan je i povećana koncentracija hranjivih tvari, soli (dušika i fosfora) unesenih sanitarnim otpadnim vodama. Stresna situacija dovodi do ugibanja dijela organizama s kojima koralji žive u simbiozi, zbog čega nastaje pojava izbjeljivanja koralja. [155]

2.3.5. Prozirnost mora

Mutnoća mora nastaje od raspršenih tvari, koloida, mikroorganizama, mjehurića plinova i utječe na dubinu prodiranja svjetlosti (eufotički sloj). Na mutnoću djeluje turbulencija, a osobito ispuštanje otpadnih voda. Suspendirane čestice unesene u more otpadnim vodama i sedimentacija organskih čestica autohtonoga podrijetla smanjuju prozirnost mora, pa tako i dubinu prodora sunčevih zraka u vodeni stupac, te na taj način ometaju odvijanje fotosinteze.

Za mjerenje prozirnosti mora služi najčešće „secchi disk”. Secchijev je disk osmislio Angelo Secchi 1865. za mjerenje prozirnosti jezera i mora. Instrument u obliku okrugle ploče promjera od 20 do 25 cm, obojene bijelom bojom, privezan u sredini užetom ili žicom. Uroni se u more pa se polako spušta dok posve ne nestane. Zatim se polako vraća prema gore dok se ne pojavi. Obilježi se mjesto do kojeg je uže uronjeno u more pa se izmjeri udaljenost (dubina). [68]

2.3.6. Ostali štetni utjecaji

Kao ostale štetne utjecaje otpadne crne vode s plovila na morski okoliš važno je spomenuti suspendirane tvari, mirise i plutajuće tvari.

2.3.6.1. Raspršene (*suspendirane*) tvari

Raspršene ili suspendirane tvari u moru organskog su i anorganskog podrijetla. One onečišćuju vodu estetski, ekološki i zdravstveno. Talože se u mirnim vodama ugrožavajući pridneni život (bentos). Na njih se adsorbiraju ioni i molekule drugih tvari i naseljavaju kolonije mikroorganizama. Količine se određuju laboratorijski. Simbol za suspendirane čestice je SS (*suspended solids*) i jedinica su mg/l, g/m³. [27]

2.3.6.2. Mirisi

Miris vode vrlo je važno obilježje. On potječe od različitih hlapljivih tvari otopljenih ili suspendiranih u vodi. Prirodno čisto more ima blagi miris po soli, a otpadne crne vode po fekalijama, mokraći i različitim hlapljivim kemijskim tvarima. Kemijski mirisi otpadne vode mogu biti po sumpornim tvarima, kloru, mineralnim uljima, amonijaku, fenolu, klorofenolu (miris ljekarne), dizelskom gorivu i drugo. Bilo koji strani miris mora prvi je znak njegova onečišćenja i ugrožava gospodarske aktivnosti povezane s morem, kao što su turizam, marikultura, ribolov itd. [79]

2.3.6.3. Plutajuće tvari

Plutajuće tvari vidljive na morskoj površini a podrijetlom su od crnih otpadnih voda, najčešće su posljedica njihova ispuštanja iz tankova za prikupljanje bez prolaska kroz uređaje za obradu i tretman. Ili su prije ispuštanja prošle kroz uređaj za usitnjavanje (*macerator*) ali ne i kroz uređaj za tretman.

Morska pjena koja nastaje zbog morskih organskih mikroorganizama bijele je boje. Međutim pjena proizvedena od onečišćenja, uključujući crne otpadne vode ili drugi industrijski otpad normalno je smeđe boje. Tekstura morske pjene čistoga mora je lagana i lako se daje otpuhati vjetrom. Na površini mora onečišćenoj naftom ili crnim otpadnim vodama dolazi do formiranja guste, debele i smeđe morske pjene. [24]

Takva vidljiva plutajuća onečišćenja također štete estetskom izgledu mora i ugrožavaju gospodarstvo povezano s turizmom.

2.4. Pokazatelji fekalnog onečišćenja mora

Najčešći indikatori onečišćenja mora fekalnim otpadnim vodama su mikrobiološki pokazatelji pa njihova zastupljenost upućuje na potencijalni rizik od zaraznih bolesti. Ono na nekoj točki ispitivanja može jako varirati u vremenu, što ovisi o načinu ispuštanja otpadnih voda i o meteorološkim (vjetar, sunce, temperatura zraka i mora) i

hidrografskim uvjetima (padaline), strujanju mora, ali i o konfiguraciji i mikrokonfiguraciji morskog dna. [77]

Pojedinačno određivanje mikroorganizma u vodi skup je i dugotrajan postupak, zato se traže mikroorganizmi koji su *indikator* određene vrste bakteriološkog onečišćenja. *Ukupni koliformi*, *fekalni koliformi* i *fekalni streptokoki* najčešći su indikatorski mikroorganizmi - indikatori fekalija. Sastavni su dio crijevne flore i u njima ne izazivaju bolest, već samo ako dospiju u tkiva izvan probavnog sustava. *Ukupnim koliformima* pripadaju mikroorganizmi kao što su *Escherichia coli* iz probavnog sustava. *Fekalni koliformi* preciznije određuju mjesto nastanka i obuhvaćaju mikroorganizme samo iz probavnog trakta. *Streptococcus faecalis* također je indikator fekalnog onečišćenja. Broj indikatorskih organizama označava se kao najvjerojatniji broj ili kao broj utvrđen membranskom filtracijom. [57]

Tablica 2.2. Vrijednosti različitih mikrobioloških standarda za različite uporabe.
(EU – Europska unija 1976., US - SAD, WHO - Svjetska zdravstvena organizacija 1993., WCR – šira karipska regija 1998., Island 1999., WB - Svjetska banka 1998.)

Određeno za	EU	US	WHO	WCR	Iceland	WB
Kupanje	2 000 (100)	200	400	200	100	400
Uzgajališta školjkaša	14	14	10	43	14	-
Pitka voda	1	0	0	0	0	-

* Najvjerojatniji broj fekalnih koliforma / 100 ml (MPN/100 ml)

Izvor: M. A.Owilli, “Assesment of Impact of Sewage Effluents on Coastal Water Quality in Hafnarfjordur, Iceland “, Fishers training program, The United Nations University, Reykjavik, Island, 2003.

2.5. Kontrola sanitarne kakvoće morske vode na plažama

Ispravnost mora na javnim plažama za kupanje i rekreaciju prati se određivanjem koncentracije indikatora fekalija u morskoj vodi i uspoređivanjem s propisanim maksimalno dopuštenim vrijednostima.

Praćenje kakvoće mora na plažama u Republici Hrvatskoj regulirano je od 1986. godine. Do 1996. godine kakvoća mora na plažama pratila se na temelju odredaba Pravilnika o kontroli kvalitete morske vode za kupanje i rekreaciju (NN, br. 48/86.). Kriteriji za ocjenjivanje kakvoće mora na plažama u Hrvatskoj, i metode ispitivanja propisane su Uredbom o kakvoći mora za kupanje (Narodne novine, br. 73/08.), koja je usklađena s Direktivom EU o vodi za kupanje i Smjernicama za kakvoću mora za kupanje u Sredozemlju Mediteranskog akcijskog plana Programa Ujedinjenih naroda za okoliš (UNEP/MAP) te s kriterijima Svjetske zdravstvene organizacije (WHO). [168]

Uredbom o kakvoći mora za kupanje (Narodne novine, br. 73/08.) propisano je da poslove kontrole kakvoće mora obavlja pravna osoba kojoj to povjeri županijska skupština. U praksi kontrolu provode županijski zavodi za javno zdravstvo za područje svoje županije. Cjelokupni program stalnog praćenja kakvoće mora na plažama koordinira Ministarstvo zaštite okoliša i prirode – Služba za zaštitu mora i priobalja – područne jedinice Rijeka. [107]

Tablica 2.3. Standardi za ocjenu kakvoće mora nakon svakog ispitivanja.

Pokazatelj	Kakvoća mora			Metoda ispitivanja
	izvrsna	dobra	zadovoljavajuća	
<i>Crijevni enterokoki</i> (bik*/100 ml)	<60	61 - 100	101 - 200	HRN EN ISO 7899-1 ili HRN EN ISO 7899-2
<i>Escherichia coli</i> (bik*/100 ml)	<100	101 - 200	201 - 300	HRN EN ISO 9308-1 ili HRN EN ISO 9308-3

* bik – broj izraslih kolonija

Izvor: Uredba o kakvoći mora za kupanje (Narodne novine, br. 73/08.)

3. PROPISI O POSTUPANJU S CRNIM OTPADNIM VODAMA NA PLOVILIMA

Ispuštanje i zadržavanje crnih i sivih otpadnih voda s plovnih objekata, oprema i svjedodžbe koju plovni objekti trebaju imati regulirani su međunarodnim propisima kao i propisima pojedinih obalnih država. Iako nije pravilo, najčešće države na višem ekonomskom stupnju razvoja imaju i nacionalne zakone koji su djelotvorniji, ili imaju više ograničenja za ispuštanje otpadnih voda s plovila kao i više zahtjeve za čistoćom ili kvalitetom obrađene otpadne vode prije samog ispuštanja.

3.1. Međunarodni propisi

Kada se govori o onečišćenju mora s brodova, većina propisa rezultat je prihvatanja odgovarajućih međunarodnih konvencija donesenih pod okriljem Međunarodne pomorske organizacije (IMO), ali i implementacije propisa Europske unije. [36]

3.1.1. MARPOL konvencija 73/78.

Najvažniji međunarodni propis koji se odnosi na sprječavanje onečišćenja mora s brodova je Međunarodna konvencija o sprječavanju onečišćenja mora s brodova 1973 /78. (MARPOL 73/78.), koju je donio IMO. [90]

Republika Hrvatska je stranka sudionica na temelju notifikacije o sukcesiji (NN MU, 1/92., 4/05.). MARPOL konvencija daje standarde i pravila o sprječavanju onečišćenja mora: uljima, kemikalijama, štetnim tvarima koje se prevoze u upakiranom stanju, fekalijama, smećem i emisijom štetnih plinova. Njezin je cilj spriječiti ili smanjiti onečišćenje mora s brodova bilo da je ono nastalo izvanrednim događajem ili redovitim operacijama broda, pod kojima se upravo smatra ispuštanje ili pražnjenje crnih otpadnih voda. [49]

Konvencija se sastoji od šest priloga, od kojih prilog IV. (*Annex IV.*) sadrži ove odredbe o suzbijanju i nadziranju onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s brodova. Prilog IV. ne odnosi se na sive otpadne vode.

3.1.1.1. Prilog IV MARPOL konvencije

Prilog IV. (*Anex IV.*) Konvencije sadrži ove odredbe o suzbijanju i nadziranju onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s brodova i odnosi se na:

- a) zabranu ili ograničenje ispuštanja,
- b) izdavanje svjedodžaba i pregledi,
- c) oprema i nadzor ispuštanja,
- d) obalni uređaji za prihvrat.

Odredbe Priloga IV Konvencije, primjenjuju se na brodove koji plove na međunarodnim putovanjima, nosivosti su od 400 GT ili više, zatim na brodove koji su

manji od 400 GT i ovlašteni su prevoziti 15 osoba ili više. Pod međunarodna putovanja podrazumijeva se putovanje od zemlje na koju se primjenjuje ova Konvencija, do luke izvan te zemlje ili obratno. Pod pojmom osoba označavaju se članovi posade i putnici. Prema Prilogu IV. MARPOL konvencije ispuštanje je fekalnih otpadnih voda u more dopušteno jedino kad:

- Fekalne otpadne vode nisu smrvljene i dezinficirane, a brod se nalazi 12 nautičkih milja ili više od najbližeg kopna, pod uvjetom da plovi brzinom ne manjom od 4 čv. i da ispuštanje ne prelazi maksimalnu dopuštenu količinu od 1/200 000 volumena koji se računa po formuli: $Dr_{max} = 0,00926 \times V \times D \times B$ gdje je:

Dr_{max} – maksimalna dopuštena količina ispuštanja u m³/sat,

V – prosječna brzina broda tijekom ispuštanja u čv.,

D – gaz u metrima,

B – širina broda u metrima.

(prema IMO rezoluciji MPC.157(55) *Recommendation on standards for the rate of discharge of untreated sewage from ships*, usvojena 13 listopada 2006, i MEPC.164(56), koje su stupile na snagu i primjenjuju se od 1. prosinca 2008.).[127]

- Fekalne otpadne vode koje su smrvljene i dezinficirane u sustavu koji je odobrila nacionalna uprava države potpisnice MARPOL konvencije i ako je brod na udaljenosti većoj od 3 nautičke milje od najbližeg kopna.
- Izljev obrađene fekalne vode iz uređaja u radu odobrenoga od IMO, za koji je nacionalna uprava države potpisnice MARPOL konvencije utvrdila da udovoljava radnim zahtjevima iz Priloga IV. i da su rezultati ispitivanja navedeni u Međunarodnoj svjedodžbi o sprječavanju onečišćenja fekalijama s broda, te da u tom izljevu nema vidljivih plutajućih krutih čestica niti izaziva promjenu boje u okolnoj vodi. Ovakvo je ispuštanje dopušteno kad se brod nalazi u bilo kojoj lokaciji.

Brodovi moraju biti opremljeni jednim od sljedećih sustava otpadnih crnih voda:

- Opremom za obradu fekalnih voda takva tipa koji je odobrila nacionalna uprava države potpisnice MARPOL konvencije i u skladu je sa standardima i metodama ispitivanja razrađenima po IMO-u.
- Sustavom za usitnjavanje i dezinficiranje koji je odobrila nacionalna uprava države potpisnice MARPOL Konvencije, i mora biti opremljen i sredstvima za pohranu crnih otpadnih voda kad je brod bliže od 3 nautičke milje najbližem kopnu.
- Tankom za pohranu otpadnih crnih voda, volumena u skladu sa zahtjevima nacionalne uprave države potpisnice MARPOL Konvencije za zadržavanje svih fekalnih voda, i mora imati sredstva za pokazivanje količine u tanku.

Ako brod ima uređaj za obradu crnih otpadnih voda, on mora udovoljavati propisanim standardima za kakvoću izljeva iz uređaja, [127] što je vidljivo iz tablice 3.1.

Tablica 3.1. Zahtjevni stupanj čistoće crne vode obrađene u uređajima prije njezina ispuštanja s broda u more, prema Prilogu IV. MARPOL-a.

	Količina koliformnih bakterija / 100 ml	Količina suspendirane tvari mg/l	Biokemijska potreba kisika u 5 dana (BPK5) mg/l	
Za uređaje instalirane do 01. siječanj 2010.	250	50 (100)*	50	---
Za uređaje instalirane nakon 01. siječanj 2010.	100	35	25 i Kemijska potreba kisika - 125	6,0 - 8,5

Napomena: *50 mg/l ako se uređaj ispituje na kopnu, 100 mg/l ako se ispituje na brodu
Izvor: Obradio autor.

Međunarodna svjedodžba o sprječavanju onečišćenja fekalijama (*International Sewage Pollution Prevention Certificate - ISPPC*) brodu izdaje država zastave (osoba i organizacija koje je ona ovlastila), nakon osnovnog pregleda broda i uređaja u skladu s odredbama Priloga IV. Konvencije. Svjedodžba se sastoji od općih podataka o brodu, o samom sustavu i tipu uređaja za obradu fekalnih voda, te o rezultatima testa koji moraju biti u skladu s ograničenjima iz tablice 4.

Osim toga brod mora biti opremljen i standardnom priključnicom (propisanih dimenzija) kojom se priključuje na uređaj za prihvrat otpadnih fekalnih voda van broda (kopneni ili na barže).

Vlada svake stranke ugovornice Konvencije dužna je osigurati da bude uređaja za prihvrat fekalnih otpadnih voda u lukama i terminalima, koji neće dovesti do kašnjenja brodova, i koji će udovoljavati njihovim potrebama.

Prema izvješću IMO-a od 31. 01. 2012. Prilog IV. MARPOL konvencije potpisalo je 129 država, što iznosi 86,69 % svjetske tonaže.[123] Među poznatijim državama koje nisu potpisale Prilog IV Konvencije su Novi Zeland i SAD.

Budući da nisu sva mora jednako osjetljiva na utjecaj fekalnih otpadnih voda, a ni jednako njima opterećena, najnovija istraživanja i dokazi doveli su do razmatranja i uvođenja novih amandmana na Prilog IV. MARPOL-a koji se odnose na uspostavljanje „specijalnih područja“ za sprječavanje onečišćenja fekalnim otpadnim vodama s brodova. Osim toga teži se i dodatnim standardima za kakvoću izljeva iz uređaja za tretiranje takvih otpadnih voda samo za putničke brodove s više od 12 putnika, a plove u "specijalnim područjima", čime bi se reduciralo unošenje hranjivih tvari, poput dušika i fosfora, iz fekalnih voda u more (reduciranje koncentracije dušika na manje od 20 mg/l ili najmanje 70%, te koncentracije fosfora na manje od 1,0 mg/l, ili najmanje 80%). IMO rezolucija MEPC.200(62) donesena 15. lipnja 2011. sadržava odredbe za „specijalna područja“ i to je

Baltičko more na koje se primjenjuje Prilog IV. MARPOL-a. [129]. Proglašenje je stupilo na snagu 01.siječnja 2013. godine.

Baltičko more je zatvoreno manjega saliniteta, pa je zbog unosa hranjivih tvari došlo do porasta količine alga i planktona, produkcije organskih tvari i smanjenog sadržaja kisika, te neravnoteže u ekosustavu. Amandmani iz ove rezolucije primjenjivat će se od 1.siječnja 2016. godine uvjetno ako se osiguraju lučke prihvatne instalacije za fekalne vode (*PRF – Port Reception Facility*). Prema tim amandmanima zabranjeno je svako ispuštanje fekalnih voda s putničkih brodova osim ako brod ima ugrađen odobreni uređaj koji može reducirati sadržaj hranjivih tvari (fosfora i dušika) na već propisane standarde za kvalitetu ispusta. Alternativno brodovi mogu iskrcati fekalne vode samo u lučke prihvatne instalacije.

3.1.2. Konvencija Ujedinjenih naroda o pravu mora (1982.)

Uz MARPOL 73/78. konvenciju onečišćenjem s brodova bavi se i Konvencija Ujedinjenih naroda o pravu mora (1982.) (*The United Nations Convention on Law of the Sea; UNCLOS*). Po Konvenciji ovlasti u sprječavanju onečišćenja uz državu zastave imaju i obalne države i države luke.

Konvencija Ujedinjenih naroda o pravu mora upućuje države koje se nalaze na morskoj obali na suradnju, pa između ostalog i na usklađivanje ostvarivanja prava i dužnosti u zaštiti i očuvanju morskog okoliša. "Države donose zakone i druge propise za sprečavanje, smanjivanje i nadziranje onečišćenja morskog okoliša s brodova koji vijore njihovu zastavu ili su upisani u upisnik na njihovom području. Ti propisi i mjere ne smiju biti manje djelotvorni od općeprihvaćenih međunarodnih pravila i standarda usvojenih preko nadležne međunarodne organizacije ili na općoj diplomatskoj konferenciji." [90]

3.2. Regionalni propisi

Iako nisu ni približno detaljne poput MARPOL 73/78. konvencije, među ostale važne međunarodne izvore glede zaštite mora od onečišćenja otpadnim fekalnim vodama s brodova, ubrajaju se i regionalne konvencije.

3.2.1. Konvencija o zaštiti Sredozemnog mora (1976.) s protokolima (Barcelonska konvencija) i Konvencija za zaštitu morskog okoliša i obalnog područja Sredozemlja

Konvencija o zaštiti Sredozemnog mora od onečišćenja s protokolima (1976.) – Barcelonska konvencija, (*Convention for the Protection of the Mediterranean Sea Against Pollution*) prihvaćena je u Barceloni 1976. i izmijenjena u Barceloni 1995. kao Konvencija o zaštiti morskog okoliša i obalnoga područja Sredozemlja (*Convention for the Protection of the Marine Environment and the Coastal Region of the Mediterranean*). [95] Osnovna obveza država potpisnica Konvencije je poduzimanje svih potrebnih mjera za sprečavanje, smanjivanje i suzbijanje onečišćenja, te zaštitu i unaprjeđenje morskog okoliša. Što se područja primjene tiče, Konvencija se odnosi na sva morska područja bez obzira na pravni

status, osim unutrašnjih morskih voda obalnih država, na koje se primjenjuje nacionalno pravo usklađeno s odredbama Konvencije.[11]

Obje Konvencije u biti imaju za cilj obvezivanje država potpisnica na donošenje zakona i provođenje mjera u okviru svojih nacionalnih pravnih propisa, kojim bi se uz ostala onečišćenja kontroliralo i suzbijalo onečišćenje mora fekalijama. Međutim, ne ulazi se ni u kakve detaljne prijedloge da se spriječi onečišćenja mora fekalijama s plovila.

3.2.2. Konvencija o zaštiti morskog okoliša baltičkog područja, 1992 (Helsinška konvencija)

Konvencija o zaštiti morskog okoliša u baltičkom području, 1992. - Helsinška konvencija (*Convention on the Protection of the Marine Environment of the Baltic Sea Area, 1992. - Helsinki Convention*) stupila je na snagu 17. siječnja 2000. godine i potpisale su je sve susjedne države iz Europske unije. Već u 1974. godine svi su izvori onečišćenja Baltičkog mora postali objektom Konvencije u Helsinkiju 1974. godine, koja je stupila na snagu u 1980. godini i bile su je potpisale svih sedam obalnih država Baltičkog mora iz tog vremena. Konvencija ima za cilj spriječiti i eliminirati sve vrste onečišćenja poradi promicanja ekološke obnove Baltičkog mora i očuvanja njegove ekološke ravnoteže.

Upravno tijelo Konvencije je Helsinški odbor (Helsinki Commission - HELCOM). [92]

Konvencija o zaštiti morskog okoliša Baltičkog mora iz 1992. u svojem Prilogu 4., koji se odnosi na ispuštanje crnih otpadnih voda, primjenjuje sva pravila MARPOL Priloga IV. s tom razlikom što se ona odnose i na manje brodove s manjim brojem osoba, nego je to propisano MARPOL Prilogom IV. Tako Helsinška konvencija primjenjuje odredbe MARPOL Priloga IV. na: sve brodove od 200 GT i više, na brodove manje od 200 GT i koji imaju više od deset osoba na brodu, te na brodove kojima tonaža nije utvrđena i imaju više od deset osoba na brodu.[92]

3.2.3. Konvencija o zaštiti morskog okoliša u sjeveroistočnom Atlantiku 1992. (Konvencija OSPAR)

Konvencija o zaštiti morskog okoliša u sjeveroistočnom Atlantiku, 1992. - Konvencija OSPAR (*Convention for the Protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic 1992 - OSPAR Convention*) stupila je na snagu 25. ožujka 1998. Zamjenjuje Konvencije iz Osla i Pariza ali dogovor, odluke, preporuke i sve ostalo donesene pod okriljem tih Konvencija i dalje će biti primjenjivi, nepromijenjeni u svojoj pravnoj prirodi, osim ako su ukinuti novim mjerama donesenim na temelju Konvencije OSPAR iz 1992. godine. Konvenciju su potpisale i ratificirale sve ugovorne stranke izvorne Konvencije Osla i Pariza, (Belgija, Danska, Finska, Francuska, Njemačka, Island, Irska, Nizozemska, Norveška, Portugal, Španjolska, Švedska, Ujedinjeno Kraljevstvo Velike Britanije i Sjeverne Irske, i Europska unija) i Luksemburg i Švicarska. U Konvenciji OSPAR sadržano je više priloga (*aneksa*) koji se bave prevencijom i otklanjanjem onečišćenja, uz one ljudske aktivnosti što bi mogle negativno utjecati na morski okoliš u sjeveroistočnom Atlantiku.

Tako se Prilog 1. odnosi na „sprječavanje i otklanjanje onečišćenja s kopna”, Prilog 2. na „sprječavanje i otklanjanje onečišćenja od odlaganja ili spaljivanja”, Prilog 3. na „sprječavanje i otklanjanje onečišćenja iz odobalnih izvora”, Prilog 4. na „procjenu kvalitete morskog okoliša”.

Jedino se Prilog 2. Konvencije odnosi na brodove i zrakoplove, ali jedino u kontekstu kad se njima koristi kao prijevoznim sredstvima za otpad ili spaljivanje otpada, a ne u redovnim plovidbenim operacijama nevezanima s otpadom kao teretom. Za redovite plovidbene brodske operacije ne mogu se donijeti u skladu s Konvencijom. Takva pitanja koja sadrže ovakvu pomorsku problematiku mora rješavati Međunarodna pomorska organizacija. [93]

3.2.4. Propisi Europske unije

Države članice EU potpisnice su MARPOL konvencije, prema kojoj primjenjuju odredbe i ograničenja glede ispuštanja crnih otpadnih voda s plovila. EU je poradi zaštite i očuvanja morskog okoliša u cjelini utkala mnoge dokumente, strateške instrumente, inicijative i akcijske planove. [26]

Od institucija i tijela EU-a za praćenje i kontrolu onečišćenja najvažnija je Europska agencija za okoliš (*European Environment Agency - EEA*). Počela je s radom 1994. godine. Sjedište joj je u Kopenhagenu. Sve države članice Europske unije su i njezine članice, ali to mogu postati i druge države. Sada ih je 33. Uz 28 država članica Unije, to su i Island, Norveška, Lihtenštajn, Turska i Švicarska. Agencija je posvećena osnivanju mreža za informiranje i praćenje stanja europskog okoliša poradi pružanja objektivnih, pouzdanih i usporedivih informacija EU i državama članicama kako bi se poduzele potrebne mjere zaštite okoliša, procijenili rezultati i radi informiranja javnosti o stanju okoliša.

Međunarodna pomorska politika još je uvijek u okviru Međunarodne pomorske organizacije (IMO), a propisi EU njezina su dopuna. Uredbe i Direktive EU posvećene zaštiti morskog okoliša s brodova i sigurnosti plovidbe uglavnom prihvataju standarde IMO konvencija, te ubrzavaju njihovu primjenu ili pozivaju države članice na njihovo brže prihvaćanje.

Europska agencija za pomorsku sigurnost (*European Maritime Safety Agency - EMSA*) osnovana je kao posebno nadzorno tijelo Europske unije s glavnom zadaćom pratiti učinkovitost provedbe propisa o sigurnosti u brodarstvu i sprečavati onečišćenja s brodova, praćenje, provedbu i učinkovitost pojedinih mjera unutar EU-a. [121] EMSA nema zakonodavnu funkciju, ali je važna u provedbi i nadzoru pomorskog politike zemalja EU i za praćenje uključivanja relevantnih propisa Europske unije u nacionalno zakonodavstvo. [35]

Što se tiče povezanosti između međunarodnih propisa i zakonodavstva EU-a, važno je znati da su članice Unija potpisnice gotovo svih međunarodnih konvencija i ugovora koji se bave zakonima o zaštiti morskog okoliša. EU može pojačati učinkovitost tih konvencija i sporazuma donošenjem sekundarnog prava (direktiva ili propisa) koje države članice moraju provesti ili ih izravno primjenjivati.

3.2.4.1. EC Directive

Na razini EU nema jednoga jedinstvenog i sveobuhvatnog propisa o zaštiti morskog okoliša, kao što je to MARPOL konvencija. Donijeti su za različite izvore onečišćenja i opasnosti za morski okoliš (primjerice, onečišćenje naftom, opasnim tvarima, eutrofikacija, uništenje staništa, problem komunalnog otpada) različiti propisi kojima se sprječava onečišćenje mora.

Najznačajniji propisi povezani s crnim otpadnim vodama s plovila jesu:

- **Direktiva 2000/59/EZ Europskoga parlamenta i Vijeća o lučkim uređajima za prihvrat otpada koji stvaraju brodovi i ostataka tereta** (*Directive 2000/59/EC of the European Parliament and of the Council of 27 November 2000 on port reception facilities for ship-generated waste and cargo residues-Commission declaration*). Deklaracija Komisije u svezi s lučkim uređajima za prihvrat otpada koji stvaraju brodovi i ostataka tereta donijeta je radi osiguranja zajedničkih ekoloških standarda za prihvatna postrojenja u svim lukama unutar Europske unije. Svrha je smanjiti količinu ispusta otpada. [114]
- **Direktiva komisije 2007/71/EZ od 13. prosinca 2007. o izmjenama i dopunama Priloga II. Direktivi 2000/59/EZ Europskoga parlamenta i Vijeća o lučkim uređajima za prihvrat otpada koji stvaraju brodovi i ostataka tereta** (*Commission Directive 2007/71/EC of 13 December 2007 amending Annex II of Directive 2000/59/EC of the European Parliament and the Council on port reception facilities for ship-generated waste and cargo residues*) zahtijeva od brodova da moraju izvijestiti luku dolaska o stanju crnih otpadnih voda na brodu tako da zapovjednik broda izvijesti lučke vlasti najmanje 24 sata unaprijed na predviđenom formularu. Od brodova se traži da svoje crne otpadne vode iskrcaavaju u lučke prijemne instalacije za tu svrhu ako brod nije u mogućnosti ispuštati crne otpadne vode u skladu s MARPOL-om ili ako brod nema dostatno kapaciteta da bi zadržao svoje crne otpadne vode na brodu sve do iduće luke uplovljavanja, uključujući i crne otpadne vode koje će se stvarati do te iduće luke dolaska. Svrha ovog propisa je da smanji ispuštanje crnih otpadnih voda u more, posebice onih ilegalnih ispuštanja bliže od tri nautičke milje. Pravilo se ne odnosi na brodice i jahte s manje od 12 putnika ni na ribarske brodove. Prema Pomorskom zakoniku (Članak 5.) *Broдика* jest plovni objekt namijenjen za plovidbu morem koji nije brod ili jahta, duljine veća od 2,5 m ili ukupne snage porivnih strojeva veće od 5 kW. *Jahta* jest plovni objekt za sport i razonodu, neovisno koristi li se njome za osobne potrebe ili za gospodarsku djelatnost, a duljina joj je veća od 12 m i namijenjena je za dulji boravak na moru, te uz posadu može prevoziti ne više od 12 putnika. *Ribarski brod* jest brod s mehaničkim porivom namijenjen i opremljen za ulov ribe i drugih živih bića iz mora ili na morskom dnu, duljine veće od 12 m, i bruto tonaže veće od 15.[95] Direktiva 2000/59/EU nastoji postići iste ciljeve kao i MARPOL konvencija. Međutim, Direktiva je usmjerena na aktivnosti brodova u lukama pa detaljno uređuje pravne, financijske i praktične odgovornosti različitih aktera koji su uključeni u iskrcaj otpada i ostataka u lukama. [113]
- **Direktiva 2005/35/EZ Europskog parlamenta i Vijeća od 7. rujna 2005. o onečišćenju s brodova i uvođenju kazna za prekršaje** (*Directive 2005/35/EC of the European Parliament and of the Council of 7 September 2005 on ship-source pollution and on the introduction of penalties for infringements*) donijeta je poradi uvođenja i primjene međunarodnih standarda o onečišćenju s brodova u pravo EU, te osigurava kažnjavanje osoba za ispuste s brodova. Direktiva se, u skladu s međunarodnim pravom, primjenjuje na ispuste onečištača u: unutrašnje morske vode i teritorijalno more država članica, tjesnace koji služe međunarodnoj plovidbi, gospodarski pojas ili neku drugu ekvivalentnu zonu države članice (uspostavljenu u skladu s međunarodnim pravom) i u otvorena mora. Primjenjuje se na ispuste iz svakog broda bez obzira na njihovu zastavu. Ne primjenjuje se na ratne brodove i pomoćne ratne brodove i državne, ili javne brodove (brodovi u vlasništvu ili u izravnoj uporabi države, ili oni koji na neko vrijeme služe državi radi obavljanja njenih javnih funkcija, niti u negospodarske svrhe, kao što su policija, carina, kapetanija, obalna straža itd.). [115]

- **Direktiva Vijeća 96/98/EZ od 20. prosinca 1996. o pomorskoj opremi** (*Council Directive 96/98/EC of 20 December 1996 on marine equipment*) dopunjena je s: Direktivom komisije 98/85/EZ. Direktiva 2002/75/EZ (Prilog A). U ovoj direktivi posebno mjesto ima i oprema za obradu fekalnih voda na brodovima. [116]
- **Direktiva 2002/84/EZ Europskog parlamenta i Vijeća od 5. studenog 2002. koja dopunjava Direktivu o sigurnosti na moru i sprečavanju onečišćenja uzrokovanog brodovima** (*Directive 2002/84/EC of the European Parliament and of the Council of 5 November 2002 amending the Directives on maritime safety and the prevention of pollution from ships*) donesena je kako bi se poboljšala provedba propisa EU o sigurnosti na moru, sprječavanju onečišćenja s brodova i uvjetima života i rada na brodovima upućivanjem na „Odbor za sigurna mora i sprječavanje onečišćenja s brodova“ (*Committee on Safe Seas and the Prevention of Pollution from Ships - COSS*) [118], te ubrzavanjem ažuriranja i olakšavanjem izmjena tog zakonodavstva s obzirom na razvoj međunarodnih instrumenata primjenjivih u području pomorske sigurnosti, sprječavanja onečišćenja s brodova te životnih i radnih uvjeta na brodu, u skladu s Uredbom (EZ) br. 2099/2002. [119]

3.2.5. Propisi u SAD-u

Sjedinjene Američke Države nisu potpisnica MARPOL Priloga IV. konvencije, [122] već za ovu problematiku ispuštanja crnih otpadnih voda s plovila u more imaju svoje nacionalne propise. Prema IMO „*Conventions by country*“ od 25. veljače 2010., SAD je ratificirao Priloge I., II., III., V. i VI. MARPOL konvencije, ali nije Prilog IV. koji sadržava odredbe o sprječavanju onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s brodova.

Primarne federalne agencije koje imaju jurisdikciju nad problematikom sanitarnih otpadnih voda na moru jesu:

- Američka obalna straža (*U.S. Coast Guard*) - ima primarnu ulogu u istražnim ili kontrolnim postupcima prema brodovima. Osim toga i ispituje, odobrava i izdaje svjedodžbe o uređajima za obradu crnih otpadnih voda u skladu s tipovima i standardima Američke obalne straže i Agencije za zaštitu okoliša.
- Agencija za zaštitu okoliša (*Environmental Protection Agency*) - donosi i razvija standarde i propise koji se odnose na onečišćenje s brodova.
- Odjel pravde (*Department of Justice*) - vodi sudske procese protiv prekršitelja saveznih zakona, pa tako i onih povezanih s onečišćenjem mora s brodova.

Clean Water Act Paragraf 312, donesen od Agencije za zaštitu okoliša (*Environmental Protection Agency*), odnosi se na standarde izljeva iz uređaja za obradu crnih otpadnih voda (*Marine Sanitation Device – MSD*) i procedure za određivanje zona zabranjenog ispuštanja za brodske crne otpadne vode (*No Discharge Zones – NDZ*). [148] Sada ima ukupno 67 zona zabranjenog ispuštanja (NDZ) u SAD-u. [150] Zonu zabranjenog ispuštanja (*No Discharge Zones – NDZ*) za brodske crne otpadne vode može odobriti Agencija za zaštitu okoliša (EPA) u tri slučaja kako slijedi:

- a) ako okoliš treba veću zaštitu i ako postoje adekvatne prihvatne stanice za fekalne otpadne vode,
- b) posebne morske vode koje imaju određenu okolišnu važnost,
- c) zone crpljenja ili uzimanja pitke vode.

Općenito govoreći, Paragraf 312 provodi se u suradnji s Američkom obalnom stražom i Agencijom za zaštitu okoliša. U skladu s tim paragrafom moraju biti instalirani uređaji za obradu crnih otpadnih voda (MSD) na plovilima, odobreni i atestirani od Američke obalne straže, i to na svim komercijalnim i rekreacijskim plovilima, na kojima su instalirani zahodi.

Američka obalna straža prepoznaje i odobrava tri tipa uređaja za obradu crnih otpadnih voda (*Marine Sanitation Device - MSD*): koji su prema *33 CFR Part 159*²:

- Tip I MSD - protočni je uređaj kojim se obično koristi za drobljenje i dezinfekciju pri obradi fekalnih otpadnih voda. Tip I uređaj može biti upotrebljavan samo na brodovima kraćima od 19,7 m (65 stopa).
- Tip II MSD - također je protočni uređaj koji radi na načelu biološke obrade i dezinfekcije, a neki od njih koriste se drobljenjem i dezinfekcijom. Ovaj tip uređaja može biti na plovilima bilo koje veličine.
- Tip III MSD - tankovi su fekalne vode u koje se one skladište dok se pravilno ne ispumpaju u kopnene instalacije ili na moru (dalje od tri nautičke milje od najbližeg kopna). Također se može upotrebljavati na plovilima bilo koje veličine.

Tako se Tip II MSD može upotrebljavati u kombinaciji s tankom u kojemu je uskladištena obrađena otpadna fekalna voda dok se dođe do kopnenih instalacija za prihvata ili za ispumpavanje u more, ali ne bliže od tri nautičke milje od obale.

Uz iznesene federalne propise u SAD-u, postoje i propisi njegovih pojedinih država koje imaju svoje propise. Tako je najpoznatija država **Aljaska** zbog svoje specifičnosti prirodnog okoliša, donijela propise i ograničenja najstrožija od svih ostalih država. Standardi za ispušt iz uređaja za obradu fekalnih voda navedeni su u :

33 CFR Part 159 Subpart E , a odnose se na brodove za kružna putovanja (*cruisere*). [140] Prema tom zakonu, ispuštanja tretirane vode iz uređaja za obradu crne otpadne vode (MSD), dopuštena su kad brod plovi brzinom od najmanje šest čv. i nalazi se više od jedne nautičke milje od najbliže obale, te ispušena voda kvalitetom udovoljava standardu za ovakve vode u tablici 3.2. [140]

Uz Aljasku i druge države imaju svoje propise pa tako Florida ima „*Florida Statutes, Title XXIV Vessels, Chapter 327 Vessel Safety Section 327.53 Marine Sanitation*“, kojim se propisuje da svako plovilo od 26 stopa ili duže, i s kabinom s ležajevima, mora imati zahod u radnom stanju trajno instaliran ili prenosnog tipa. Crne otpadne vode ne smiju se prazniti u vodama Floride a zahodi ili spremnici crnih otpadnih voda moraju biti opremljeni ventilom i plombirani da se ne mogu otvoriti i prazniti u more. Sav otpad iz zahoda i spremnika crnih otpadnih voda moraju se prazniti u odobrene prihvatne stanice. [149]

² CFR-Code of Federal Regulations, naslov 33 je za navigaciju i navigacijske vode, Dio 159-uređaji za obradu crnih otpadnih voda

Tablica 3.2. Usporedba standarda za ispušt fekalnih voda na području SAD-a.

TIP SUSTAVA	KOLIČINA KOLIFORMNIH BAKTERIJA	KOLIČINA SUSPENDIRANE TVARI	BIOKEMIJSKA PORTEBA KISIKA U 5 DANA (BPK5)	PH	KLOR
Type I MSD	1 000 col/100 ml	Bez vidljivih plutajućih čestica	-----	-----	-----
Type II MSD	200 col/100 ml	150 mg/100 ml	-----	-----	-----
Aljaska - Standard za ispušt crnih voda s velikih komercijalnih brodova (cruisera) 1	20 col/100 ml	30 mg/l mjesečni prosjek 45 mg/l tjedni prosjek.	30 mg/l mjesečni prosjek 45 mg/l tjedni prosjek.	6.0 - 9.0	10 mg/l
Aljaska - Standard za sive vode i crne vode s drugih brodova 2	200 col/100 ml	150 mg/l	-----	-----	-----

Napomena: 1 Code of Federal Regulations (CFR) 159.309

2 Alaska Regulations Section 46.03.463, subsections b and c

Izvor: Maine Government

(www.maine.gov/dep/blwq/topic/vessels/effluentchart.pdf) (27. 02. 2010.)

3.2.6. Propisi u Australiji

Australija je potpisnica MARPOL konvencije sa svim njezinim prilogima i primjenjuju se sve odredbe Priloga IV. MARPOL konvencije. Inspekcije brodova koji plove australijskim vodama izvršava AMSA (*The Australian Maritime Safety Authority*). To je vladina organizacija koja djeluje na efikasnost sigurnosti i drugih servisa u australskoj pomorskoj industriji. Organizacijski i s ovlastima djeluje poput američke obalne straže (*US Coast Guard*).

Australija pored primjene Priloga IV. MARPOL-a ima vrlo detaljno razrađene propise koji se odnosi na manja plovila u nacionalnoj plovidbi, na područja nacionalnih parkova i unutarnjih morskih voda.

Uz odredbe MARPOL-a postoje i propisi koji se odnose na pojedina područja (prvenstveno na *Great Barrier Reef*, ili državu *Queensland*), donesena na državnoj ili federalnoj razini. Od 1. siječnja 2010. vrijedi novi zakon za državu Queensland koji je fokusiran na plovila većeg kapaciteta u stvaranju fekalnih otpadnih voda, sva plovila koja imaju više od šest osoba. Zakon se uz MARPOL-om obuhvaćene brodove, primjenjuje na sva ostala plovila: **komercijalna, rekreacijska i ribarske brodove**. [152]

Prema tim propisima zabranjeno je ispuštiti netretirane fekalne vode u vode Quenslanda za sve brodove koji imaju više od 16 osoba, a za brodove od 7 do 15 osoba zabranjeno je ispuštiti netretirane fekalne vode bliže na 1 nautičku milju od najbliže obale, koraljnih grebena ili ljudi u moru (misli se na plivače, ribare ili sportaše koji su u moru zbog svojih namjernih aktivnosti). [134] U tablici 3.3. prikazani su uvjeti za ispuštanje fekalnih otpadnih voda u vodama Australije.

Tablica 3.3. Standardi za ispuštanje fekalnih otpadnih voda u Australiji.

Brodovi/područje plovidbe	Način ispuštanja	Uvjeti za ispuštanje
Brod u međunarodnoj plovidbi	tretirani i dezinficirani ispust kroz odobren sustav	• > 3 nm od najbliže obale
Brod u međunarodnoj plovidbi	crne vode iz tanka crnih voda (tretirane ili netretirane)	• > 12 nm od najbliže obale; i • brzina ispuštanja mora biti odobrena administracijom • brod mora biti u plovidbi brzinom min 4 čv.
Brod u međunarodnoj plovidbi	tretirane crne ispustne vode ispuštene kroz IMO odobren uređaj za obradu crnih voda, također integralni uređaj za obradu crnih voda koji uključuje: • ulaz sivih voda • ulaz iz uređaja za procesuiranje ostataka hrane	• Ispust ne smije sadržavati vidljive krute čestice niti zamućivati okolnu vodu • U lukama se traži dopuštenje lučkih vlasti za uporabu ako je dopuštena • Brodovi se moraju uvjeriti da je uređaj za obradu crnih otpadnih voda potpuno ispravnog stanju za vrijeme boravka u australskim vodama. • Hranu ili biološki otpad odstranjen iz jedinice za filtriranje, zabranjeno je ispustiti u more 12 nm od najbliže obale.
Brod u domaćoj plovidbi		• Preporučuje se da su u skladu s Prilogom IV. MARPOL-a. • Lokalni zakoni mogu zabraniti ispuštanje crnih voda u lukama.
Great Barrier Reef Marine Park Brodovi na međunarodnom putovanju koji ulaze u australske vode	sva ispuštanja crnih otpadnih voda	• U skladu s Prilogom IV. MARPOL-a, i gdje je primjenjivo s dodatnim ograničenjima u skladu s uvjetima GBRMP odobrenjem
Great Barrier Reef Marine Park Brodovi u domaćoj plovidbi	sva ispuštanja crnih otpadnih voda	• Preporučuje se da su u skladu s Prilogom IV. MARPOL-a. • U skladu sa zahtjevom (Part 3A od GBRMP Propisa (93A-93G) za oba, tretirana i netretirana ispuštanja • I gdje je primjenjivo s dodatnim ograničenjima u skladu s uvjetima GBRMP odobrenjem
Queensland State Waters mali brodovi, brodovi registrirani u Australiji i rekreacijski Transport Operations (Marine Pollution) Act 1995	ako plovila nemaju uređaj za obradu crnih otpadnih voda, opcije su kako slijedi: • korištenje zahodima na kopnu kad god je moguće • korištenje prijenosnih zahoda koje je potrebno prazniti u kopnene septičke sustave • zadržavanje crnih voda na brodu u tanku crnih voda koji je neophodno isprazniti u kopnene instalacije kanalizacije	• Ako brod ima više od 16 osoba, nije dopušteno ispuštati netretirane crne otpadne vode bilo gdje u vodama Quenslanda • Ako brod ima 7 - 15 osoba, nije dopušteno ispuštati netretirane crne otpadne vode unutar 1nm (1852 m) od grebena, otoka ili najbliže obale

Izvor: AMSA, Australian Government,
http://www.amsa.gov.au/Marine_Environment_Protection/Protection_of_Pollution_from_Ships/Discharge_Standards.asp (26. 02. 2010.)

3.3. Nacionalni propisi u Republici Hrvatskoj koji se odnose na zaštitu mora od onečišćenja fekalnim vodama s plovila

Kada se govori o onečišćenju mora s brodova, većina propisa rezultat je prihvatanja odgovarajućih međunarodnih konvencija pod okriljem Međunarodne pomorske organizacije, ali i implementacije propisa Europske unije. [36]

Republika Hrvatska postala je strankom MARPOL konvencije notifikacijom sukcesije 1991. godine. Do danas Hrvatska je u svoj pravni sustav ugradila odredbe MARPOL konvencije i odredbe Europske unije; primjerice, Direktiva 2000/59/EZ o lučkim uređajima za prihvrat otpada koji stvaraju brodovi i ostataka tereta, kao dio procesa pristupanja Europskoj uniji.

3.3.1. Zakoni, pravilnici, uredbe

Od nacionalnih propisa u kojima postoje odredbe o zaštiti od onečišćenja mora, u koje ubrajaju i onečišćenja mora crnim otpadnim vodama, najznačajniji su:

3.3.1.1. Pomorski zakonik (NN, 181/04.)

Odredbama Pomorskog zakonika utvrđuju se: morski i podmorski prostori Republike Hrvatske i uređuju pravni odnosi u njima, sigurnost plovidbe u unutarnjim morskim vodama i teritorijalnom moru Republike Hrvatske, zaštita i očuvanje prirodnih morskih bogatstava i morskog okoliša, osnovni materijalno-pravni odnosi u pogledu plovinih objekata, ugovorni i drugi obvezni odnosi koji se odnose na brodove, upise plovinih objekata, ograničenje brodareve odgovornosti, ovrha i osiguranja na brodovima.

Pomorski zakonik određuje da: „zapovjednik broda, članovi posade broda, osoba koja upravlja brodicom ili jahtom i članovi posade brodice ili jahte moraju prilikom plovidbe unutarnjim morskim vodama i teritorijalnim morem Republike Hrvatske poštovati međunarodne propise i standarde i hrvatske propise o zaštiti od onečišćenja mora i zraka s pomorskih objekata i onečišćenja prouzročenog potapanjem s pomorskih objekata.“ (čl. 64. stavak 2).

Pomorski zakonik ne donosi nikakve mjere po kojima bi se zaštita od onečišćenja mora trebala provoditi, već upućuje na način donošenja detaljnijih propisa: „Potanje propise o zaštiti od onečišćenja morskog okoliša s pomorskih objekata, te provođenju istraga onečišćenja mora donosi ministar“ (čl. 64. stavak 6). [95]

3.3.1.2. Zakon o zaštiti okoliša (NN, 110/07.)

Zakon o zaštiti okoliša („Narodne novine“, br. 110/07.), čl. 24. st.1.: “Zaštita mora obuhvaća mjere zaštite mora uključujući morski ekosustav i obalno područje kao nedjeljive cjeline, sprječavanje štetnih zahvata na morski ekosustav, sprječavanja onečišćenja mora iz zraka, s kopna, s plovila i drugih onečišćivača uslijed pomorskog prometa uključujući i onečišćenje prouzročeno odbacivanjem s brodova ili iz zrakoplova sa svrhom potapanja ili spaljivanjem na moru, te prekograničnog onečišćenja, kao i sprječavanje onečišćenja uslijed velikih nesreća i uklanjanje njihovih posljedica.”[99]

3.3.1.3. *Zakon o vodama (NN, 153/09.)*

Odredbe ovog zakona odnose se između ostaloga i na: zaštitu voda od onečišćenja u “priobalnim vodama” i vodama teritorijalnoga mora s plovila, potapanjem, iz zraka ili zrakom, od djelatnosti na morskome dnu i u morskom podzemlju, uključujući onečišćenja sa sprava, uređaja i cjevovoda položenih na morskom dnu. Izraz “priobalne vode” u smislu ovoga Zakona, ima sljedeće značenje: to su površinske vode unutar crte udaljene jednu nautičku milju od polazne crte od koje se mjeri širina voda teritorijalnog mora u smjeru pučine, a u smjeru kopna protežu se do vanjske granice prijelaznih voda (čl. 3.). Ovim se zakonom uređuje i upravljanje kakvoćom površinskih voda koje se koriste za kupanje.

Zakon o vodama upućuje da se zaštita voda od onečišćenja u priobalnim vodama i vodama teritorijalnoga mora s plovila provodi po posebnim propisima kojima se uređuje zaštita okoliša i po Pomorskom zakoniku.

3.3.1.4. *Zakon o pomorskom dobru i morskim lukama (NN, 158/03.)*

Ovim se Zakonom uređuje: pravni status pomorskog dobra, utvrđivanje njegovih granica, upravljanje i zaštita pomorskog dobra, upotreba i korištenje, razvrstaj morskih luka, lučko područje, osnivanje lučkih uprava, lučke djelatnosti i njihovo obavljanje, gradnja i korištenje lučke nadgradnje i podgradnje, te bitna pitanja o redu u morskim lukama.

Zakonom se definira pomorsko dobro kojeg između ostalog čine unutarnje morske vode i teritorijalno more, morsko dno i podmorje.

Člankom 90. Zakona zabranjuje se u more i na morsku obalu ispuštati krute i tekuće otpade, zauljene vode, fekalije i ostatke tereta s broda i sve druge tvari koje onečišćuju pomorsko dobro. Plovni, plutajući i nepomični odobalni objekti mogu prazniti spremišta otpada, zauljenih voda, fekalija i ostataka tereta s broda kao krutog i tekućeg i svih drugih tvari koje onečišćuju pomorsko dobro samo na mjestima u luci ili izvan nje gdje postoje uređaji za prihvrat tih tvari. Ako lučka kapetanija utvrdi da bi zbog nepražnjenja tih spremišta moglo doći do onečišćenja mora tijekom plovidbe, naredit će zapovjedniku plovnoga, plutajućeg i nepomičnog odobalnog objekta da prije isplovljenja iz luke ta spremišta isprazni. [97]

3.3.1.5. *Pravilnik o uvjetima i načinu održavanja reda u lukama i na ostalim dijelovima unutarnjih morskih voda i teritorijalnog mora Republike Hrvatske (NN, 90/05.)*

Ovim Pravilnikom propisuju se uvjeti i način održavanja reda u lukama i na ostalim dijelovima unutarnjih morskih voda i teritorijalnog mora Republike Hrvatske. [103] Ovaj Pravilnik je usklađen s Direktivom 2000/59/EZ Europskog parlamenta i Vijeća od 27. studenoga 2000. o lučkim uređajima za prihvrat broskog otpada i ostataka tereta.

Odredbe Pravilnika odnose se na sve brodove, jahte i brodice bez obzira na zastavu pripadnosti koji uplovljavaju u hrvatske luke, osim ratnih i javnih brodova, i na sve luke u koje uplovljavanju plovni objekti. (čl. 61. stavak 1.)

Prema članku 62. stavku 1. sve luke otvorene za javni promet i luke posebne namjene moraju izraditi i primijeniti Plan za prihvrat i rukovanje otpadom i ostacima tereta kako je to definirano člankom 3. toč. 7. Uredbe o uvjetima kojima moraju udovoljavati luke (*otpad s plovnih objekata* je sav otpad uključujući fekalije i ostatke koji nastaju za vrijeme

uporabe broda i na koje se odnose Dodaci I., IV. i V. MARPOL 73/78. konvencije, osim ostataka od tereta).

Zapovjednik broda, osim ribarskoga, kada plovi u hrvatske luke, mora potpuno i točno dostaviti kapetaniji i tijelu koje upravlja lukom podatke o brodskom otpadu i ostacima tereta. (čl. 63. stavak 1.)

Zapovjednik broda, jahte ili voditelj brodice moraju prije isplovljenja iz luke predati cjelokupni brodski otpad u lučke prihvatne uređaje. (čl. 64. stavak 1).

3.3.1.6. *Pravilnik o obavljanju inspekcijskog nadzora sigurnosti plovidbe (NN, 39/11.)*

Ovim Pravilnikom utvrđuju se način i postupci provođenja inspekcijskog nadzora: sigurnosti plovidbe, zaštite morskog okoliša, životnih i radnih uvjeta članova posade na brodovima, sigurnosne zaštite brodova i luka; visina i obveze podmirivanja troškova ponovnog inspekcijskog pregleda i uvjeta koje mora ispunjavati inspektor sigurnosti plovidbe. Ovim Pravilnikom se utvrđuje i provedba obvezatnih pregleda koji će omogućiti sigurniju plovidbu ro-ro putničkih brodova i brzih putničkih plovila na redovitim linijama koji uplovljavaju ili isplovljavaju iz luka u Republici Hrvatskoj.

Inspekcijski nadzori provode se nad pomorskim objektima (plovnim, tehničkim plovnim objektom, plutajućim objektom i nepomičnim odobalnim objektom), nad domaćim brodom, nad stranim brodom, nad domaćim i stranim brodicama i jahtama, nad plutajućim objektima i nepomičnim odobalnim objektima, nad ribarskim brodovima.

Prema članku 82. Pravilnika, inspekcijskom pregledu u lukama, teritorijalnom moru i unutarnjim morskim vodama Republike Hrvatske prije svih podvrgavaju se brodice i jahte za koje postoji dojava, sumnja ili je neposrednim opažanjem utvrđeno da su u nekom prekršaju, pa između ostalog i da osobe na brodici ili jahti onečišćuju more uljem ili otpadom. [100]

3.3.1.7. *Pravilnik o zaštiti morskog okoliša u zaštićenom ekološko-ribolovnom pojasu Republike Hrvatske (NN, 47/08.)*

Pravilnik sadržava mjere za zaštitu morskog okoliša kojih se moraju pridržavati svi „pomorski objekti” koji plove ili se nalaze u zaštićenom ekološko-ribolovnom pojasu.

Pomorski objekt prema čl. 5. st. 1. toč.2. Pomorskog zakonika objekt je namijenjen za plovidbu morem (*plovni objekt*), ili objekt stalno privezan, ili usidren na moru (*plutajući objekt*), odnosno objekt u potpunosti, ili djelomično ukopan u morsko dno, ili položen na morsko dno (*nepomični odobalni objekt*). Temeljem Pravilnika (čl. 7.) zabranjeno je ispuštanje u more crnih otpadnih voda protivno odredbi Pravila 11. točke 1. i točke 3. Priloga IV. MARPOL konvencije. [104]

3.3.1.8. *Uredba o uvjetima kojima moraju udovoljavati luke (NN, 110/04.)*

Uredba je donesena na temelju Zakona o pomorskom dobru i morskim lukama. Uredbom se uređuju uvjeti kojima moraju udovoljavati luke kako bi se omogućilo sigurno

uplovljavanje, privez, sidrenje i boravak plovnih objekata, ali i zaštita mora od onečišćenja s brodova. Prema članku 3. ove Uredbe, luka mora imati uz ostalo i postrojenja sposobna za prihvatanje vrste i količine tekućega i krutog otpada i ostataka tereta, prema vrsti i veličini plovnih objekata koji se uobičajeno koriste lukom te ovisno o veličini i zemljopisnom položaju luke, tako da pritom ne uzrokuje nepotrebno kašnjenje plovnih objekata. [105]

3.3.2. Pravila Hrvatskog registra brodova koja se odnose na ispuštanje sanitarnih voda u more s plovila

Osnovni zadatak Hrvatskog registra brodova (HRB) na polju klasifikacije i statutarne certifikacije jest promicati najviše međunarodno prihvaćene norme u svezi sa sigurnošću i zaštitom života i imovine na moru i unutarnjim plovnim putovima, te zaštite okoliša mora i unutarnjih plovnih putova. Sadašnji status HRB-a određen je *Zakonom o Hrvatskom registru brodova* i Statutom HRB-a.

Svoja pravila za gradnju i nadzor brodova, poput svih ostalih klasifikacijskih društava, temelji na odredbama konvencija i rezolucija IMO-a, (MARPOL 73/78., SOLAS 74., TONNAGE 69., LOADLINE 66. itd.). Tako su oprema, uređaji i svjedodžbe za tretiranje crnih otpadnih voda u skladu s MARPOL konvencijom. HRB uz MARPOL-om propisane parametre za ispuštanje crne otpadne vode nakon obrade u uređajima za njihov tretman propisuje još i ograničenje sadržaja klora. Naime ako se za dezinfekciju fekalnih otpadnih voda koristi klorom, sadržaj slobodnog klora u vodi što se ispušta u more ne smije biti veći od 0,5 mg/l. [108]

Tablica 3.4. Zahtjevni stupanj čistoće crne otpadna vode prije ispuštanja, prema HRB-u.

Količina koliformnih bakterija / 100 ml	Količina suspendirane tvari mg/l	Biokemijska potreba kisika u 5 dana (BPK5) mg/l	pH	Klor mg/l
100	35*	25**	6,0 - 8,5	0,5

Napomena: * 35 mg/l: ako se uređaj ispituje na kopnu, ili ako se uređaj ispituje na brodu... $x + 35 \text{ mg/l}$, x - sadržaj suspendiranih tvari u vodi za ispiranje uređaja [mg/l]

** još i kemijska potreba kisika – 125 mg/l

Izvor: obradio autor

3.4. Usporedba propisanih uvjeta za dopušteno ispuštanje crnih otpadnih voda u more u nekim obalnim državama

U Tablici 3.5. vidljivi su zahtjevi za čistoćom ispusta crne otpadne vode, kojima se to dopušta van plovila ovisno o njegovoj udaljenosti od obale za neke obalne države.

Iz tablice je razvidno da je država Australija donijela nacionalne propise koje primjenjuje na manja plovila (plovila za razonodu - brodice i jahte, ribarske brodove) na koje se ne primjenjuje Prilog IV. MARPOL-a.

Sjedinjene Američke Države štite svoje najosjetljivije obalno područje sa zonama zabranjenog ispuštanja crnih voda (*No Discharge Zone* – NDZ) na federalnoj razini, uz koje ima i propisa država (poput Aljaske i Floride) koje još detaljnije uređuju ovu problematiku onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s plovila.

Tablica 3.5. Usporedba uvjeta za ispuštanje i standarda za ispušt crnih otpadnih voda u svijetu

Regija (država)	Područje	Plovila	Dopušteno ispuštanje	Kriteriji za ispušt
Države potpisnice MARPOL Priloga IV., zemlje EU, Hrvatska, Australija	međunarodna plovidba	≥ 400 BRT ≥15 osoba	> 12 nm od najbliže obale	- netretirane crne otpadne vode ispuštanje pri brzini > 4čv i količina ispuštanja $D_{max}=0,00926 \times V \times D \times B$
			> 3 nm od najbliže obale	- crne otpadne vode smrvljene i dezinficirane u IMO odobrenom uređaju
			< 3 nm od obale	- ispušt iz uređaja za tretiranje crnih otpadnih voda, standarda: - Kol. bakterija <100/100ml - suspend. tvari <35 mg/l - BPK5 < 25 mg/l - pH 6,0-8,5 - (klor < 0,5 mg/l)
SAD	međunarodna i domaća plovidba	brodovi <19.7m Type I MSD	< 3 nm od obale	- Kol. bakterija <1000/100ml - i bez vidljivih čestica
		svi brodovi Type II MSD	< 3 nm od obale	- Kol. bakterija <200/100ml - suspend. tvari <150 mg/l
		svi brodovi Type III MSD	> 3 nm od najbliže obale	- netretirane crne otpadne vode
Aljaska (SAD)	međunarodna i domaća plovidba	brodovi <19.7m Type I MSD	< 3 nm od obale	- Kol. bakterija <1000/100ml - i bez vidljivih čestica
		svi brodovi Type II MSD	> 1 nm od najbliže obale	- Brod u plovidbi brzinom >6 čv - Kol. bakterija <20/100ml - suspend. tvari <30(45) mg/l - BPK5 <30(45) mg/l - pH 6,0-9,0 - (klor < 10 mg/l)
		svi brodovi Type III MSD	> 3 nm od najbliže obale	- netretirane crne vode
Queensland, Great Barrier Reef Marine Park (Australija)	domaća plovidba	mali brodovi, rekreacijski, ribarski, i brodovi registrirani u Australiji bez uređaja za tretiranje fekalnih voda	> 16 osoba nije dopušteno ispuštati netretirane crne otpadne vode bilo gdje u vodama Quenslanda (primijeniti odredbe MARPOL-a)	
			7 - 15 osoba nije dopušteno ispuštati netretirane crne otpadne vode unutar 1nm (1852 m) od grebena, otoka ili najbliže obale	
		mali brodovi, rekreacijski, ribarski, i brodovi registrirani u Australiji s ugrađenim uređajem za tretiranje fekalnih voda	izvan luka, kanala i marina	Kategorija A ispusta: - kol. bakterija <250/100ml - suspend. tvari <50 mg/l - BPK5 < 50 mg/l
			> 700 m od grebena, akvakulture ili osobe u moru	Kategorija B ispusta - kol. bakterija <150/100ml - suspend. tvari <50 mg/l
			>1/2 nm od grebena, akvakulture ili osobe u moru	Kategorija C ispusta - kol. bakterija <150/100ml

Izvor: obradio autor

3.5. Problemi onečišćenja mora crnim vodama s plovila na koje se ne odnose međunarodni propisi

Ograničenja primjene priloga IV. MARPOL-a s obzirom na nosivost broda nije od velikog značenja kad je poznato da fekalne otpadne vode na brodu proizvode osobe (posada i putnici) neovisno o nosivosti broda (osim kod malobrojnih specijaliziranih brodova za prijevoz žive stoke, gdje su žive životinje teret koji proizvodi fekalne otpadne vode).

Količina otpadnih voda na plovnim objektima ovisi neposredno i samo o broju osoba koje borave na brodu.

Svi brodovi koji nisu u međunarodnoj plovidbi izuzeti su od primjene priloga IV. MARPOL-a. Takav pristup, gdje se ostavlja nacionalnim zakonodavstvima uređivanje sprječavanja onečišćenja fekalnim otpadnim vodama s plovila koja viju nacionalnu zastavu i plove samo u nacionalnoj plovidbi, nije loš ako nacionalna zakonodavstva imaju strože propise od MARPOL-a. Međutim, to ostavlja mogućnost brodovima u nacionalnoj plovidbi da se uopće ne pridržavaju priloga IV. MARPOL-a u državama koje uz prihvaćene mjere MARPOL-a nemaju još neke svoje propise što se odnose na sva ostala plovila.

Prilog IV. MARPOL-a ne primjenjuje se na: brodove koji imaju manje od 15 osoba, brodove koji plove u nacionalnoj plovidbi neke države, te na jahte i brodice s manje od 15 osoba.

Jahte su plovila na koja se primjenjuje prilog IV. MARPOL-a samo ako imaju ukupan broj osoba veći od 15. Međutim, na jahte se ne primjenjuju inspekcije na temelju mehanizama *Port State Control-a* prema Pariškom memorandumu (*Paris MOU*) ili nekom drugom od sličnih regionalnih sporazuma, kojima se utvrđuje usklađenost opreme, svjedodžaba i procedura prema zahtjevima konvencija.³

Jahte na koje je obavezan prilog IV. MARPOL-a imaju ugrađenu opremu u skladu s prilogom IV. MARPOL-a, uz inicijalni ili periodični pregled uprave države koje zastavu viju, ali zbog nemogućnosti prakticiranja kontrole i pregleda *Port State Control-a*, upitno je koliko je ta oprema u ispravnom stanju, te koliko se i kako njome koristi.

Brodice (poput jedrilica i motornih brodica) izuzete su od priloga IV. MARPOL-a zbog svoje nosivosti i broja osoba iako neke svojom veličinom do 12 m i kategorijom plovidbe mogu ploviti u međunarodnoj plovidbi.

Jahte i brodice građene za višednevna putovanja, imaju tankove za prikupljanje fekalne otpadne vode ograničenog kapaciteta, i povremeno ih prazne. Takva ispuštanja najčešće se obavljaju u moru, znatno bliže obali nego je to prema pravilima MARPOL-a jer se na ova plovila ne primjenjuju ta pravila.

Ukupni broj osoba što borave na jahtama i brodicama za vrijeme sezonskih mjeseci, u nekim državama koje imaju razvijen nautički turizam poput Hrvatske, znatno je veći nego je to ukupan broj osoba na svim trgovačkim brodovima u tome istom obalnom području. To znači da je posljedica znatno veće opterećenje i onečišćenje mora fekalnim otpadnim vodama s plovila na koje se prilog IV. MARPOL-a ne odnosi, nego s onima na koje se primjenjuje.

Zahtijevani stupanj čistoće izljeva iz uređaja za obradu otpadnih fekalnih voda odnosi se samo na parametre količine koliformnih bakterija, ukupne suspendirane tvari, biokemijske potrebe kisika i pH, ali nema ograničenja za količinu hranjivih tvari poput fosfora i dušika, a one mogu znatno utjecati na eutrofikaciju pojedinih zatvorenih i plićih mora.

³ Konvencije su SOLAS, MARPOL, STCW 78/95, COLREG, ILO 147, Loadline, Tonnage.

Iako se prilog IV. MARPOL-a odnosi samo na fekalne otpadne vode (crne vode), sive vode također štetno utječu na more unosom hranjivih tvari koje za posljedicu mogu imati eutrofikaciju.

Još uvijek ima morskih područja (primjerice Baltičko more, Jadransko more, Crno more) osjetljivijih od drugih mora i za njih je neophodno više pozornosti i strože mjere za zaštitu od onečišćenja fekalnim otpadnim vodama, nego što im to omogućavaju mjere sadašnjih propisa na razini EU i priloga IV. MARPOL-a. Jadransko more još nije ugroženo fekalnim ispuštima s plovila što bi za posljedicu imalo eutrofikaciju, kao što je to u Baltičkom moru. Međutim, najuži obalni pojas hrvatske jadranske obale, kao destinacije nautičkoga i rekreacijskog turizma za vodene sportove i kupanje, ugroženo je ispuštom fekalnih voda s plovila koje mogu štetiti gospodarstvu, ljudskom zdravlju i u estetskom smislu.

4. OPREMA ZA TRETMAN CRNIH OTPADNIH VODA NA PLOVILIMA

Obrada (tretman) otpadnih voda obuhvaća više operacija i postupaka kojima se iz vode uklanjaju tvari koje plivaju, suspenzije, otopljene tvari, i one tvari koje mijenjaju svojstva otpadne vode. [29] Obrada ili pročišćavanje crnih otpadnih voda podrazumijeva postupak smanjenja onečišćivača do onih količina ili koncentracija s kojima pročišćene otpadne vode ispuštene u prirodne vodene sustave postaju neopasne za život i ljudsko zdravlje i ne uzrokuju neželjene promjene u okolišu. Ta obrada otpadnih voda na brodu zahtjeva se i da zadovolje traženu kvalitetu ispusne vode prema IMO rezoluciji MEPC.159(55), (*Revised guidelines on implementation of effluent standards and performance tests for sewage treatment plants*), koja propisuje: količina koliformnih bakterija 100/100 ml, količina suspendirane tvari 35 mg/l, biokemijska potreba kisika u 5 dana (BPK5) 25 mg/l, pH 6,0 - 8,5.

4.1. Sustavi za prikupljanje i zbrinjavanje crnih voda na plovilima

Kakav će sustav za obradu fekalnih voda biti ugrađen na plovilo, ovisi o mnogim čimbenicima kao što su: broj osoba koji boravi na plovilu, vrijeme njihova zadržavanja na plovilu, broj ležajeva na plovilu, područje plovidbe plovila, vrijeme zadržavanja plovila u luci i vrijeme u navigaciji, kvaliteta (čistoća) izljeva, tj. standardi koje treba zadovoljiti izljev.

Brodski sustavi i uređaji za obradu i tretiranje fekalnih voda trebali bi biti jednostavni, mali, pouzdani i ne previše skupi. Također, sustav bi trebao biti lak za upravljanje i održavanje, te zadovoljiti zahtjeve standarda kvalitete ispuštene vode nakon uređaja.

Sustavi za prikupljanje crnih otpadnih voda, sastoje se od više uređaja koji prikupljaju crne otpadne vode, dok je sustav za tretiranje drugi sustav što već prikupljene crne otpadne vode tretira ili obrađuje do zahtijevane čistoće. Sustavi za prikupljanje mogu biti izvedeni na gravitacijskom ili na vakuumskom načelu rada. [16]

4.1.1. Oprema na brodicama

Brodice i manje jahte za razonodu najčešće nisu opremljene uređajem za pročišćavanje crnih otpadnih voda. Većina njih uglavnom ima zahod s ručnom ili električno pogonjenom sisaljkom za izravno pražnjenje van broda. Gabaritima veće brodice uz zahod opremljene su samo sabirnim spremnikom za crne otpadne vode koji prazne izravno u more ili preko sisaljke-mlinca što ujedno crpi i usitnjava sadržaj iz spremnika te ga prazni van broda. [163]

4.1.2. Oprema na jahtama

Manje jahte, poput većih brodica, opremljene su samo sabirnim spremnikom za crne otpadne vode. Jahte većih gabarita i megajahte imaju uz sabirne tankove za crnu otpadnu vodu i uređaje za njihovo tretiranje (pročišćavanje).[17]

4.1.3. Oprema na ribarskim brodovima

Ribarski brodovi, poput većih brodica i manjih jahta, opremljene su samo sabirnim spremnikom za crne otpadne vode i on se najčešće prazni na moru daleko od obale.

4.1.4. Oprema na teretnim brodovima

Trgovački brodovi sa standardnim brojem posade od 20 do 30 osoba najčešće imaju uređaje biološko-kemijskog djelovanja, koji ne zadržavaju crne otpadne vode, nego ih pročišćavaju i odmah tako pročišćenu vodu ispuštaju van broda, pa se može reći da su protočnog tipa. Kvaliteta i čistoća ispusta zadovoljava zahtjevima priloga IV. MARPOL-a. [29]

4.1.5. Oprema na putničkim brodovima

Putnički brodovi specifični su po tome jer imaju veći broj osoba, pa je prema tome i količina proizvedene crne vode veća u usporedbi s klasičnim teretnim brodovima. Stoga su i sami uređaji za prikupljanje i tretiranje crnih otpadnih voda onoga kapaciteta koji može zadovoljiti potrebe takvih brodova. Putnički brodovi i ro-ro-putnički brodovi, imaju složenije uređaje za obradu crnih otpadnih voda. Ovisno o području plovidbe, u sabirnim se tankovima skupljaju i zadržavaju crne otpadne vode dok se ne isprazne iz tanka van broda kad se on nalazi u području gdje je to ispuštanje dopušteno. Ili ako se takvi brodovi ne nalaze dostatno daleko od obale da bi takvo izravno ispuštanje mogli primijeniti, tada se koriste uređajima za pročišćavanje. Ovakvi uređaji za obradu crnih otpadnih voda najčešće su na istom principu rada kao i oni na teretnim brodovima.

4.1.5.1. Oprema na manjim putničkim brodovima u nacionalnoj plovidbi

Ovi brodovi (popularno spominjani kao „Kriljani“ zbog podrijetla većine vlasnika iz Krila Jesenice) su različitih konstrukcija dužine do četrdesetak metara. Stariji su drveni i uglavnom prenamjenjeni stari brodovi koji su bili namijenjeni za prijevoz tereta u obalnoj plovidbi. Noviji brodovi su čelični i namjenski građeni s kabinama za putnike, stila i linija po uzoru na stare prenamjenjene trabakule.

Oni su najčešće opremljeni sabirnim tankovima u kojim se skupljaju i zadržavaju crne otpadne vode dok se ne isprazne izravno van broda, najčešće kad je brod u plovidbi. Ima i manjih brodova bez kabina, za jednodnevne izlete s ugrađenim zahodima izravno povezanim van broda. Uređaji za obradu crnih otpadnih voda ne mogu se sresti na tim brodovima.

4.1.5.2. Oprema na putničkim brodovima za kružna putovanja

Putnički brodovi za kružna putovanja (*cruiseri*) imaju najveći broj ljudi na brodu, pa je prema tome i proizvodnja crnih otpadnih voda najviša u usporedbi s ostalim brodovima. Zato su oni opremljeni najsloženijim sustavima za pročišćavanje crnih otpadnih voda koji mogu udovoljiti puno većim zahtjevima nego je to po međunarodnim propisima. Uz sustav za pročišćavanje imaju i sustav za zbrinjavanje taloga nastalog nakon tog postupka ali i mnogo spremnika za prikupljanje crnih i sivih otpadnih voda, te spremnike za uskladištavanje procesuiranih (pročišćenih) voda. [44]

4.2. Obrada i tretiranje crnih voda na plovilima

Obrada otpadnih voda obuhvaća operacije i postupke kojima se iz vode uklanjaju tvari što plivaju, suspenzije, otopljene tvari i one tvari koje mijenjaju svojstva otpadne vode. Crne otpadne vode mogu se tretirati na tri temeljna načela: mehanički, kemijski i biološki. U praksi je to najčešće kombinacija tih postupaka, kao što su mehaničko-kemijski, mehaničko-biološki i kemijsko-biološki.

Tretiranje crnih otpadnih voda na brodovima može uključivati sljedeće procese:

1. prikupljanje crnih otpadnih voda,
2. pred-tretman crne otpadne vode,
3. oksidacija crne otpadne vode,
4. bistrjenje i filtriranje crne otpadne vode,
5. dezinficiranje crne otpadne vode,
6. tretiranje i zbrinjavanje taloga.

4.2.1. Proces prikupljanja crnih otpadnih voda

Crne otpadne vode na plovilima prikupljaju se i odvođe do uređaja za obradu na dva načina. Stariji je način konvencionalnim ili gravitacijskim sustavima cjevovoda crnih otpadnih voda, i to koso položenih kako bi one mogle gravitacijski strujati od zahoda do samog uređaja za obradu ili sabirnih spremnika.

Drugi, novijeg datuma su vakuumski sustavi. Oni se nalaze konstantno pod određenim podtlakom kojeg osigurava sustav pumpe i ejektora, tako da pumpa usisava tekućinu iz sabirnoga tanka crnih otpadnih voda pa je tlači u ejektor. Ejektor je spojen na sustav cijevi i zahodskih školjka u kojima se stvara podtlak. Izlaz ejektora spojen je na sabirni tank tako da se radni medij i eventualne crne vode iz zahoda miješaju skupa i ulaze u tank. Vakuumski zahodi spojeni cijevima trebaju samo oko litru vode po jednom ispiranju, za razliku od konvencionalnih od oko 8 litara za jedno ispiranje. Ventil ispirne vode, izlazni ventil i upravljački mehanizam ugrađeni su u zahodsku školjku. Takva izvedba omogućava da sabirne cijevi ne moraju biti uvijek postavljene pod određenim kutom kao za konvencionalne sustave, već se mogu postaviti i uzlazno, što rezultira lakšom i jednostavnijom ugradnjom. Osim toga brod nije stacionaran objekt te se prilikom valjanja, ako konvencionalni sustav nije kvalitetno izveden, pojavljuju problemi oko nestanka vode iz zahodske školjke, do potpunoga blokiranja rada sustava jer nema kontinuiranog nagiba cjevovoda crnih otpadnih voda.

Vakuumski sustavi imaju više svojih prednosti pred konvencionalnim (gravitacijskim). One su sljedeće:

- manja potrošnja vode (približno 8 puta manja)
- kraće vrijeme instalacije
- jednostavna instalacija
- koristi se cijevima manjeg promjera i težine (vakuumske cijevi 50 mm, dok su u konvencionalnom sustavu one promjera od 110 mm)
- manji potrebni prostor između paluba
- stvara se manja količina crnih otpadnih voda na plovilu
- manji potrebni kapacitet uređaja za proizvodnju slatke vode na plovilu i manji kapacitet spremnika za slatku i sanitarnu vodu na plovilu
- bolja ventilacija sustava
- nemogućnost curenja pa samim time i manja mogućnost pojave neugodnih mirisa.

Zbog svih tih prednosti, vakuumski sustavi postali su neizbježni na svim putničkim brodovima za kružna putovanja, a više se ugrađuju i na teretnim brodovima, jahtama, ro-ro putničkim te ostalima brodovima gdje je potreba ušteda prostora i potrošnje/proizvodnje vode za sanitarne potrebe osoblja na brodu.

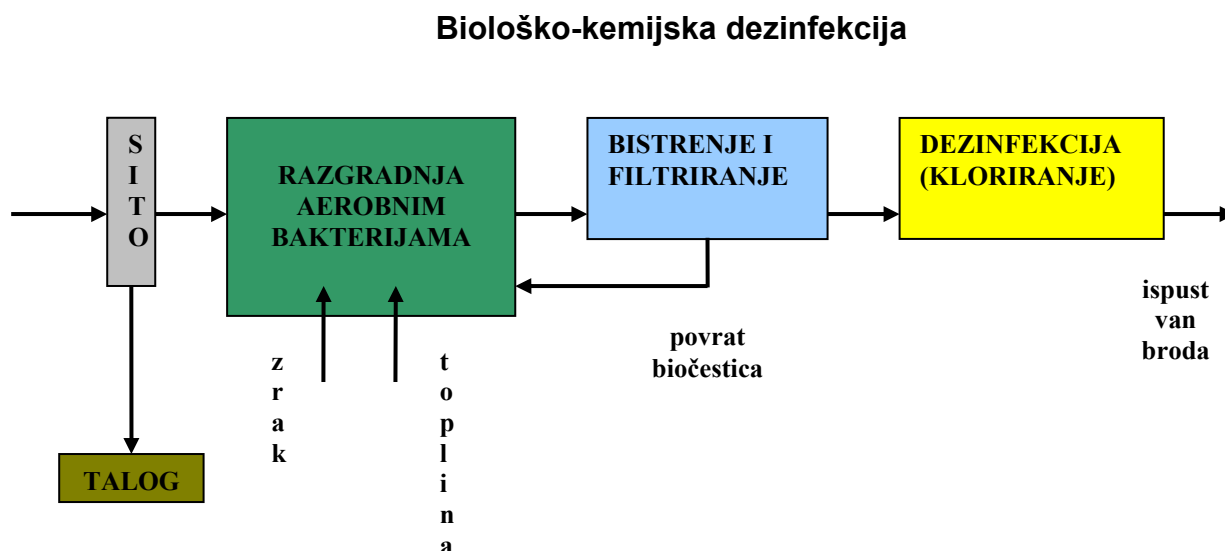
Najveća mana vakuumskih sustava je začepljenje cijevi zbog sušenja i kristalizacije. Na tržištu ima kemikalija koje u malim dozama mogu spriječiti ili ukloniti naslage u cijevima.

4.2.2. Proces predtretmana crne otpadne vode

Predtretman crne otpadne vode je koristan za iduće faze u procesu pročišćavanja. Crne otpadne vode koje ulaze u uređaj za pročišćavanje sadržavaju dosta krutih čestica i masnoća pa one mogu uzrokovati probleme u kasnijim stupnjevima procesa. U predtretmanu smanjuje se količina krutih čestica u otpadnoj vodi. Efektivan predtretman smanjuje potrebu za oksidacijom u kasnijim stadijima procesa. On je mehaničke naravi i sastoji se od filtarskog sita i taložnog dijela. Crna otpadna voda najprije prolazi kroz pumpu za drobljenje prije ulazaka u sito kako bi se odvojilo što više taloga u tom stupnju pročišćavanja.

4.2.3. Proces biološke obrade

Biološka je obrada sustav u kojemu se mikroorganizmi koriste organskim nečistoćama iz crne otpadne vode za svoju ishranu. Nekoliko je tipova biološkog procesa, od kojih je najuobičajeniji sustav gdje se fekalije miješaju s aktivnim talogom u tanku s kontinuiranom dobavom zraka za prozračivanje. Efikasnost bioprocesa ovisi o količini aktivne biomase i uvjetima za život bakterija. Nije potrebno dodavati aditive za biološku oksidaciju, a količina taloga je mala. Nedostaci su dugo razdoblje za upućivanje i osjetljivost na vanjska ometanja, poput kemikalija koje dopijaju u postrojenje i unište bakterije ili pomor bakterija zbog nedostatka kisika ako ventilacija ne radi.



Slika 4.1. Pojednostavljena shema biološko-kemijske obrade crne otpadne vode i dezinfekcije.

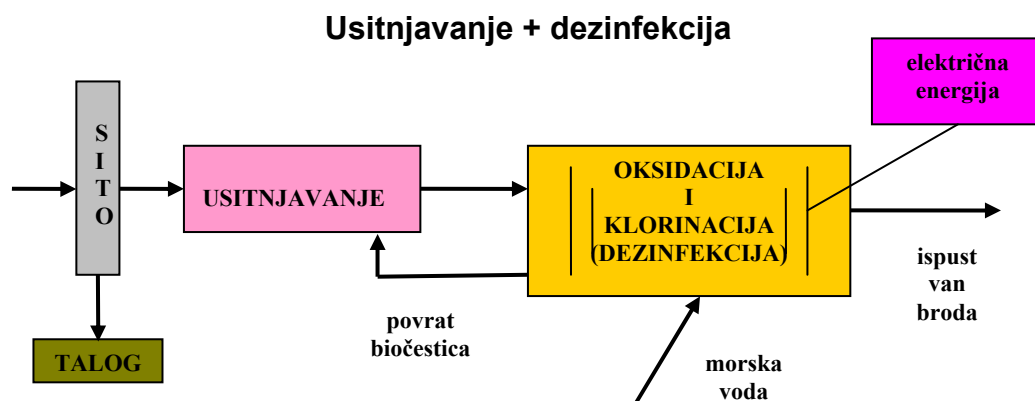
4.2.4. Proces oksidacije crne otpadne vode

Oksidacija je proces u kojemu organske tvari preostale nakon filtracije moraju oksidirati bilo kemijski ili biološki. Određene kemikalije, poput klora, hidrogen peroksida, ozona, dodavaju se za oksidiranje organskih nečistoća u crnoj otpadnoj vodi.

Kemijskom se oksidacijom koristi u sustavima za obradu crnih otpadnih voda s usitnjavanjem i kloriranjem. Time se reducira količinu biočestica oksidacijom, razrjeđuje obrađena voda morskom vodom i dezinficira crna otpadna voda uz pomoć elektrokatalitičkog procesa. Elektrokatalitički proces stvara sodium hipoklorit iz morske vode, koji djeluje dezinficirajuće na otpadnu vodu. Neki operateri dodavaju još i klor u kontaktni tank, da bi utvrdili potpunu dezinfekciju. Takvo prekomjerno kloriranje rezultira u visokom koncentracijom klora u ispustnoj vodi, što je pogubno za morske organizme.

Prednosti ovakva procesa su u jednostavnosti i mogućnosti uporabe morske vode za ispiranje zahodskih školjaka.

Nedostatak je što treba dodavat kemikalije ili slane tablete ako brod plovi u području niskog saliniteta morske vode ili u slatkoj vodi rijeka i jezera. Kvaliteta vode na izlazu iz ovakvih sustava nije osobito visoke čistoće.



Slika 4.2. Pojednostavljena shema sustava za obradu fekalne vode s usitnjavanjem i dezinfekcijom kloriranjem

4.2.5. Proces bistrenja i filtracije crne otpadne vode

Bistrenje i filtracija odvajanje je aktivne biomase, čestica taloga i bakterija iz vode, i to je kritična faza u procesu pročišćavanja. Nakon oksidacije talog se odvaja u tanku za sedimentaciju i vraća u tank za prozračivanje. Proces bistrenja i filtracije koji se upotrebljava na brodovima je membransko filtriranje, isplutavanje otopljenog zraka i taloženje. Sustav isplutavanja otopljenog zraka počiva na uštrcavanju mikroskopskih mjehurića zraka u mlaz napojne vode, uzrokujući da čestice isplutaju na površinu bazena s nagnutom taložnom površinom, pa se s nje te plutajuće čestice kontinuirano odstranjuju zajedno s mlazom otpadne vode.

4.2.6. Proces dezinfekcije crne otpadne vode

Dezinfekcija je posljednja faza u procesu pročišćavanja i dezinfekcije. Ovisno o prethodnim postupcima obrade otpadne vode, dezinfekcija je bitan dio u procesu pročišćavanja kojim se konačno određuje kvaliteta otpadne vode. Kada se primjenjuje membransko bistrenje i filtracija, onda se rabi dezinfekcija ultraljubičastom svjetlosti (UV). Ako je otpadna voda vrlo zamućena, ultraljubičasto svjetlo nije prikladno za dezinfekciju; drugi je potencijalni načini dezinfekcije s pomoću klora, radikala⁴ i ozona, kojima je moguće postići i veću čistoću otpadne vode.

4.2.7. Proces tretiranja i zbrinjavanja taloga

Tretman taloga ovisi o procesu pročišćavanja. Učinkovit predtretman prije bioreaktora smanjuje proizvodnju taloga i pospješuje moguće sušenje. Talog koji dolazi iz procesa podvrgava se centrifugiranju, sušenju na pari, presovanju ili drugim alternativnim

⁴ Radikali su skupina atoma izrazito reaktivnih kemijskih oblika s obzirom na to da se nespareni elektroni nastoje spariti tvoreći stabilne elektronske veze.

procesima kako bi se postiglo dovoljno suho stanje za moguće izgaranje u incineratorima. Suhi se talog može i uvrećavati i pripremiti za iskrcaj u luci zajedno s drugim otpadom koji se zbrinjava na kopnu.

4.3. Napredni uređaji za obradu crnih voda na brodovima za kružna putovanja (*cruiserima*)

Neki od proizvođača opreme za obradu crnih otpadnih voda, razvili su „napredne uređaje za obradu crnih otpadnih voda“⁵ kojim se postiže vrlo visoka kvaliteta i čistoća tretirane vode nakon obrade u uređaju. Tako postignuta kvaliteta izljeva nakon uređaja nema ograničenja za ispuštanje jer zadovoljava sve međunarodne, ali i nacionalne propise svih država, o čistoći izljeva iz sustava za tretiranje crnih otpadnih voda.

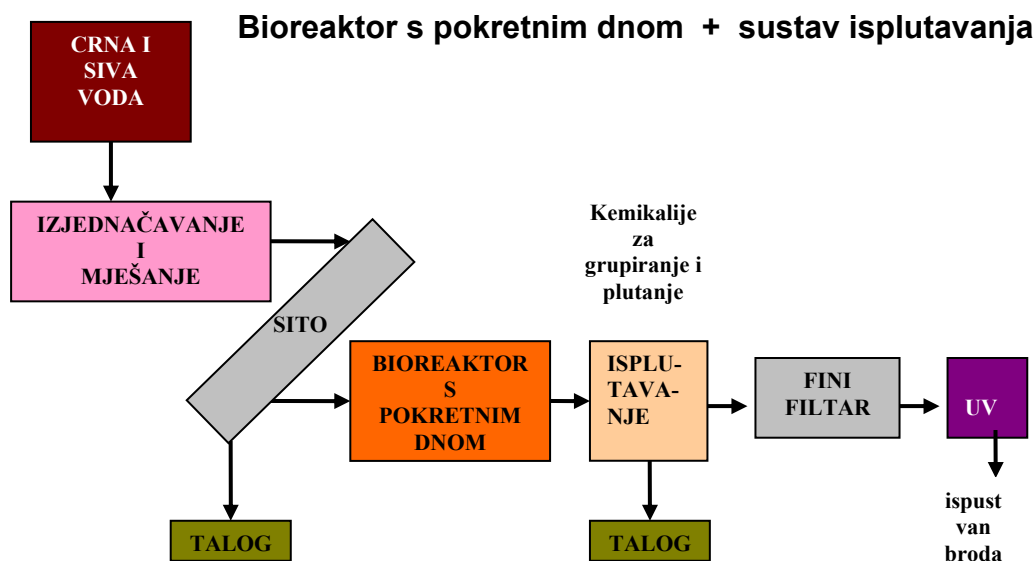
U ove uređaje svrstani su:

- bioreaktor s isplutavanjem
- bioreaktor s filtracijom
- aktivna oksidacija
- bioreaktor i filtracija obratnom osmozom

4.3.1. Bioreaktor s isplutavanjem

Bioreaktor s pokretnim dnom i sustav isplutavanja jedan je od naprednih uređaja za obradu crnih voda na brodovima za kružna putovanja. Bioreaktor s pokretnim dnom sadržava plastične pločaste površine čime se povećava površina na koju prijanjaju bakterije. U bioreaktoru s pokretnim dnom nije potrebno cirkuliranje biomase natrag u proces. Talog se odvaja poslije bioreaktora uz pomoć isplutavanja ili taloženja. Odvajanje taloga zahtijeva uporabu veće količine kemikalija koje pomažu ili isplutavanju ili taloženju. Nakon odvajanja taloga još uvijek ima zaostalih čestica u vodi pa se ona onda mora podvrgnuti finom filtriranju prije dezinficiranja. Prednosti ovakvih bioreaktora su jednostavno upravljanje i mali sadržaj čestica i mikroorganizama u ispuštanoj vodi.

⁵ Engl. Advanced Waste Water Treatment (AWWT) su uređaji koji se koriste pojačanom aerobnom razgradnjom s fizičkim filtriranjem kako bi se pročistilo otpadne vode s kemijskom obradom i mehaničkim odvajanjem čestica (separiranje, dekantiranje).

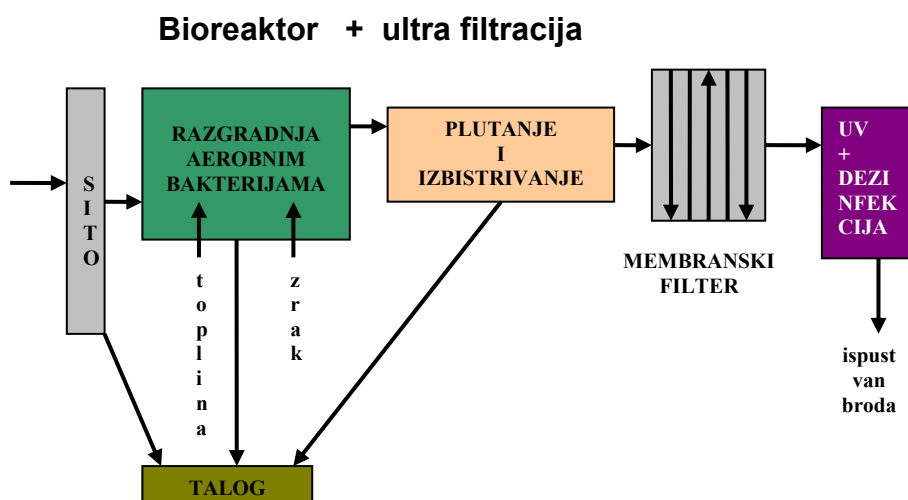


Slika 4.3. Dijagram sustava za obradu crne otpadne vode bioreaktorom s pokretnim dnom i sustavom isplutavanja.

Izvor: S. Hanninen, J. Sassi, *Estimated Nutrien load from waste waters Originating from ships in the Baltic area - updated 2009*, Research report VTT-R-07396-08, VTT Technical Research Center of Finland, VTT, 2009.

4.3.2. Bioreaktor s filtracijom

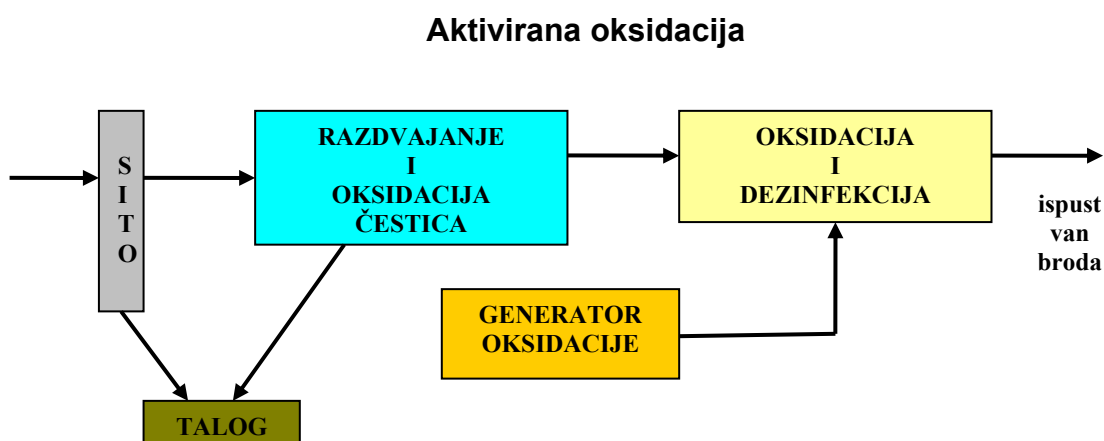
Bioreaktor s filtracijom je sustav koji se sastoji od poboljšane aerobne razgradnje i filtriranja kroz niskotlačne membranske filtre. Ultraljubičasto svjetlo se rabi za dezinfekciju prije ispuštanja van broda. Sustav proizvodi talog, s kojim se mora pravilno postupati i zbrinjavati ga. Najveći problem membranskih filtara je njihovo onečišćenje i održavanje. Obično se čiste protokom vode u obratnom smjeru nakon određenoga vremenskog roka.



Slika 4.4. Shema obrade crne otpadne vode bioreaktorom i ultrafiltracijom.

4.3.3. Aktivna oksidacija

Aktivirana je oksidacija proces koji sadržava primarno sito poradi odvajanja primarnih čestica i sustav oksidiranja, sekundarni oksidacijski tank i uređaj za generiranje oksidacije. Zbog oksidacije koja se izvodi električnim putem nije potrebna dezinfekcija klorom. Talog se odstranjuje iz izljeva uz pomoć polimera. Iz taloga se može izdvojiti voda i tako prosušeni talog moguće je izgarati u inceneratorima na brodu. Nedostatak je što proizvodi ozon kao nusproizvod i zahtijeva zbrinjavanje taloga. Ovaj proces rezultira izljevom visoke kvalitete i manje je štetan za život u moru zbog toga što ne upotrebljava klor a ostaci ozona brzo iščeznu.

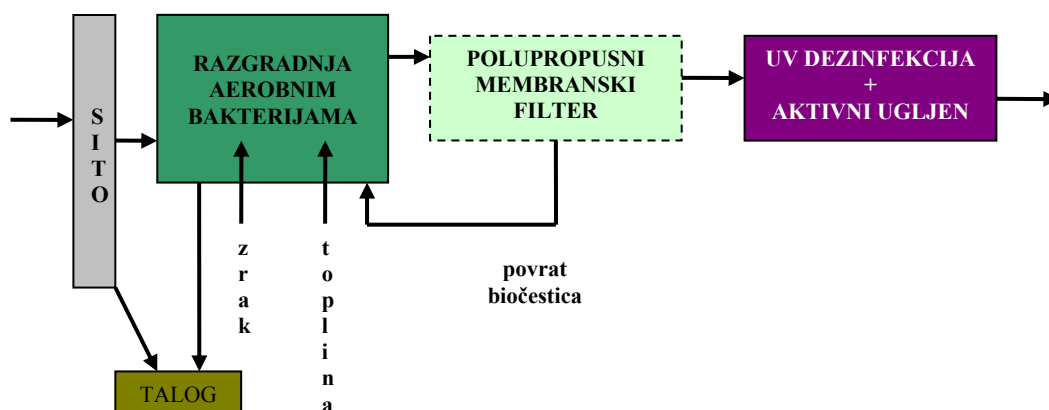


Slika 4.5. Pojednostavljena shema obrade fekalne vode aktiviranom oksidacijom.
Izvor: S. Hanninen, J. Sassi, *Estimated Nutrien load from waste waters originating from ships in the Baltic area - updated 2009*, Research report TT-R-07396-08, VTT Technical Research Center of Finland, VTT, 2009.

4.3.4. Bioreaktor i filtracija obratnom osmozom

Filtracija obratnom osmozom najčešće se upotrebljava za pročišćavanje sivih voda. Nakon aerobne bakterijske razgradnje, takva voda prolazi kroz polupropusne membrane i one propuštaju samo čistu vodu, a poslije se podvrgava dezinfekciji ultraljubičastom svjetlošću. Prednost je sustava u proizvodnji ispuštene vode visoke kvalitete (čistoće). Nedostatak je održavanje filtara (membrana), i to što je potrebno zbrinjavati talog, najčešće sušenjem i inceneriranjem na brodu, ispuštanjem u more gdje je to dopušteno ili iskrcavanjem u kopnene prihvatne uređaje.

Bioreaktor + obratna osmoza



Slika 4.6. Pojednostavljena shema obrade otpadne vode obratnom osmozom



Slika 4.7. Uzorci vode na ulazu i izlazu iz *naprednog sustava za*

pročišćavanje crnih otpadnih voda na brodovima za kružna putovanja.

Izvor: Scanship, Enviromental a/s, AWP Scanship waste water system operation Instruction manual, Tonsberg Norway, 2006.

5. MODEL PROCJENE RIZIKA OD ONEČIŠĆENJA MORA UZ OBALU CRNIM OTPADNIM VODAMA S PLOVILA

5.1. Rizik, sustav upravljanja rizikom i njegova procjena

Rizik (eng. *risk*) jedan je od najraširenijih, gotovo svakodnevno korištenih pojmova u svim područjima ljudske aktivnosti. Rizik kao opći pojam varira, kako s povijesnog aspekta, tako i s aspekta različitih područja ljudske djelatnosti. U najširem i najopćijem pojmovnom određivanju rizik je definiran kao mogućnost trpljenja štete ili gubitka, dakle „faktor, stvar, element ili kurs koji uključuje neizvjesnost i opasnost“.[18] Međutim, pojam rizika ne samo da se mijenja već i varira ovisno o segmentu ljudskog života i djelatnosti pa se kao takav različito definira i vrjednuje. Pojednostavljeno najčešća definicija rizika uzima u obzir mogućnost gubitka, nastanak štete ili nastupanje nepovoljnog događaja.

Prema međunarodnom standardu ISO 31000:2009 rizik je definiran kao „utjecaj nesigurnosti na ciljeve“. Ta definicija uključuje i pozitivan i negativan utjecaj na ostvarivanje ciljeva. [135]

Međunarodna pomorska organizacija (IMO) definira rizik kao: "Kombinacija učestalosti i ozbiljnosti posljedica." [131]

Koncept rizika ima tri bitna elementa: percepciju da bi neki štetni događaj doista mogao nastupiti, vjerojatnost da će se on zaista dogoditi i posljedice štetnog događaja koji bi se mogao pojaviti. Rizik je, dakle, rezultat sinergije interakcija ta tri elementa. [47]

Za sve situacije važan je krajnji ishod pri čemu se smatra da rizik uključuje dvije neizostavne komponente: izloženost i neizvjesnost. Zato se on može definirati kao izloženost pretpostavci koja uključuje neizvjesnost. [46]

Dakle, definiranje rizika u izravnom je odnosu i u ovisnosti o području ljudske djelatnosti.

Iz same definicije rizika, da bi se izbjegle negativne posljedice, proizlaze dva osnovna zadatka:

1. - identifikacija i procjena rizika,
2. - reagiranje na rizik. [28]

Kapacitet za upravljanjem rizikom i želja za preuzimanjem rizika i donošenjem odluka o budućnosti, ključni su elementi energije koja pokreće cjelokupnu ljudsku djelatnost. [54]

Sustav upravljanja rizikom (*risk management system*) vrlo je rasprostranjena disciplina za koju se može reći da je još uvijek u razvoju. Zbog toga ima više različitih definicija i opisa kao pogleda na to što upravljanje rizikom uključuje, kako ga treba provoditi i čemu bi trebao služiti. Određena forma standarda mora postojati kako bi se utvrdila odgovarajuća terminologija i proces po kojem će upravljanje rizikom biti provedeno, zatim odgovarajuća organizacijska struktura za provođenje i ciljevi upravljanja rizikom. [8]

Prema normi ISO 31000:2009 Sustav upravljanja rizicima je „Skup komponenata koje pružaju temelje i organizacijske aranžmane za projektiranje, implementaciju, monitoring, pregled i stalno poboljšanje upravljanja rizicima u cijeloj organizaciji.“ Sustav upravljanja rizikom složen je i permanentan proces. On se sastoji od dvije bitne i preklapajuće, ali konceptualno različite komponente: *procjene rizika i menadžmenta rizika*.

Prema ISO 31000:2009 standardu upravljanje rizikom predstavlja identifikaciju, ocjenu, izdvajanje prioriteta, zatim koordiniranje i ekonomično primjenjivanje resursa kako bi se minimizirala, pratila i kontrolirala mogućnost ili utjecaj neželjenih događaja i maksimizirala realizacija očekivanih uspjeha.

Upravljanju rizikom pristupa se sustavno tako da se sve bitne aktivnosti identificiraju a svi rizici koji iz njih proizlaze ili su povezani s tim aktivnostima naznačeni i kategorizirani. Vrlo se često tako i sami rizici klasificiraju prema aktivnostima na strateške, operativne, financijske, ekološke, zatim rizike koji se tiču resursa (bilo da su oni fizički, intelektualni ili materijalni).

Procjena rizika (eng. *risk assessment*) dio je jedinstvenoga većeg procesa koji nazivamo upravljanje rizikom (eng. *risk management*). Procjena rizika proces je njegova prepoznavanja, kvantificiranja i razvrstavanja po prioritetima prema kriterijima za prihvaćanje rizika i ciljevima važnima za organizaciju. Rezultat procjene rizika daje smjernice u upravljanju sigurnosnim rizicima i implementiranju kontrola za obranu od rizika. Proces procjene i odabira odgovarajućih kontrola po potrebi se provodi više puta da bi se obuhvatili svi dijelovi organizacije. [12]

Procjena rizika uključuje sustavni pristup procjenjivanju njihove magnitude (*analiza rizika*) i usporedbu procijenjenog rizika i njegova kriterija kako bi se utvrdila važnost (*evaluacija rizika*). Međutim, u mnogim okolnostima, izrazi "analiza rizika" i "procjena rizika" se zamjenjuju.

Analiza rizika znanstveni je proces u kojemu se primjenom širokog raspona metoda, tehnika i alata, oni identificiraju, procjenjuju i iskazuju kvalitativno i/ili kvantitativno.

Evaluacija rizika proces je usporedbe procijenjenih rizika s uspostavljenim kriterijima (npr. kriteriji na temelju najboljih dostupnih tehnologija, zakonskih uvjeta, prakse, procesa i postignuća) kako bi se odredila razina ili značenje rizika i dale preporuke za donositelje odluka na različitim razinama. [144]

Procjena rizika kombinira i analizu i evaluaciju dajući praktične korisne i logično strukturirane ulazne podatke i perspektive o rizicima za proces donošenja odluka, strategija i mjera radi upravljanja njima. Iako procjena rizika pruža osnovne ulazne podatke za pomoć donositeljima odluka kako bi mogli donijeti bolje odluke i logičnije djelovati, nije bitno da ona daje odgovore na brojna pitanja, kao u svezi s razinom rizika, ustupaka njihovoj kontroli, troškovima i koristi.

Važno je napomenuti da procjena rizika mora biti jednoznačna, objektivna, pouzdana i ponovljiv proces. Moderni pristupi upravljanju rizicima jasno daju do znanja da procjena rizika ima važnu ulogu u donošenju mnogih odluka povezanih s rizicima, posebno za one koje uključuju nesigurnost, odstupanje od standardne prakse ili su za njih propisi u pomorstvu manje prikladni. [145]

5.1.1. Standardi za upravljanje rizicima

Radi standardizacije pristupa u izgradnji sustava i procesa upravljanja rizicima izrađene su međunarodne norme, kojima bi se standardiziralo postupanje na globalnoj

razini. Rezultat takvih nastojanja su brojne norme za upravljanje rizicima. Standardi ne moraju biti certifikacijski, već su zapravo smjernice za uspostavu i poboljšanje procesa u upravljanju rizicima u organizaciji. Oni ne obvezuju organizacije na primjenu, ali je u njima obično sadržana najbolja praksa i višegodišnja provjerenost većeg broja organizacija.

Iako je bilo mnogo pristupa i definicija u menadžmentu rizika, prvi "nacionalni" se standard pojavio u Australiji i Novom Zelandu 1995. godine, Kanadi 1997. i Velikoj Britaniji 2000. Ostale regije i zemlje postupno su razvijale slične standardizirane pristupe upravljanju rizicima. Kako je općepoznato da su Sjedinjene Američke Države dominantna ekonomska sila, njihov izum COSO ERM (2004) – (eng. *Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission - Enterprise Risk Management*) ubrzo je nakon objavljivanja postao primarni standard. Međutim, i druge zemlje i područja kao što je EU, Kina itd. imaju potrebu za standardima ovakve vrste.

- **Norma AS/NZ 4360:2004.** – Riječ je o zajedničkoj normi Australije i Novog Zelanda. Važna je prvenstveno zato što je prethodila normi ISO 31000:2009. koja je od nje preuzela brojna rješenja iz metodologije i procesne orijentacije u sustavu upravljanja. AS/NZS 4360 prihvaćena je i primijenjena u tisućama organizacija u Australiji i Novom Zelandu, ali i širom svijeta, u proteklih četrnaest godina. Uspostavljena je kako bi omogućila praktični pristup upravljanju rizicima i široku primjenu. Pojavljivanje ove norme imalo je svoju genezu. Najprije je bila nacrt DR98549. Nakon toga objavljena je kao AS/NZS 4360:1995-Risk Management. Nakon revizije provedene 1999. godine pojavljuje se drugo izdanje pod nazivom AS/NZS 4360:1999-Risk Management, a nakon ponovne revizije bilo je objavljeno i treće izdanje AS/NZ 4360:2004-Risk Management. [161]
- **COSO ERM (2004.)** je *okvir* koji pruža integrirana načela, zajedničku terminologiju i praktičnu implementaciju smjernica koje podržavaju programe subjekata za razvoj ili mjerenje performansa u procesu upravljanja rizicima poduzeća. Iako na prvi pogled nema neke razlike, ipak se *okvir* smatra relativno fleksibilnijim načinom usmjeravanja upravljanja rizikom nego je to standard. Ovaj se okvir primjenjuje dragovoljno. [158]
- **Međunarodna norma ISO 31000:2009.** kao i sve druge ISO norme, globalnog je karaktera. Objavljena je 2009. godine kao međunarodno dogovoreni standard za upravljanje rizikom ali na temelju standarda iz 2004. godine. Osnovna je razlika upravo u tome što je ISO standard međunarodni i primjenjiv je u cijelom svijetu, dok COSO ERM (2004.) okvir najbolje funkcionira na prostoru SAD-a. Tijekom 2010. godine doživljava svoju primjenu kao prva međunarodna norma za upravljanje rizicima u svijetu. Norma je pisana uzimajući u obzir široki raspon interesa različitih organizacija. Ona ne daje samo informacije o tome da poslovni procesi trebaju općenito biti prilagođeni upravljanju rizicima već sadržava i preporuke kako ti poslovni procesi mogu biti rezultat primjene i implementacije aspekta upravljanja. Proces se potom odvija u neprekidnim ciklusima. Svaki je novi ciklus na višoj razini pouzdanosti procesa. [135]

5.1.2. Tehnike (alati) za procjenu rizika

U procjeni rizika kao „čvorištu“ oko kojega se vrte ostali aspekti upravljanja rizikom može se koristiti raznovrsnim tehnikama (alatima) kako bi se postigao cilj. Tehnike mogu biti: kvalitativne, kvantitativne, induktivne, deduktivne, determinističke, probabilističke, izravne, neizravne, inženjerske, sofisticirane i druge. Opće karakteristike svih tehnika u procjeni rizika su da ni jedna ne može obuhvatiti sve rizike i svaka od tehnika zahtijeva intimno poznavanje procesa. Obzirom da se rizik mijenja tijekom vremena, znači da to nije jednokratni proces, već se mora ponavljati i mijenjati. Metode za procjenu rizika mogu se podijeliti na *kvalitativne, kvantitativne i kombinirane*.

Kvantitativne metode temelje se na matematičkim postupcima i koriste se egzaktnim numeričkim vrijednostima. Rezultat kvantitativnih metoda su statistički podaci. Snaga kvantitativnih metoda ujedno je i njihova slabost, a to je da pitanja i odgovori moraju biti strogo kontrolirani. Zato odgovori na pitanja ne mogu dati potpunu sliku o subjektu. Prednost metoda je ta da je s njima lakše raditi kratke izvještaje o izvršenoj procjeni rizika. Još jedan problem je da za kvantitativne metode provoditelj procjene rizika mora imati dobre matematičke kompetencije. Kvantitativne metode mogu odrediti veličinu rizika u jedinicama troškova ili vremena. Za primjenu ove metodama služi se ili povijesnim ili procijenjenim veličinama pri određivanju veličine i intenziteta nepovoljnog događaja i osjetljivosti subjekta. Zasnivaju se na simultanim procjenama utjecaja svih identificiranih i kvantificiranih rizika. Rezultat je distribucija vjerojatnosti. Ove se metode mogu koristiti: analizom osjetljivosti, matematičkim modelima, simulacijama, računom vjerojatnosti – stohastičkim odlučivanjem, Monte Carlo metodom, analizom stablom kvara (eng. *Fault Tree Analysis*, FTA), analizom stablom događaja (eng. *Event Tree Analysis*, ETA), vjerojatnosnom procjenom rizika (eng. *Probabilistic Safety Assessment*, PSA–*Probabilistic Risk Assessment*, PRA), matricom rizika (eng. *Risk Matrix*), registrom rizika (eng. *Risk Register*), brzom procjenom rizika (eng. *Rapid Risk Assessment*, RRA), analizom pouzdanosti (eng. *Reliability Analysis*), analizom ljudske pouzdanosti (eng. *Human Reliability Analysis*, HRA), analizom Markovljevim lancima (eng. *Markov Chain Analysis*) itd.

Kvalitativna metoda rizika je identifikacija njihovih izvora zajedno s elementima što ih aktiviraju, te se zatim procjenjuje njihov utjecaj na resurse. Cilj je odrediti glavne izvore rizika i opis njihovih vjerojatnih posljedica. Kvalitativne metode koriste se relativnim vrijednostima i radionicama i intervjuima kao izvorom podataka. Kvalitativne metode kvalitativno evaluiraju njihov utjecaj na rizik pa se zatim ti parametri, radi lakše interpretacije, kvantificiraju. Glavna razlika između kvalitativne i kvantitativne procjene rizika jest u vrijednosti parametara kojima se koriste. Numeričke vrijednosti parametara u kvalitativnim metodama nisu apsolutne, već relativne.

Za kvalitativnu procjenu rizika važno je da je provodi iskusna, stručna i, naravno, sposobna osoba kako bi se mogla izvesti kvalitetna procjena jer kvalitativna procjena velikim dijelom ovisi o subjektivnoj procjeni. Velika je njezina vrijednost u tome što se njome dobiva cjelovita slika procjenjivanog događaja ili subjekta. Postoji kritika i primjedba da je ova vrsta sakupljanja podataka previše subjektivna. Zato kvalitativne metode nisu jednostavne i zahtijevaju učenje i usavršavanje u njihovu izvođenju jer se bave ljudskim nagonima, mislima, osjećajima i stavovima. Kvaliteta takve procjene rizika ovisi o kvaliteti izvođača. Rezultati kvalitativne procjene lakše se prikazuju široj publici. Tipične metode kojima se koristi za kvalitativnu procjenu rizika su: analiza „što-ako“ (eng. *What-If Analysis*), dijagram toka/mapiranje procesa, brainstorming (eng. PESTLE, SWOT, itd.), studija opasnosti i operabilnosti (eng. *Hazard and Operability Study*, HAZOP), analiza vrste kvarova i njihovih učinaka (eng. *Failure Mode and Effect Analysis*, FMEA), analiza vrste kvarova, njihovih učinaka i kritičnosti (eng. *Failure Mode, Effect and Criticality Analysis*, FMECA), matrica rizika (eng. *Risk Matrix*), registar rizika (eng. *Risk Register*),

sigurnosni pregled (eng. *Safety Review*), relativno rangiranje (eng. *Relative ranking*) i drugo.

Objekti skupine metoda imaju svoje prednosti i nedostatke. Kvalitativne se metode mogu kombinirati s kvantitativnim metodama. U literaturi se ističe, da je bolje upotrebljavati pretežno kvalitativne metode jer one daju bogatiju sliku situacije u organizaciji.

5.1.3. Matrica rizika

Jedna od prvih i najjednostavnijih alata za rangiranje rizika koja je uspješna od samog početka kvalitativne analize rizika pa sve do danas je *matrica rizika*. Također je popularna i kao „matrica vjerojatnosti i posljedice“. To je vrlo učinkovit alat, uspješan i koristan za procjenu rizika. Iako postoje mnoge standardne matrice u različitim kontekstima (ISO, IMO, NASA itd.), pojedinačni projekti i organizacije moraju stvoriti vlastitu matricu ili sebi prilagoditi već postojeće.

U mnogim preporukama za upravljanje rizicima rizik se karakterizira formulom umnoška *vjerojatnosti* da će se dogoditi rizik i *posljedice* (ozbiljnost neželjenog učinka koji se treba dogoditi):

$$\text{rizik} = \text{vjerojatnost događaja} \times \text{posljedica} \quad (5.1.)$$

Razine rizika najlakše je odrediti na temelju podataka i tablica što su proizašle iz: analize vjerojatnosti da će se pojaviti rizik i analize posljedica (potencijalnih gubitaka). Vjerojatnost i posljedica može se analizom kvantificirati brojačno, kao broj između 0 i 1, ili između 0 i 10, ili postotak, ali se kvantificiranje može izraziti i opisno.

Standardno je rješenje kvalitativna ljestvica gdje je umjesto brojeva opisni tekst - primjerice, vjerojatnost, utjecaj i rizik može poprimiti jednu od tri vrijednosti: visoki, srednji i niski (kao što je prikazano na slici 5.1.).

Na temelju tih podataka kreira se matrica rizika, ili dvodimenzionalni graf, s prikazom utjecaja (na x-osi) i vjerojatnosti (na y-osi) i ona će opisivati različite razine rizika u sustavu. Najčešće je to matrica 3 x 3, no ovisno o sustavu i željenoj zrnatosti, na mnogim mjestima susreću se i matrice tipa 4 x 4 i 5 x 5 gdje se onda uz veliki, srednji i niski rizik definiraju i pojmovi kao iznimno visoki, vrlo visoki i vrlo nizak rizik. [8]

Primjer na slici 5.1. jest matrica rizika koja prikazuje kako se računa ukupna njegova razina, gdje je vjerojatnost da će se dogoditi rizik (velika, srednja, mala) i posljedica (velika, srednja, mala).

VJEROVATNOST REALIZACIJE RIZIKA (učestalost događaja / incidenta)	velika (3)	Srednji rizik 3	Visoki rizik 6	Visoki rizik 9
	srednja (2)	Niski rizik 2	Srednji rizik 4	Visoki rizik 6
	mala (1)	Niski rizik 1	Niski rizik 2	Srednji rizik3
		mala (1)	srednja (2)	velika (3)
		POSljedica (učinak/ utjecaj/ gubici)		

RAZINA RIZIKA	VRIJEDNOSTI
visoki rizik	6 - 9
srednji rizik	3 - 4
niski rizik	1 - 2

Slika 5.1. Primjer jednostavne matrice rizika.

5.1.3.1. Procjena i matrica rizika prema IMO-u

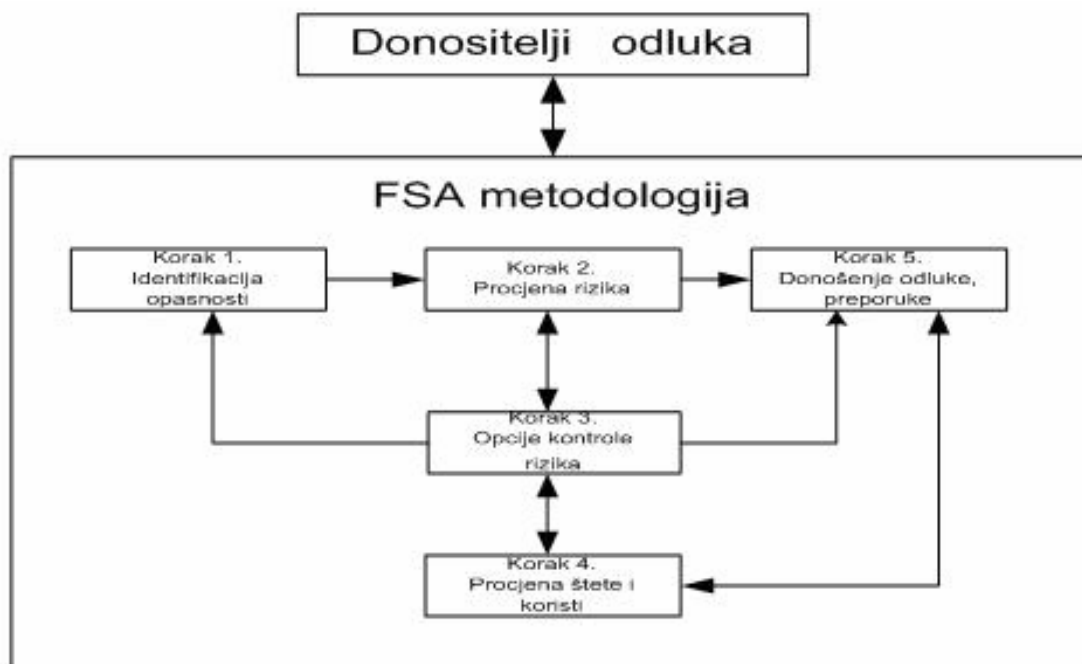
Međunarodna pomorska organizacija (engl. *International Maritime Organization*) preko je svojih je odbora - Odbora za pomorsku sigurnost (eng. *The Maritime Safety Committee*), te Odbora za zaštitu okoliša (eng. *Marine Environment Protection Committee*) je odobrila 2001. godine smjernice za formalne sigurnosne procjene (eng. *Guidelines for Formal Safety Assessment – FSA*). FSA se označava kao sustavna i strukturirana metodologija, dakle racionalan i sustavan proces za procjenu rizika povezanih s pomorskom sigurnošću i zaštitom morskog okoliša te za procjenu troškova i koristi od IMO-a opcija za smanjivanje tih rizika.

FSA metodologija postupni je pristup koji obuhvaća sljedećih pet međusobno povezanih koraka (IMO 2002):

- Korak 1 - Identifikacija hazarda⁶
- Korak 2.- Analiza rizika
- Korak 3 - Opcije kontrole rizika
- Korak 4 - Procjena štete i koristi
- Korak 5 - Preporuke za odlučivanje

Na slici 5.2. prikazan je dijagram IMO FSA metodologije [131]

⁶ IMO-Cirkular 1023 daje sljedeću definiciju: "Hazard: potencijalna prijetnja za ljudski život, zdravlje, imovinu ili okoliš."



Slika 5.2. Dijagram IMO FSA metodologije (IMO 2002).

IMO FSA Smjernice sadržavaju matricu rizika koja je predložena za vrednovanje i rangiranje zbirnih rizika, povezanih s brodskim operacijama što uključuju ljudske rizike (smrtnost i ozljede) i imovinske rizike (tj. brod). IMO matrica rizika je matrica 4 x 4 i sadržava četiri skale (razreda) za frekvencije i četiri za posljedice. Pritom je:

$$\text{Rizik} = \text{Frekvencija} \times \text{Posljedica} \quad (5.2)$$

Da bi se olakšalo rangiranje i njegovo vrednovanje, općenito se preporučuje definirati indekse posljedica (IP) i indekse frekvencije (IF) na logaritamskoj skali. Indeks rizika zato može biti utvrđen zbrajanjem indeksa frekvencije i indeksa posljedica.

$$\text{Log (rizik)} = \text{log (vjerojatnost)} \times \text{log (posljedica)} \quad (5.3.)$$

Uzimajući u obzir prethodnu jednadžbu bit će:

$$\text{Indeks rizika (IR)} = \text{indeks frekvencije (IF)} + \text{indeks posljedice (IP)} \quad (5.4)$$

Ako se posluži logaritamskom skalom, indeks rizika (IR) za rangiranje nekog događaja koji se rijetko događa ($IF = 3$) s značajnom posljedicom ($IP = 2$) biti će indeks rizika ($IR = 5$).

Indeksom rizika (IR) može se koristiti za rangiranje opasnosti poredanih prioritarnim redoslijedom za smanjenje rizika. U načelu, opcije smanjenja rizika koje utječu na opasnosti s višim IR smatraju se najpoželjnijima. Razvidno je da se ovaj oblik matrice rizika lako primjenjuje i zahtijeva nekoliko stručnih vještina, pa je zbog toga privlačan za mnoge projektne timove. [51]

FREKVENCIJA				VISOKI RIZIK
Često				
Razumno vjerovatno				
Rijetko				
Izuzetno rijetko	NISKI RIZIK			
	male	značajne	teške	katastrofalne
	POSLJEDICE			

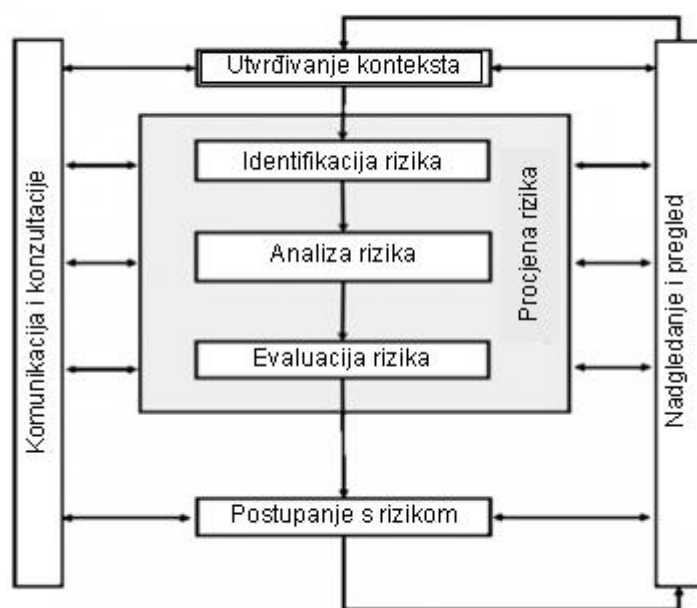
Slika 5.3. Matrica rizika prema IMO FSA (IMO 2002).

5.1.3.2. Procjena i matrica rizika prema ISO-u

Procjena rizika nije samostalna aktivnost i treba biti u potpunosti integrirana s drugim komponentama u procesu upravljanja rizicima. Temeljni elementi procesa upravljanja rizicima koji su definirani u normi ISO 31000:2009 jesu:

- komunikacije i konzultacije
- uspostavljeni kontekst
- procjena rizika (koja obuhvaća: identifikaciju rizika, analizu rizika i evaluaciju rizika)
- postupanje s rizikom
- nadgledanje i pregled.

Prema ISO 31000:2009 procjena je rizika cjelokupni proces njegove identifikacije, analize i evaluacije. Rizici se mogu procijeniti na organizacijskoj razini, na razini odjela, uz pojedine projekte, pojedinačne aktivnosti ili kao specifični rizici. Različiti alati i tehnike mogu biti prikladni u različitim kontekstima. Procjena rizika osigurava njegovo razumijevanje, ali i njegovih uzroka, posljedica i njegove vjerojatnosti. Izlaz procjene rizika ulaz je za procese donošenja odluka. Način na koji se primjenjuje ovaj postupak ovisan je ne samo o kontekstu procesa upravljanja rizicima nego i o metodama i tehnikama kojima se koristi da bi se provela procjena rizika. [132]



Slika 5.4. Dijagram procesa upravljanja rizikom prema normi ISO 31000:2009.

Matrica koja se preporučuje ISO normom upotrebljava se za rangiranje rizika, njegovih izvora ili postupanja s njim na temelju njegove razine. Ova vrsta matrice također se naširoko rabi kako bi se utvrdilo je li dan rizik široko prihvatljiv ili neprihvatljiv prema području na kojemu se nalazi u matrici. Široko je preporučena matrica vjerojatnosti/posljedice s 5 x 5 polja, gdje su posljedice na jednoj, a vjerojatnosti na drugoj osi. Matrica rizika preporučena ISO normom vidljiva je na slici 5.5.

Posljedice Vjerojatnost	Zanemarive	Umjerene	Osjetne	Znatne	Nesagledive
Izuzetno rijetko	1	2	3	4	5
Rijetko	2	4	6	8	10
Moguće	3	6	9	12	15
Izgledno	4	8	12	16	20
Vrlo izgledno	5	10	15	20	25

Razina rizika	 1-4	Vrlo niski (zeleno)
	 5-11	Niski (žuto)
	 12-16	Srednji (narančasto)
	 17-25	Visoki (crveno)

Slika 5.5. Matrica rizika prema normi ISO 31000:2009.

Matrica ima dva ulaza. Oni su prilagođene ljestvice za posljedicu i vjerojatnost. Ljestvica posljedica treba pokriti više različitih tipova posljedica što ih treba razmotriti (primjerice: financijski gubitak, sigurnost, okoliš ili druge parametre, ovisno o kontekstu) i trebala bi se protezati od najniže do maksimalne posljedice.

Ljestvica vjerojatnost može imati bilo koji broj bodova. Definicije za vjerojatnosti trebaju biti tako odabrane da budu što je moguće nedvosmislene. Ako se služimo brojčanim pokazateljima za definiranje različite vjerojatnosti, onda treba dodati i jedinice.

U rangiranju rizika, korisnik prvo pronalazi opis posljedica što najbolje opisuju situaciju, a onda definira vjerojatnost da će doći do te posljedice. Razina se rizika zatim očitava iz matrice. Mnogi rizični događaji mogu imati više ishoda povezanih s različitim vjerojatnostima. Obično su manji problemi češći od katastrofa. Tu je dakle izbor treba li rangirati najčešći ishod, onaj najozbiljniji ili neku drugu kombinaciju. U mnogim okolnostima potrebno se usredotočiti na uvjerljivo najozbiljnije ishode jer su oni najveća prijetnja i često su od najveće važnosti. Razina rizika definirana matricom može biti povezana s pravim odlučivanjem, kao što je tretirati ili netretirati rizik. [132]

5.1.4. Procjena ekološkog rizika

Ekološki rizik pokazatelj je izvjesnosti nastanka gubitka, zdravstvene ili imovinske štete, dakle štete u životnoj sredini zbog izloženosti određenoj ekološkoj opasnosti.

Sadržaj ekološkog rizika određuju dva osnovna elementa: sama ekološka opasnost i izlaganje njoj. Izlaganje ekološkoj opasnosti obuhvaća vezu između izvora štete i životne sredine na koju on utječe. [159]

Procjena ekološkog rizika proces je za procjenu koliko je izvjesno da okolina može biti ugrožena kao rezultat izloženosti jednom ili više ekoloških pritisaka, kao što su kemikalije, promjene zemljišta, bolesti, pojava invazivnih vrsta, klimatskih promjena itd.

Proces je potreban da se sustavno ocjenjuju i organiziraju podatci, informacije, pretpostavke i neizvjesnosti kako bi se pomoglo razumjeti i predvidjeti odnosi između ekoloških pritisaka i ekološki učinci što je bitno za donošenje odluka o okolišu.

Ekološke procjene rizika mogu se upotrijebiti da se predvide izvjesnosti budućih učinaka, ili ocjeni vjerojatnost da su efekti uzrokovani prethodnom izloženošću nekima od ekoloških pritisaka. [42]

Informacije od procjene ekoloških rizika služe menadžerima rizika ili drugim donositeljima odluka u daljnjem radu, kao što su komuniciranje sa zainteresiranim stranama i javnošću, ograničavajući aktivnosti povezanim s ekološkim pritiscima. Informacije iz procjene mogu poslužiti i u izradbi plana za praćenje utvrđivanja jesu li rizici smanjeni ili oporavlja li se ekosustav.

Iako se menadžeri u procesu odlučivanja oslanjaju na mnoga razmatranja i izvore informacija, procjene ekološkog rizika su jedinstvene u pružanju znanstvene ocjene ekološkog rizika. [143]

Model analize ekološkog rizika koji je predložila američka agencija za zaštitu okoliša (*Environmental Protection Agency* - EPA) sadržava tri osnovne faze:

- Faza 1 - *Formuliranje problema* - odnosi se na identificiranje ciljeva procjene rizika, ukupan opseg procjene i njen fokus. Informacije se prikupljaju kako bi se pomoglo identificirati ekološke resurse koje treba zaštititi.
- Faza 2 - *Analiza* - istraživanje je opsega ekološkog onečišćenja i odnos između onečišćavajućih subjekata ili materija i resursa na koje one utječu. Ovo je određivanje koji su resursi izloženi i koliko su izloženi, i jeli ta razina izloženosti tolika da će ili neće izazvati štetne ekološke učinke. Ovdje se utvrđuje odnos uzrok – posljedica i stupanj štete.

- Faza 3 - *Karakterizacija rizika* - sadržava dvije glavne komponente: *procjene rizika i opis rizika*. Procjena rizika kombinira profile izloženosti i učinke izloženosti. Opis rizika pruža informacije važne za tumačenje rezultata rizika i da se identificira razinu štetnih učinaka na resurse. Ova faza obuhvaća ocjenu dobivenih rezultata u prethodnim fazama radi identificiranja vjerojatnosti štete povezane s određenim onečišćivačima.

5.2. Model onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s plovila

Analizirajući IMO smjernice za formalne sigurnosne procjene (eng. *Guidelines for Formal Safety Assessment – FSA*), međunarodnu normu ISO 31000:2009 i EPA model analize ekološkog rizika, dade se zaključiti da su svi ti akti temeljeni na više-manje sličnim logičnim razmišljanjima i slijedu radnja, pa su im zato temeljne postavke vrlo slične, a razlike su uglavnom u načinu ili postupcima kojima se dolazi do postavljenog cilja – procjenjivanje i evaluacija rizika radi određivanja mjera za djelovanje na njega (nošenje s njim, njegovo minimiziranje, izbjegavanje itd.).

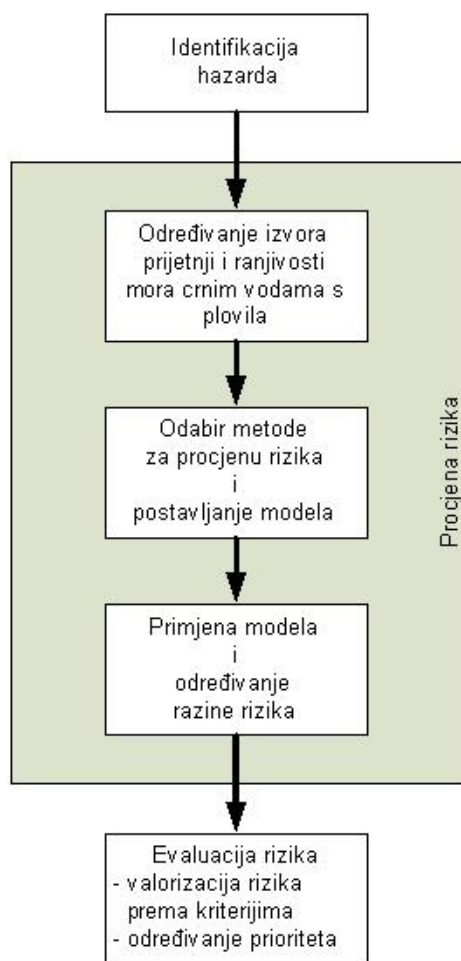
Međutim, ni jedan od ovih akata ne nudi cjelovit i opće primjenjiv postupak koji bi se jednostavno mogao primijeniti kao model pri onečišćenju mora crnim vodama s plovila. Zato što je onečišćenje mora crnim vodama s plovila vrlo složena problematika povezana s više različitih područja znanosti. Postojeće matrice su samo smjernice, a ne gotov model ili postupak na temelju čega bi se moglo djelovati.

Zbog toga koristeći se preporukama i dobrom praksom iz IMO smjernica za formalnu sigurnosnu procjenu, normom ISO 31000:2009 i EPA modelom analize ekološkog rizika, postavlja se izvorni model onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s plovila koji se sastoji od tri glavna koraka: identifikacije rizika, procjene rizika i evaluacije rizika, kako je to prikazano na slici 5.6.

Prvi korak, identifikacija hazarda, početni je korak kojim se uočava problem ili hazard, definiraju se subjekti ili resursi na koje može djelovati.

Drugi korak, procjena rizika najopsežniji je dio i sastoji se od tri dijela. U prvom se dijelu određuje izvor prijetnja i ranjivost mora crnim otpadnim vodama s plovila. U drugom dijelu odabire se metoda za procjenu rizika i postavlja se model za procjenu rizika, dok se u trećem primjenjuje postavljeni model i određuje razina rizika za različita plovila.

Treći korak, evaluacija rizika, podrazumijeva određivanje kriterija ili granica po kojima će se rizik uspoređivati i vrjednovati, uz određivanje prioriteta na koje bi najprije trebalo djelovati kako bi se izbjegli ili smanjili veći rizici.



Slika 5.6. Model za rizik od onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s plovila.

5.2.1. Identifikacija hazarda / opasnosti

Temeljem analize štetnog učinka fekalnih voda na more, ljude i gospodarstvo u poglavlju 2. nedvojbeno je da svako ispuštanje crnih otpadnih voda s plovila u more ima negativne utjecaje na more. Oni su utvrđeni i postoje. Može se reći da je ispuštanje crnih otpadnih voda identificirano kao neupitna opasnost ili hazard za more i ljude.

Koliki će negativni učinci biti proizvedeni takvim ispuštanjima, ovisi o mnogim faktorima a nadasve o udaljenosti plovila od obale, količinama koje se ispuštaju, učestalosti ispuštanja, sastavu crnih otpadnih voda (obrađene ili neobrađene crne otpadne vode), postojanju i primjeni propisa koji reguliraju ovu problematiku, postojanju i upotrebi kopnenih instalacija za prihvatanje crnih otpadnih voda s plovila na obali, uz svijest i savjest ljudi koji obavljaju operativne radnje na plovilima itd.

Međutim još nije utvrđeno koja su to plovila što imaju ili više negativno utječu na more u ovom pitanju, dakle koja su plovila više ili manje rizična za onečišćenje mora crnim otpadnim vodama s plovila. Zato je potrebno procijeniti rizik onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s plovila kako bi se imale temeljne pretpostavke za donošenje odluka u zaštiti mora i morskih resursa kako bi se oni iskorištavali na održiv način u sadašnjem vremenu, ali i u budućnosti.

5.2.2. Određivanje izvora prijetnja i ranjivosti mora crnim otpadnim vodama s plovila

Izvor prijetnja za more različite su vrste plovila sa svojom opremom za crne otpadne vode, povezano s mogućnostima za određeno postupanje s takvim otpadom. Uz samo plovilo i opremu koju ima, veliku ulogu imaju međunarodni i nacionalni propisi kojima se određuju dopuštena i nedopuštena postupanja s crnim otpadnim vodama na plovilima u određenim područjima ili udaljenostima tih plovila od obale.

More, na koje crne otpadne vode s plovila imaju negativne učinke, nije na svakoj lokaciji jednako otporno ili jednako ugroženo. Ta ranjivost odnosi se ne samo na kakvoću morske vode nego i na biljni i životinjski svijet u moru, ljepotu morskog okoliša, ljude koji su u izravnom kontaktu s morem pa čak i na razne grane gospodarstva i ljudske djelatnosti povezane s morem.

Zbog toga za procjenu rizika od ovakvih onečišćenja s plovila treba uzeti u obzir čimbenike koji određuju kolika je prijetnja određenog plovila, a to su faktor propisa i faktor instaliranih uređaja i opreme za crne otpadne vode na plovilu. Uz faktora koji utječu na plovilo moraju se uzeti u razmatranje i oni kojima je definirana ranjivost lokacije, kao što su faktor njezine osjetljivosti i faktor utjecaja na lokaciju.

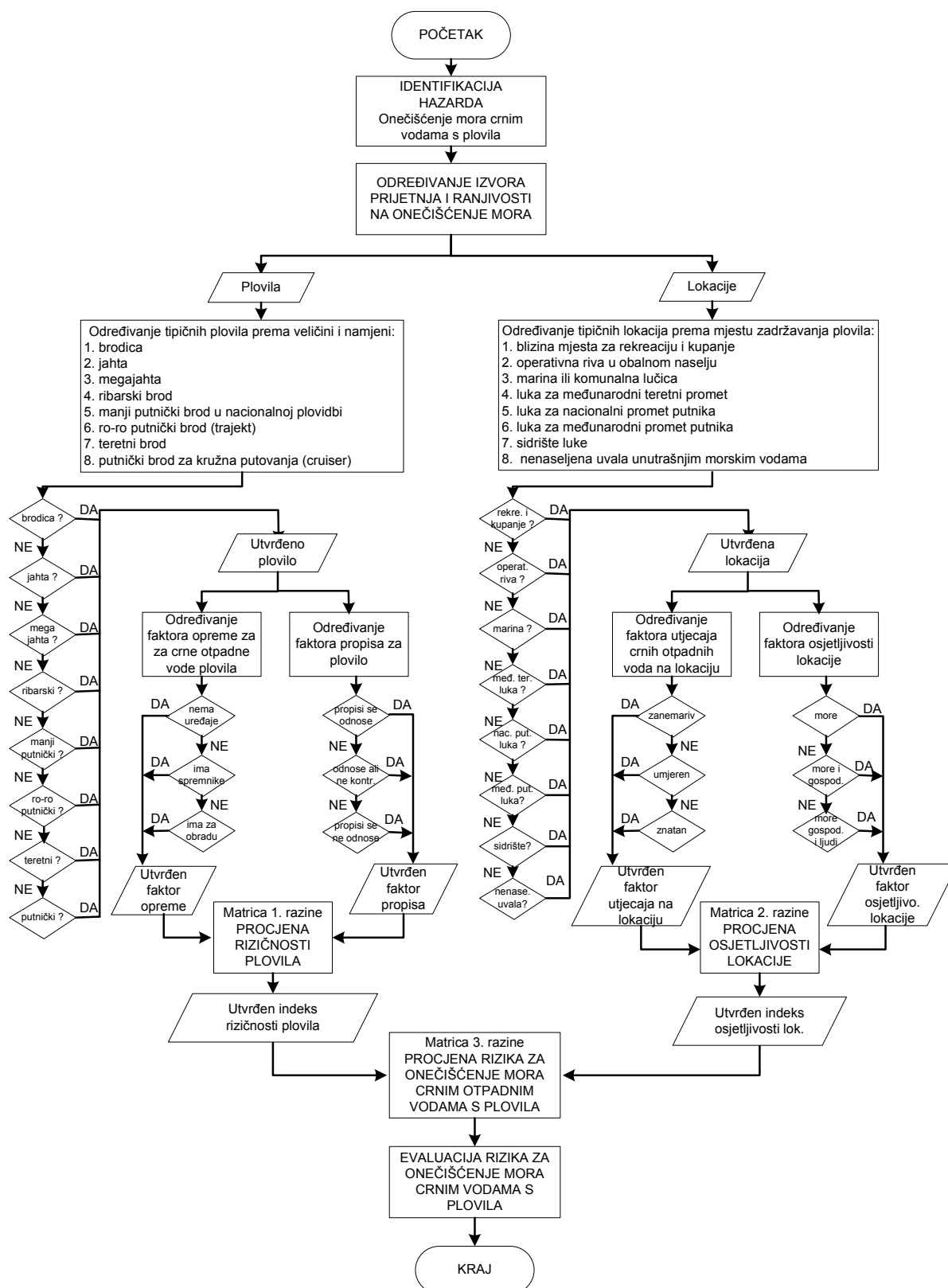
5.2.3. Odabir metode za procjenu rizika i postavljanje izvornoga modela za procjenu rizika

Da bi se procijenio rizika od onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s plovila u nedostatku egzaktnih numeričkih podataka izbor metode sveden je na jednu od kvalitativnih metoda. Pritom je najčešće korištena i univerzalno primjenjiva matrica rizika. Zato je ona logičan izbor.

Međutim, matrica rizika što ju je preporučila Međunarodna pomorska organizacija i ima 4 x 4 polja, kao i matrica rizika prema normi ISO 31000:2009 s 5 x 5 polja, ne mogu se primijeniti za ovo, kao ni bilo koja druga matrica rizika bez obzira koliko polja imala, zato jer sve te matrice imaju samo dva ulaza i rezultat se dobiva umnoškom ili zbrojem dviju varijabla. Za procjenu rizika onečišćenja mora crnim vodama s plovila potrebno je uzeti u obzir više od dva faktora (varijable) s kojima bi trebalo postići što bolju ili vjerodostojniju kvalitativnu procjenu.

Zato je bilo potrebno osmisliti kako iskoristiti matricu rizika kao alat, ali koja bi mogla obraditi više od dvije varijable.

Naizgled, zahtjev s nepomirivim suprotnostima i nije moguće riješiti odjednom. Nakon intenzivnog razmišljanja i kombiniranja kako kanalizirati veći broj faktora na samo dva ulaza matrice, osmišljen je izvorni model s multiplikativnim matricama na tri razine. Koristeći se takvom matricom i ulazeći na svakoj razini s dvije varijable u matricu, u konačnici se postupno dolazi do posljednje matrice (matrice 3. razine) koja daje konačni rezultat o razini rizika. Tako je pomiren zahtjev za više faktora koji sudjeluju u procjeni rizika i rezultiraju jednim rješenjem (razinom rizika). Na slici 5.7. prikazan je dijagram tijekom modela za procjenu rizika onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s plovila.



Slika 5.7. Dijagram tijeka modela za procjenu rizika za onečišćenje mora crnim otpadnim vodama s plovila.

Nakon identifikacije opasnosti/hazarda, procjena rizika nastavlja se određivanjem izvora prijetnja i ranjivosti mora. Pošto se utvrdilo da su izvor prijetnja plovila koja borave na moru i ranjivost lokacije mora na kojima se ona nalaze plovila treba točno utvrditi o kojoj vrsti plovila se radi i na kojoj lokaciji se ono nalazi.

Za tip plovila može se koristiti podjelom plovila prema veličini i namjeni, ili prema pomorskom zakoniku koji daje definicije za različite tipove plovila, pa se stoga prema jednoj takvoj podjeli obavlja izbor.

Lokacije mogu biti određene prema onima tipičnim lokacijama na kojima se zadržavaju plovila za obavljanje neke od svojih namjenom određenih djelatnosti.

Nakon što se utvrdi o kojem tipu plovila i na kojoj tipičnoj lokaciji se takvo plovilo nalazi, potrebno je procijeniti rizičnost dotičnog plovila, što se utvrđuje matricom 1. razine, a kao rezultat dobiva se "indeks rizičnosti plovila". U matricu 1. razine ulazi faktor propisa koji se odnose na dotično plovilo, i to izborom jedne od tri ponuđene opcije:

1. Propisi se odnose na plovilo i plovila se kontroliraju – to je opcija ponuđena za plovila na koje se primjenjuju međunarodni propisi poput MARPOL Priloga IV. koje kontroliraju institucije PSC (*Port State Control*) u državama u kojima se primjenjuje Pariški memorandum.
2. Propisi se odnose na plovilo, ali plovila se ne kontroliraju – opcija je za plovila na koje se primjenjuju međunarodni propisi poput MARPOL Priloga IV. ali se na njih ne odnose pregledi koje izvodi PSC (*Port State Control*) jer se na njih ne primjenjuje Pariški memorandum.
3. Propisi se ne odnose na plovilo – opcija je za plovila na koja se ne primjenjuju međunarodni ili nacionalni propisi zbog njihove manje veličine ili kategorije plovidbe.

U matricu 1. razine uz faktor propisa ulazi i faktor uređaja koji su instalirani na plovilu (prikazano na slici 5.8.) gdje su tri ponuđene opcije onako kako su kategorizirani uređaji u MARPOL Prilogu IV.:

1. plovilo ima uređaj za potpunu obradu crnih otpadnih voda
2. plovilo ima uređaj za mljevenje i dezinfekciju crnih otpadnih voda
3. plovilo ima samo spremnik za zadržavanje crnih otpadnih voda, a nema uređaj za njihovu obradu.

Matrica 1. razine INDEKS RIZIČNOSTI PLOVILA		Faktor propisa		
		Propisi se odnose na plovilo i plovila se kontroliraju (1)	Propisi se odnose na plovilo ali plovila se ne kontroliraju (2)	Propisi se ne odnose na plovilo (3)
Faktor uređaja	Nema uređaj ili ima samo spremnik za zadržavanje (3)	3	6	9
	Ima uređaj za mljevenje i dezinfekciju (2)	2	4	6
	Ima uređaj za potpunu obradu crnih voda (1)	1	2	3

Slika 5.8. Matrica 1. razine.

Osjetljivosti dotične lokacije procjenjuje se matricom 2. razine, kojom se utvrđuje "indeks osjetljivosti lokacije". U matricu 2. razine ulazi faktor osjetljivosti lokacije koji se odnosi na moguća štetna djelovanja na dotičnoj lokaciji, i to izborom jedne od tri ponuđene opcije:

1. djelovanja na izgled mora i biološki svijet u moru
2. djelovanja na izgled mora, biološki svijet u moru i na gospodarstvo
3. djelovanja na izgled mora, biološki svijet u moru, na gospodarstvo i na ljude.

Drugi faktor koji ulazi u matricu 2. razine je faktor utjecaja na lokaciju prema izboru jedne od ponuđenih opcija:

1. zanemarivo utječe
2. umjereno utječe
3. znatno utječe

Matrica 2. razine		Faktor osjetljivosti lokacije		
INDEKS OSJETLJIVOSTI LOKACIJE		More (izgled i bio. svijet) (1)	More (izgled i bio. svijet) i gospodar. (2)	More (izgled i bio. svijet) gospodar. i ljudi (3)
Faktor utjecaja na lokaciju	Znatno utječe (3)	3	6	9
	Umjereno utječe (2)	2	4	6
	Zanemarivo utječe (1)	1	2	3

Slika 5.9. Matrica 2. razine.

Indeks rizičnosti plovila i indeks osjetljivosti lokacije ulazni su podaci za matricu 3. razine, kojom se procjenjuje rizik onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s plovila, kako bi se ustanovila razina rizika onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s plovila.

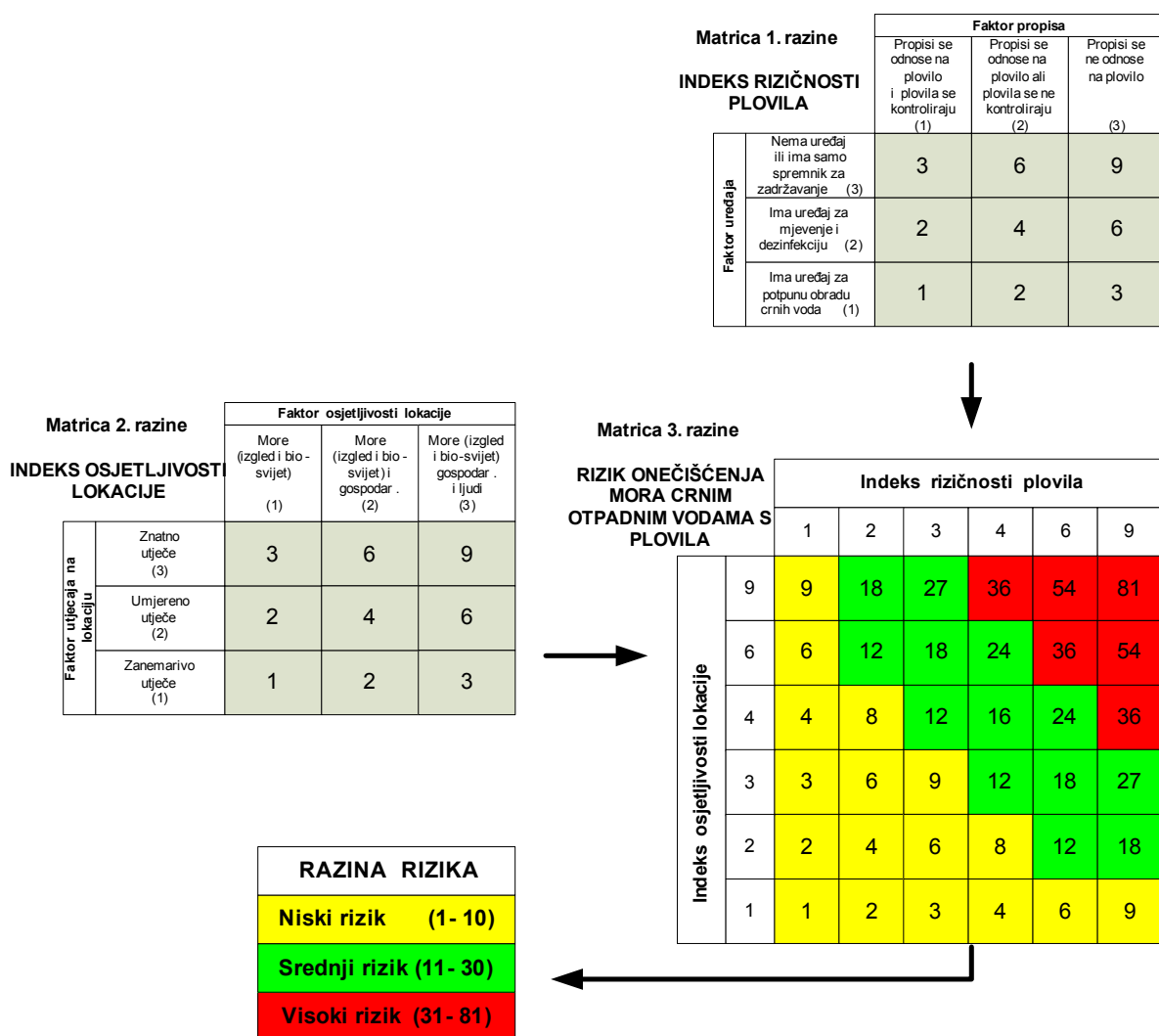
Matrica 3. razine		Indeks osjetljivosti lokacije					
RIZIK ONEČIŠĆENJA MORA CRNIM OTPADNIM VODAMA S PLOVILA		1	2	3	4	6	9
Indeks rizičnosti plovila	9	9	18	27	36	54	81
	6	6	12	18	24	36	54
	4	4	8	12	16	24	36
	3	3	6	9	12	18	27
	2	2	4	6	8	12	18
	1	1	2	3	4	6	9

RAZINA RIZIKA	
Niski rizik	(1-10)
Srednji rizik	(11-30)
Visoki rizik	(31-81)

Slika 5.10. Matrica 3. razine.

Matrica 3. razine ima 6 x 6 polja: upravo onoliko ulaza koliko matrice 1. i 2. razine mogu imati rezultata, dakle numeričke veličine polja koje zauzimaju ti indeksi u matricama 1. i 2. razine. Za matricu 3. razine potrebno je unaprijed odrediti područje razina rizika. Bojenjem polja u matrici rizika postiže se vizualno odvajanje i uočavanje razina rizika. Tako je žuto obojeno područje (s manjim numeričkim razinama) niskog rizika. Zatim srednje područje u matrici, zeleno obojeno, područje je srednjeg rizika. Crveno obojeno područje, krajnje, s najvećim numeričkim razinama polja područje je visokog rizika.

Na slici 15.11. primjer je modela multiplikativnih matrica na tri razine za procjenu rizika onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s plovila za neki određeni tip plovila koje se nalazi na nekoj određenoj lokaciji.



Slika 5.11. Model multiplikativne matrice na tri razine kojima se procjenjuje rizik onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s plovila.

5.3. Primjena modela za procjenu rizika onečišćenja mora crnim vodama s plovila i određivanje razine rizika za pojedina plovila

Nakon što je postavljen izvorni model procjene rizika može se konkretno primijeniti i procijeniti rizik za točno određena plovila na određenim lokacijama.

5.3.1. Tipična plovila i lokacije

Plovila se mogu svrstati u nekoliko tipičnih kategorija, polazeći od podjela u skladu s nazivljem iz Pomorskog zakonika, ali i uzimajući u obzir da se isti tip plovila može protezati svojom veličinom i brojem osoba iz jedne kategorije u drugu iako formalnopravno ne ide u iduću kategoriju, kao što je to za jahte koje mogu biti od 12 m duljine pa sve do neograničene gornje granice. Tako, primjerice, postoji nelogičnost da su neka plovila formalnopravno "jahte" zapravo znatno veća plovila od manjih brodova za kružna putovanja.

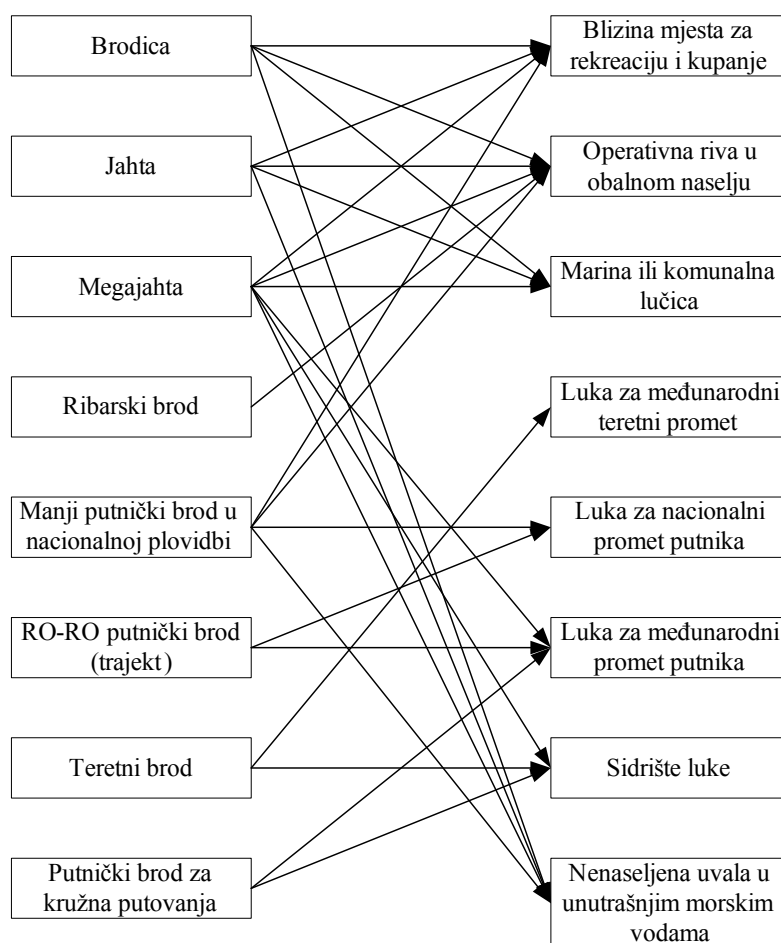
Za potrebe ovog rada plovila su podijeljena na tipična plovila kao:

1. brodice
2. jahte
3. megajahte
4. ribarski brodovi
5. manji putnički brodovi u nacionalnoj plovidbi (najčešće spominjani u neformalnom govoru kao "Kriljani")
6. RO-RO putnički brodovi (trajekti)
7. teretni brodovi
8. putnički brodovi za kružna putovanja (cruiseri).

Tipične lokacije na kojima se zadržavaju plovila radi obavljanja svojih namjenskih aktivnosti ili mirovanja podijeljena su na:

1. more u blizini mjesta za rekreaciju i kupanje
2. operativnu rivu u obalnomu naseljenom mjestu
3. marinu ili komunalnu lučicu
4. luku za međunarodni teretni promet
5. luku za nacionalni promet putnika
6. luku za međunarodni promet putnika
7. sidrište luke
8. nenaseljenu uvalu u unutrašnjim morskim vodama.

Za procjenu rizika koja slijedi treba povezati plovila i lokacije. Budući da u stvarnom životu nije moguće naći svako tipično plovilo, spomenuto u spomenutoj podjeli, na svakoj lokaciji (primjerice brod za kružna putovanja u marini ili brodicu u luci za međunarodni teretni promet), odabrane su samo racionalne kombinacije plovila na određenim lokacijama koje su moguće i najčešće se susreću u realnom životu. Na slici 5.12. kombinacije su plovila i lokacija za procjenu rizika koja slijedi.



Slika 5.12. Tipična plovila i tipične lokacije za procjenu rizika onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s plovila.

5.3.2. Određivanje indeksa rizičnosti za pojedine tipove plovila

Indeks rizičnosti plovila dobiva se iz matrice 1. razine (opisane u poglavlju 5.2.3. i na slici 5.8.) tako da se za odabrano plovilo ulazi u matricu 1. razine s faktorom propisa i faktorom uređaja. Tako za odabrana plovila slijedi:

1. Brodica – odabran je faktor propisa 3 zato što se na brodice ne primjenjuju međunarodni propisi a nacionalnih nema za reguliranje ove problematike. Faktor uređaja je 3 zato što na manjim brodicama postoje zahodi s direktnim pražnjenjem ručnom ili električnom sisaljkom, dok se kod većima može naći i spremnik za prikupljanje crnih otpadnih voda. (vidi 4.1.1.) U oba primjera faktor uređaja je isti. Rezultirani indeks rizičnosti brodice je 9.
2. Jahta - faktor propisa je 2 zato što jahte uglavnom viju stranu zastavu i uglavnom su u međunarodnoj plovidbi, stoga se na njima primjenjuje MARPOL Prilog IV. međutim kako nisu brodovi nego jahte, na njima se ne primjenjuje Pariški memorandum pa se nad njima ne izvode periodični inspekcijski pregledi inspektora "Port State Control". Faktor uređaja je 2 jer su jahte najčešće opremljene

spremnikom za crne otpadne vode koji još ima uređaj za mljevenje i dezinfekciju. (vidi 4.1.2.) Rezultirani indeks rizičnosti jahte iznosi 4.

3. Megajahta - odabran je faktor propisa 2 zbog istog razloga kao i za jahtu, dakle zato što megajahte viju stranu zastavu i uglavnom su u međunarodnoj plovidbi, stoga se na njima primjenjuje MARPOL Prilog IV i kako nisu brodovi, nego jahte, na njima se ne primjenjuje Pariški memorandum pa nema inspekcijskog pregleda od strane inspektora *Port State Control*. Faktor uređaja je 1 jer su jahte najčešće opremljene uređajem za potpunu obradu crnih otpadnih voda (vidi 4.1.2.). Rezultirani indeks rizičnosti jahte iznosi 2.
4. Ribarski brod – odabrani faktor propisa je 3 zato što domaći ribarski brodovi stalno plove u nacionalnoj plovidbi pa se zbog toga na njima ne primjenjuje MARPOL Prilog IV. Faktor uređaja je 3 zato što ribarski brodovi najčešće imaju instalacije samo sa spremnikom za prikupljanje crnih otpadnih voda i sisaljkom za pražnjenje takvog spremnika kad se napuni (vidi 4.1.3.). Rezultirani indeks rizičnosti ribarskog broda je 9.
5. Manji putnički brod u nacionalnoj plovidbi - odabrani faktor propisa je 3 kao i za ribarske brodove zato što i oni stalno plove u nacionalnoj plovidbi pa se zbog toga na njima ne primjenjuje MARPOL Prilog IV. Faktor uređaja je 3 zato što ovi brodovi najčešće imaju instalaciju samo sa spremnikom za prikupljanje crnih otpadnih voda i sisaljkom za njegovo pražnjenje kad se napuni (vidi 4.1.5.1.). Rezultirani indeks rizičnosti manjeg putničkog broda u nacionalnoj plovidbi je 9.
6. RO-RO putnički brod (trajekt) – faktor propisa je također 3 kao i za druge brodove koji plove u nacionalnoj plovidbi pa se na njima ne primjenjuje MARPOL Prilog IV. a faktor je uređaja 1 jer su ovi brodovi najčešće opremljeni uređajem za potpunu obradu crnih otpadnih voda (vidi 4.1.4.). Rezultirani indeks rizičnosti RO-RO putničkog broda je 3.
7. Teretni brod – faktor propisa za ovaj tip broda je 1 jer ovi brodovi plove u međunarodnoj plovidbi i na njima se primjenjuje MARPOL Prilog IV. Odabrani faktor uređaja je 1 zato što su oni opremljeni uređajima za potpunu obradu crnih otpadnih voda (vidi 4.1.4.). Rezultirani indeks rizičnosti teretnog broda je 1.
8. Putnički brod za kružna putovanja – faktor propisa je kao i za teretni brod, 1 jer oni plove u međunarodnoj plovidbi i na njima se primjenjuje MARPOL Prilog IV. Odabrani faktor uređaja također je 1 zato što su opremljeni uređajima za potpunu obradu crnih otpadnih voda, i to najučinkovitijim i najsloženijim uređajima današnjice proizvedenima upravo za ovaj tip brodova kako bi zadovoljili zahtjeve velikog broja osoba na brodu, ali i najstrožije ekološke standarde i nacionalne propise najzahtjevnijih država (vidi 4.1.5.2.). Rezultirani indeks rizičnosti putničkog broda za kružna putovanja je 1.

U tablici 5.1. prikazani su indeksi rizičnosti plovila za sve tipove plovila za koje se procjenjuje rizik onečišćenja crnim otpadnim vodama u ovom radu.

Tablica 5.1. Indeksi rizičnosti plovila.

PLOVILO	Faktor propisa	Faktor uređaja	INDEKS RIZIČNOSTI PLOVILA
Brodica	3	3	9
Jahta	2	2	4
Megajahta	2	1	2
Ribarski brod	3	3	9
Manji putnički brod u nacionalnoj plovidbi	3	3	9
RO-RO putnički brod (trajekt)	3	1	3
Teretni brod	1	1	1
Putnički brod za kružna putovanja	1	1	1

Izvor: Obradio autor.

5.3.3. Određivanje indeksa osjetljivosti za pojedine vrste lokacija

Indeks osjetljivosti lokacije dobiva se iz marice 2. razine (opisane u poglavlju 5.2.3, i na slici 5.9.) tako da se za odabranu lokaciju ulazi u matricu 2. razine s faktorom osjetljivosti lokacije i faktorom utjecaja na lokaciju. Tako za odabrane lokacije slijedi:

1. Blizina mjesta za rekreaciju i kupanje – odabran je faktor osjetljivosti lokacije 3, zato što je utjecaj crnih otpadnih voda u blizini mjesta za rekreaciju i kupanje na sve subjekte na lokaciji (na more, gospodarske djelatnosti koje se tu obavljaju i same ljude koji su u dodiru s morem). Izabran faktor utjecaja na lokaciju je 3 jer znatno utječe na sva tri subjekta osjetljivosti. Rezultirani indeks osjetljivosti lokacije je 9 za blizinu mjesta za rekreaciju i kupanje.
2. Operativna riva u obalnom naselju – odabran je faktor osjetljivosti lokacije 2 zato što crne otpadne vode utječu na more i gospodarske aktivnosti blizu operativne rive, dok je kupanje na operativnim rivama najčešće zabranjeno pa nema utjecaj na zdravlje ljudi. Faktor utjecaja na lokaciju je 3 jer znatno utječe na oba subjekta osjetljivosti. Za operativnu rivu u obalnom naselju rezultirani indeks osjetljivosti lokacije je 6.
3. Marina ili komunalna lučica – faktor osjetljivosti lokacije je 3 zbog toga što crne otpadne vode utječu na sve subjekte na lokaciji (more, gospodarske djelatnosti koje se tu obavljaju i same ljude u dodiru s morem zbog obavljanja postupaka tehničke prirode povezane s plovilima). Izabran faktor utjecaja na lokaciju je 3 jer znatno utječe na sva tri subjekta osjetljivosti. Rezultirani indeks osjetljivosti lokacije je 9 za marinu ili komunalnu lučicu.
4. Luka za međunarodni teretni promet – faktor osjetljivosti lokacije je 1 zato što tu crne otpadne vode djeluju na more, ali ne utječu na gospodarstvo ni ljude jer se u lukama za teretni promet ne obavljaju turističke ili slične djelatnosti. Faktor utjecaja

na lokaciju je 3 jer znatno utječe na more u luci jer ono ima ograničenu dubinu i strujanje. Rezultirani indeks osjetljivosti lokacije je 3 za luku za međunarodni teretni promet.

5. Luka za nacionalni promet putnika – faktor osjetljivosti lokacije je 2 zbog toga što crne otpadne vode na ovoj lokaciji utječu na more ali i na gospodarstvo; lokacijom prolazi velik broj domaćih i stranih turista, pa je povezana s turističkom djelatnosti. Faktor utjecaja na lokaciju je 3 jer znatno utječe na more i gospodarstvo. Rezultirani indeks osjetljivosti je 6 za luku za nacionalni promet putnika.
6. Luka za međunarodni promet putnika – jednako kao luka za nacionalni promet putnika ima faktor osjetljivosti lokacije 2 jer crne otpadne vode na ovoj lokaciji imaju utjecaj na more i na gospodarstvo; njome prolazi velik broj turista pa je povezana lokacija s turističkom djelatnošću. Faktor utjecaja na lokaciju je 3 jer znatno utječe na more i gospodarstvo. Rezultirani indeks osjetljivosti je 6 za luku za međunarodni promet putnika.
7. Sidrište luke – faktor osjetljivosti lokacije je 1 zato što crne otpadne vode na ovoj lokaciji imaju utjecaj samo na more. Faktor utjecaja na lokaciju je 2 jer umjereno utječe na more zbog dubina, morskih struja i njezine otvorenosti. Rezultirani indeks osjetljivosti je 2 za luku za nacionalni promet putnika.
8. Nenaseljena uvala u unutrašnjim morskim vodama – faktor osjetljivosti lokacije je 2 zato što crne otpadne vode imaju utjecaj na more, ali i na gospodarstvo jer su posjetitelji ovakvih uvala upravo nautičari sa svojim ili unajmljenim plovilima, koji traže čisto more i zaklonište; dakle povezana je s turističkom djelatnošću. Faktor utjecaja na lokaciju je 3 jer znatno utječe na more i gospodarstvo. Rezultirani indeks osjetljivosti je 6 za nenaseljenu uvalu u unutrašnjim morskim vodama.

U tablici 5.2. prikazani su indeksi osjetljivosti lokacije za sve lokacije za koje se procjenjuje rizik onečišćenja crnim otpadnim vodama u ovom radu.

Tablica 5.2. Indeksi osjetljivosti lokacije.

LOKACIJA	Faktor utjecaja na lokaciju	Faktor osjetljivosti lokacije	INDEKS OSJETLJIVOSTI LOKACIJE
Blizina mjesta za rekreaciju i kupanje	3	3	9
Operativna riva u obalnom naselju	2	3	6
Marina ili komunalna lučica	3	3	9
Luka za međunarodni teretni promet	1	3	3
Luka za nacionalni promet putnika	2	3	6
Luka za međunarodni promet putnika	2	3	6
Sidrište luke	1	2	2
Nenaseljena uvala u unutrašnjim morskim vodama	3	2	6

Izvor: Obradio je autor.

5.3.4. Procjena rizika onečišćenja mora crnim otpadnim vodama određenih plovila na određenim lokacijama

Procjena rizika onečišćenja mora crnim otpadnim vodama za određeno plovilo na određenoj lokaciji može se obaviti spomenutim multiplikativnim matricama 1., 2. i 3. razine, dakle postavljenim modelom (vidi 5.2.3.), koristeći se pri tome već dobivenim rezultatima matrice 1. razine iz tablice 5.1. (Indeks rizičnosti plovila) (vidi 5.3.2.), i rezultatima matrice 2. razine iz tablice 5.2. (Indeks osjetljivosti lokacije) (vidi 5.3.3.). To su ujedno ulazni podaci za matricu 3. razine čiji je rezultat razina rizika onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s određenog plovila na određenoj lokaciji.

Tako redoslijedom iz slike 5.12., koja prikazuje tipična plovila i tipične lokacije, provode se pojedinačne procjene rizika onečišćenja s određenih plovila na određenim lokacijama, kako slijedi u nastavku.

5.3.4.1. Procjena rizika za brodicu u blizini mjesta za rekreaciju i kupanje

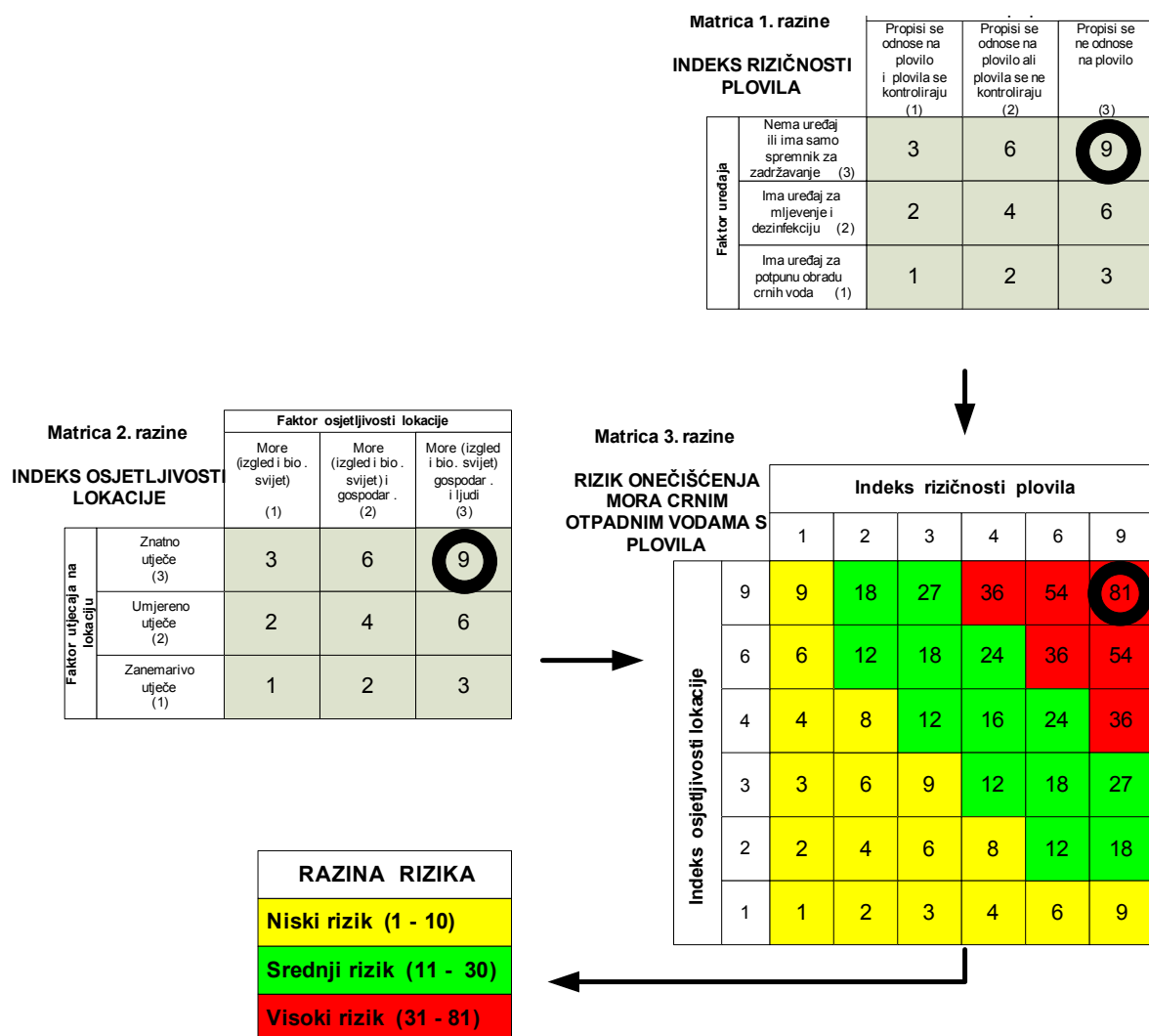
Procjena počinje matricom 1. razine, a završava rezultatom matrice 3. razine.

Matrica 1. razine: Faktor propisa x Faktor uređaja = Indeks rizičnosti plovila ($3 \times 3 = 9$).

Matrica 2. razine: Faktor osjetljivosti lokacije x Faktor utjecaja na okolinu = Indeks osjetljivosti lokacije ($3 \times 3 = 9$).

Matrica 3. razine: Indeks rizičnost plovila x Indeks osjetljivosti lokacije = Rizik onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s plovila ($9 \times 9 = 81$).

Razina rizika 81 ubraja se u *visoki rizik* zbog toga **brodica u blizini mjesta za rekreaciju i kupanje označava visoki rizik onečišćenja mora crnim otpadnim vodama**.



Slika 5.13. Multiplikativne matrice na tri razine za procjenu rizika onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s brodice u blizini mjesta za rekreaciju i kupanje.

5.3.4.2. Procjena rizika za brodicu uz operativnu rivu u obalnom naselju

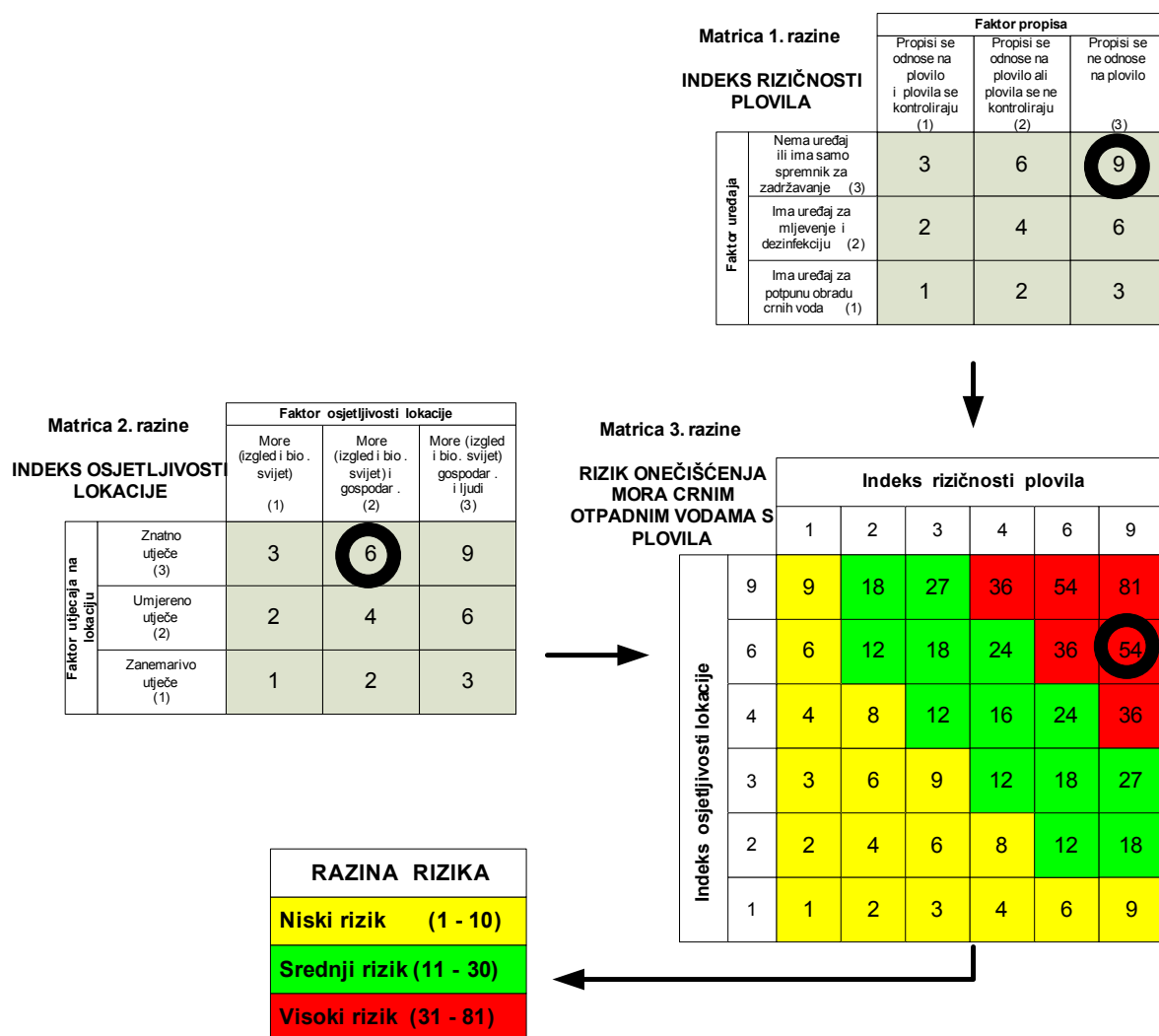
Procjena počinje matricom 1. razine, a završava rezultatom matrice 3. razine.

Matrica 1. razine: Faktor propisa x Faktor uređaja = Indeks rizičnosti plovila ($3 \times 3 = 9$).

Matrica 2. razine: Faktor osjetljivosti lokacije x Faktor utjecaja na okolinu = Indeks osjetljivosti lokacije ($2 \times 3 = 6$).

Matrica 3. razine: Indeks rizičnost plovila x Indeks osjetljivosti lokacije = Rizik onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s plovila ($9 \times 6 = 54$).

Razina rizika 54 ubraja se u *visoki rizik* zbog toga **brodica uz operativnu rivu u obalnom naselju označava visoki rizik onečišćenja mora crnim otpadnim vodama**.



Slika 5.14. Multiplikativne matrice na tri razine za procjenu rizika onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s brodice uz operativnu rivu u obalnom naselju.

5.3.4.3. Procjena rizika za brodicu u marini ili komunalnoj lučici

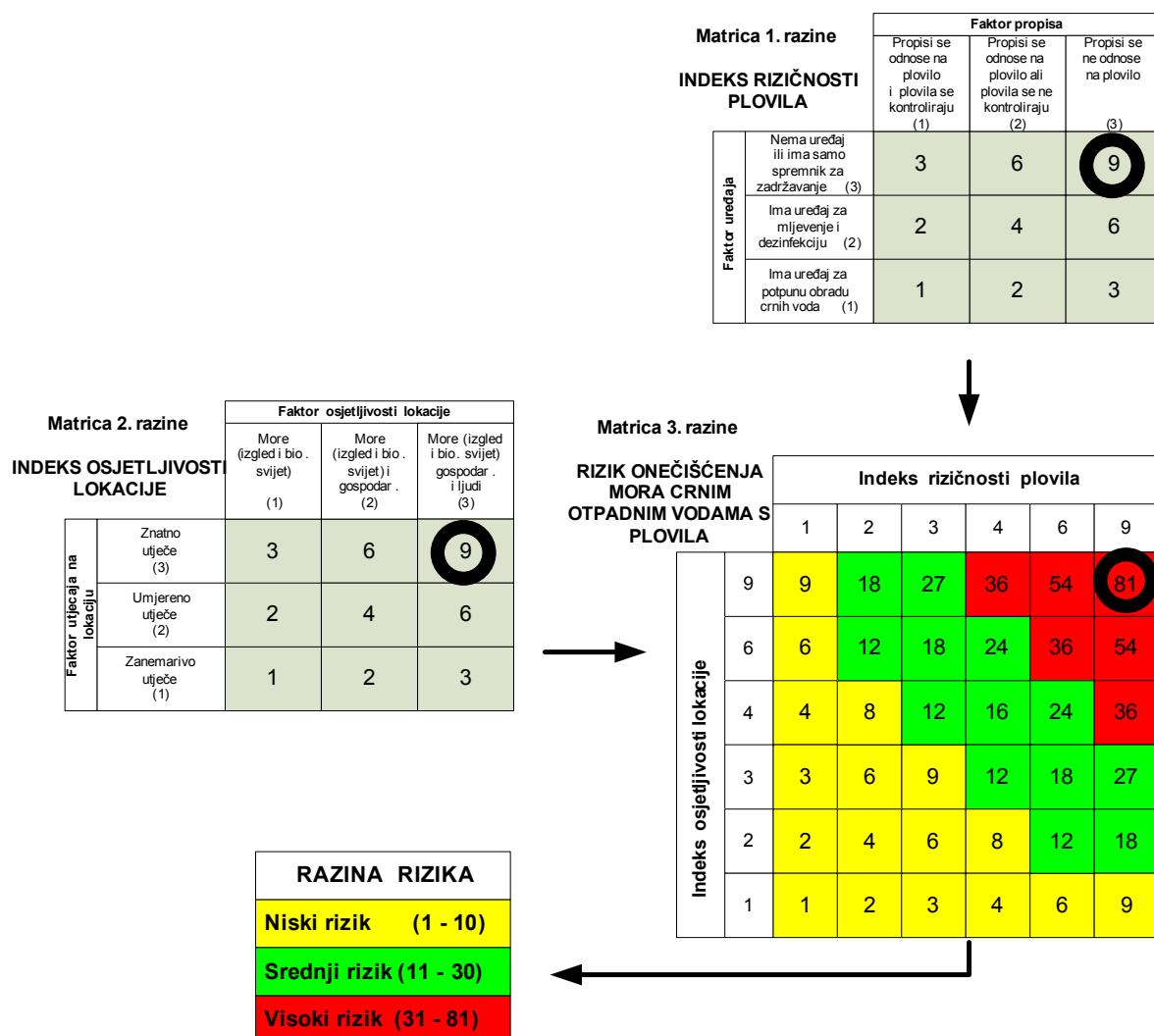
Procjena počinje matricom 1. razine, a završava rezultatom matrice 3. razine.

Matrica 1. razine: Faktor propisa x Faktor uređaja = Indeks rizičnosti plovila ($3 \times 3 = 9$).

Matrica 2. razine: Faktor osjetljivosti lokacije x Faktor utjecaja na okolinu = Indeks osjetljivosti lokacije ($3 \times 3 = 9$).

Matrica 3. razine: Indeks rizičnost plovila x Indeks osjetljivosti lokacije = Rizik onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s plovila ($9 \times 9 = 81$).

Razina rizika 81 ubraja se u *visoki rizik* zbog toga **brodica u marini ili komunalnoj lučici bit će visoki rizik onečišćenja mora crnim otpadnim vodama**.



Slika 5.15. Multiplikativne matrice na tri razine za procjenu rizika onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s brodice u marini ili komunalnoj lučici.

5.3.4.4. Procjena rizika za brodicu u nenaseljenoj uvali u unutarnjim morskim vodama

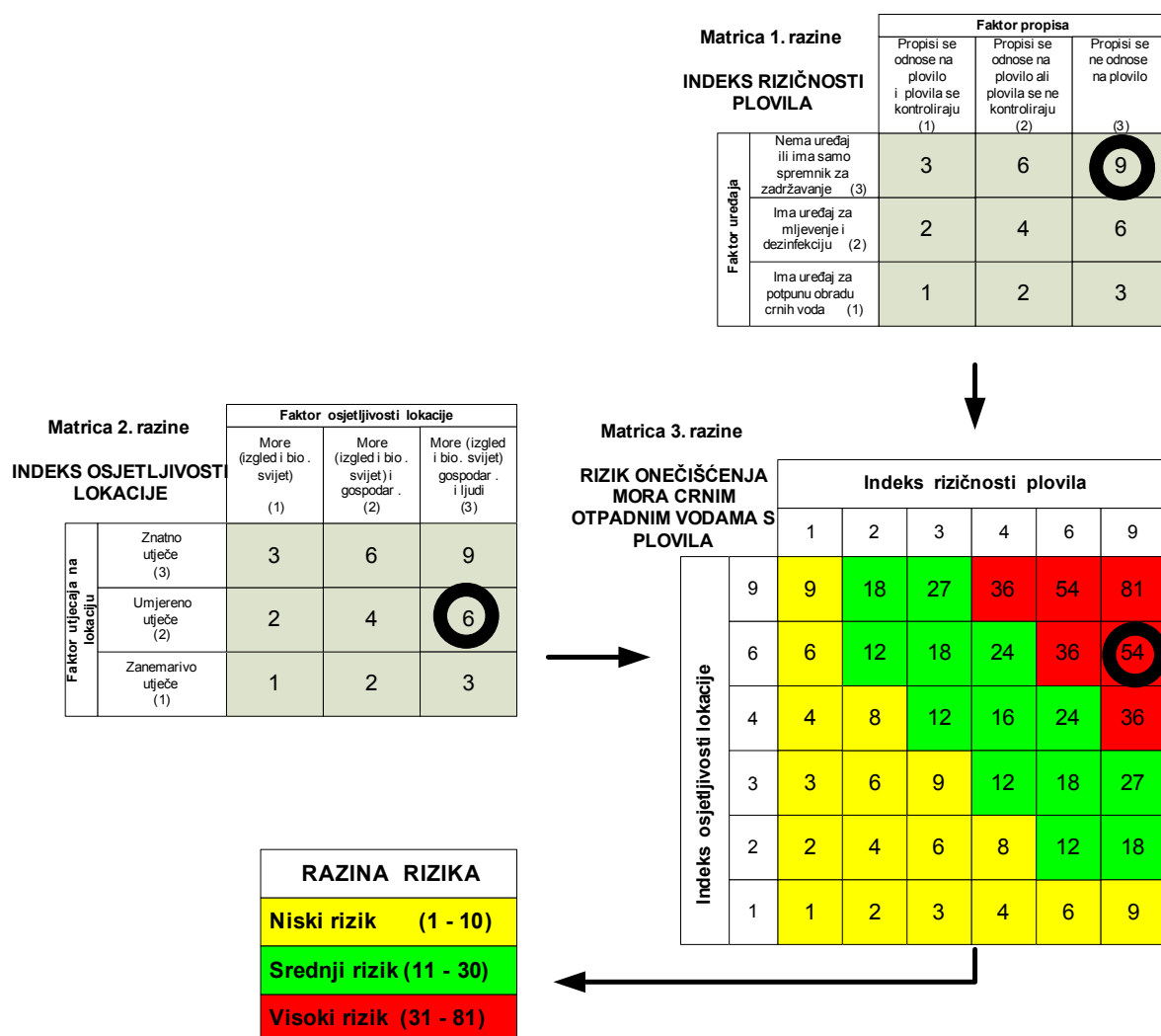
Procjena počinje matricom 1. razine, a završava rezultatom matrice 3. razine.

Matrica 1. razine: Faktor propisa x Faktor uređaja = Indeks rizičnosti plovila ($3 \times 3 = 9$).

Matrica 2. razine: Faktor osjetljivosti lokacije x Faktor utjecaja na okolinu = Indeks osjetljivosti lokacije ($3 \times 2 = 6$).

Matrica 3. razine: Indeks rizičnost plovila x Indeks osjetljivosti lokacije = Rizik onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s plovila ($9 \times 6 = 54$).

Razina rizika 54 ubraja se u *visoki rizik* zbog toga **brodica u nenaseljenoj uvali u unutarnjim morskim vodama bit će visoki rizik onečišćenja mora crnim otpadnim vodama.**



Slika 5.16. Multiplikativne matrice na tri razine za procjenu rizika onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s brodice u nenaseljenoj uvali u unutarnjim morskim vodama.

5.3.4.5. Procjena rizika za jahtu u blizini mjesta za rekreaciju i kupanje

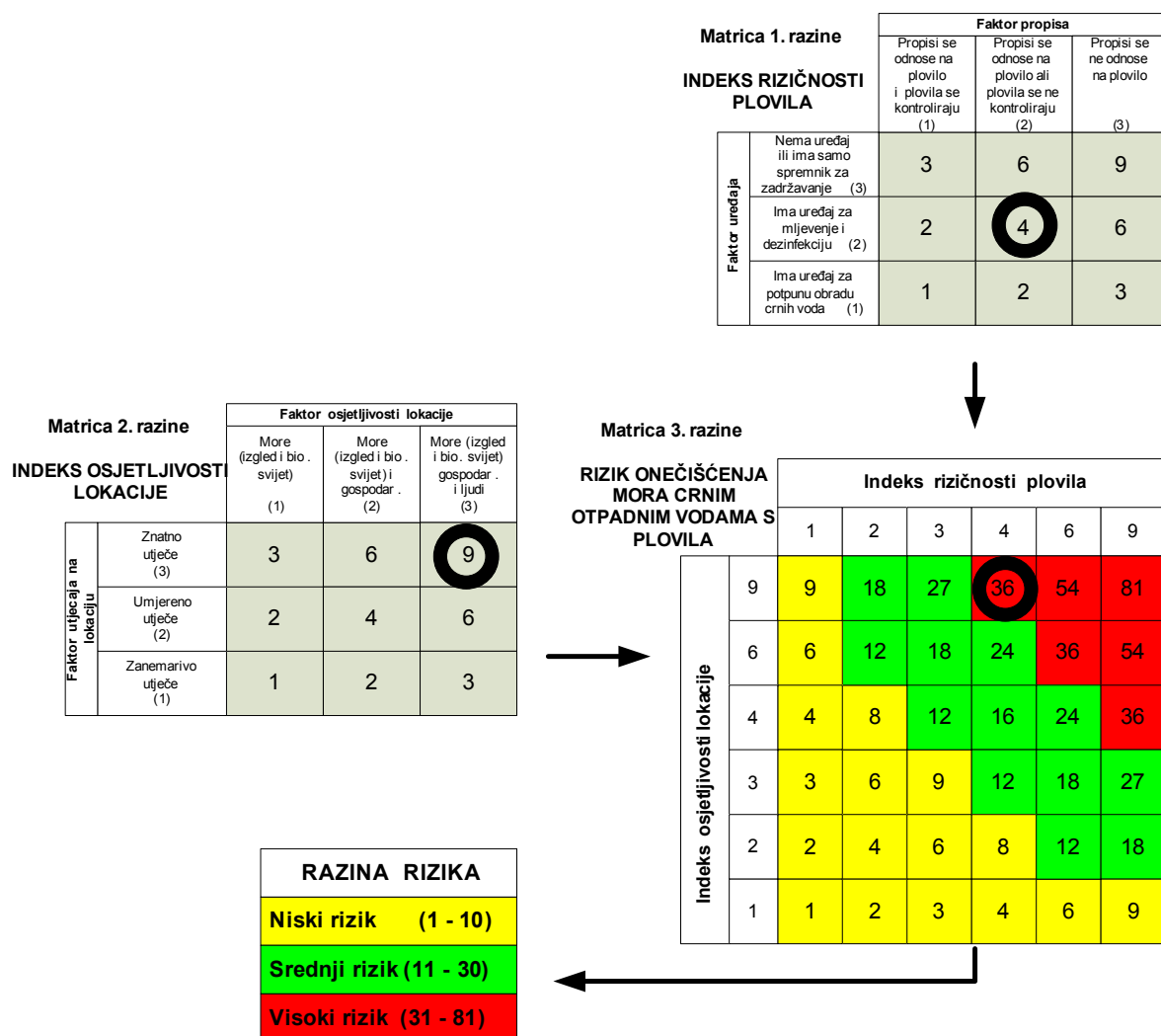
Procjena počinje matricom 1. razine, a završava rezultatom matrice 3. razine.

Matrica 1. razine: Faktor propisa x Faktor uređaja = Indeks rizičnosti plovila ($2 \times 2 = 4$).

Matrica 2. razine: Faktor osjetljivosti lokacije x Faktor utjecaja na okolinu = Indeks osjetljivosti lokacije ($3 \times 3 = 9$).

Matrica 3. razine: Indeks rizičnost plovila x Indeks osjetljivosti lokacije = Rizik onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s plovila ($4 \times 9 = 36$).

Razina rizika 36 ubraja se u *visoki rizik* zbog toga **jahta u blizini mjesta za rekreaciju i kupanje bit će visoki rizik onečišćenja mora crnim otpadnim vodama.**



Slika 5.17. Multiplikativne matrice na tri razine za procjenu rizika onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s jahte u blizini mjesta za rekreaciju i kupanje.

5.3.4.6. Procjena rizika za jahtu uz operativnu rivu u obalnom naselju

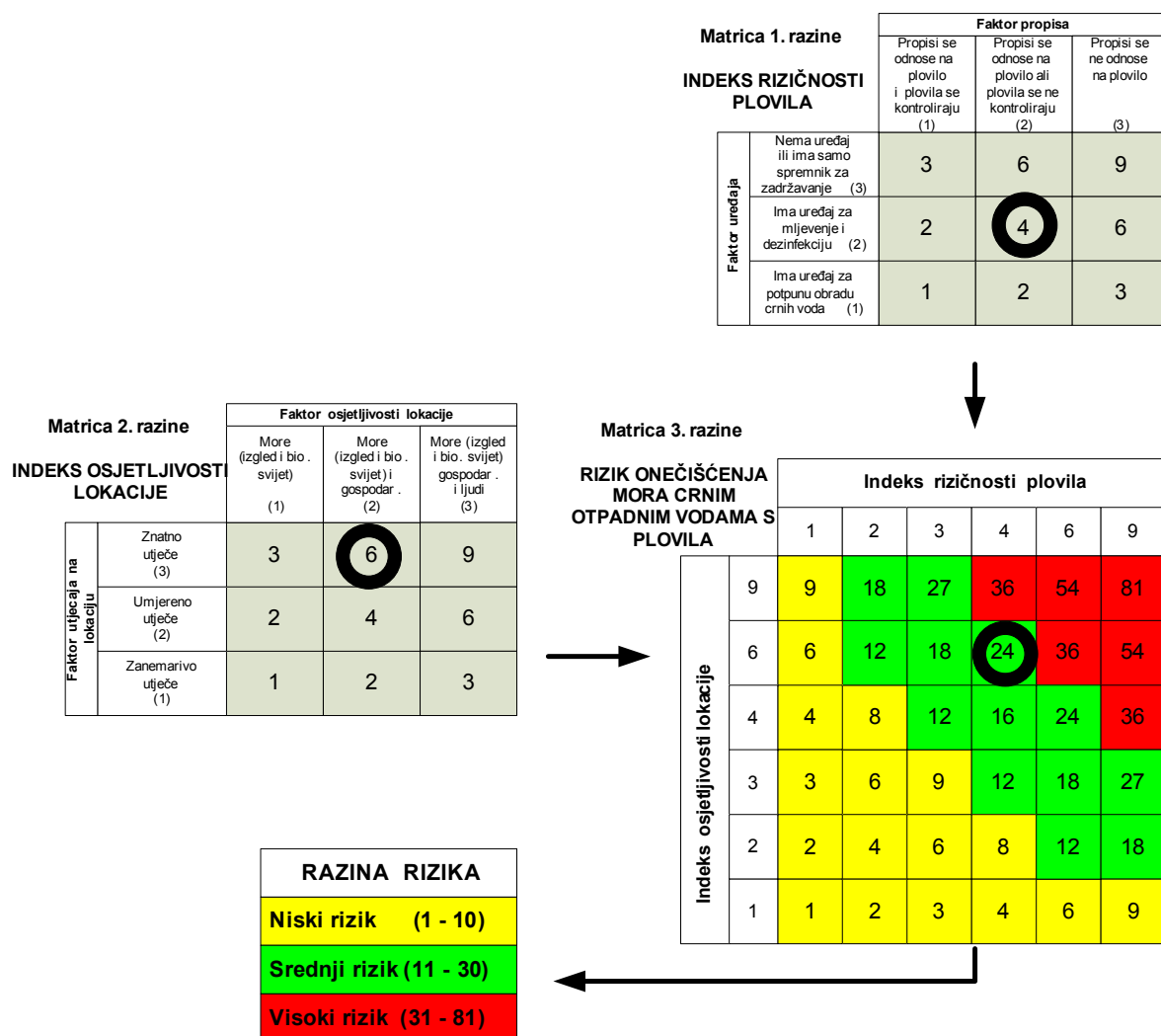
Procjena počinje matricom 1. razine, a završava rezultatom matrice 3. razine.

Matrica 1. razine: Faktor propisa x Faktor uređaja = Indeks rizičnosti plovila ($2 \times 2 = 4$).

Matrica 2. razine: Faktor osjetljivosti lokacije x Faktor utjecaja na okolinu = Indeks osjetljivosti lokacije ($2 \times 3 = 6$).

Matrica 3. razine: Indeks rizičnost plovila x Indeks osjetljivosti lokacije = Rizik onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s plovila ($4 \times 6 = 24$).

Razina rizika 24 ubraja se u *srednji rizik* zbog toga **jahta uz operativnu rivu u obalnom naselju označava srednji rizik onečišćenja mora crnim otpadnim vodama**.



Slika 5.18. Multiplikativne matrice na tri razine za procjenu rizika onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s jahte uz operativnu rivu u obalnom naselju.

5.3.4.7. Procjena rizika za jahtu u marini ili komunalnoj lučici

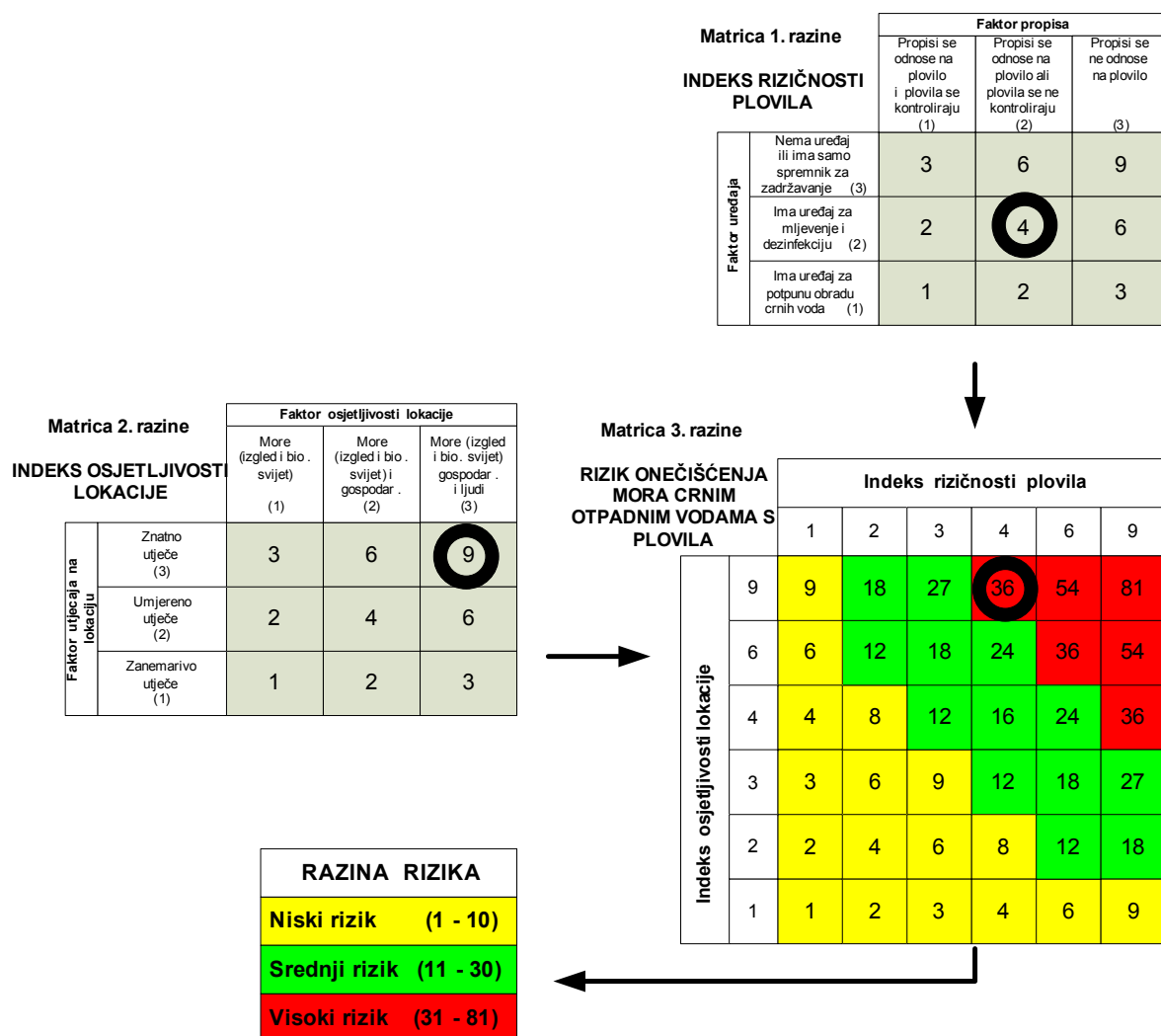
Procjena počinje matricom 1. razine, a završava rezultatom matrice 3. razine.

Matrica 1. razine: Faktor propisa x Faktor uređaja = Indeks rizičnosti plovila ($2 \times 2 = 4$).

Matrica 2. razine: Faktor osjetljivosti lokacije x Faktor utjecaja na okolinu = Indeks osjetljivosti lokacije ($3 \times 3 = 9$).

Matrica 3. razine: Indeks rizičnost plovila x Indeks osjetljivosti lokacije = Rizik onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s plovila ($4 \times 9 = 36$).

Razina rizika 36 ubraja se u *visoki rizik* zbog toga **jahta u marini ili komunalnoj lučici označava visoki rizik onečišćenja mora crnim otpadnim vodama**.



Slika 5.19. Multiplikativne matrice na tri razine za procjenu rizika onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s jahte u marini ili komunalnoj lučici.

5.3.4.8. Procjena rizika za jahtu u nenaseljenoj uvali u unutarnjim morskim vodama

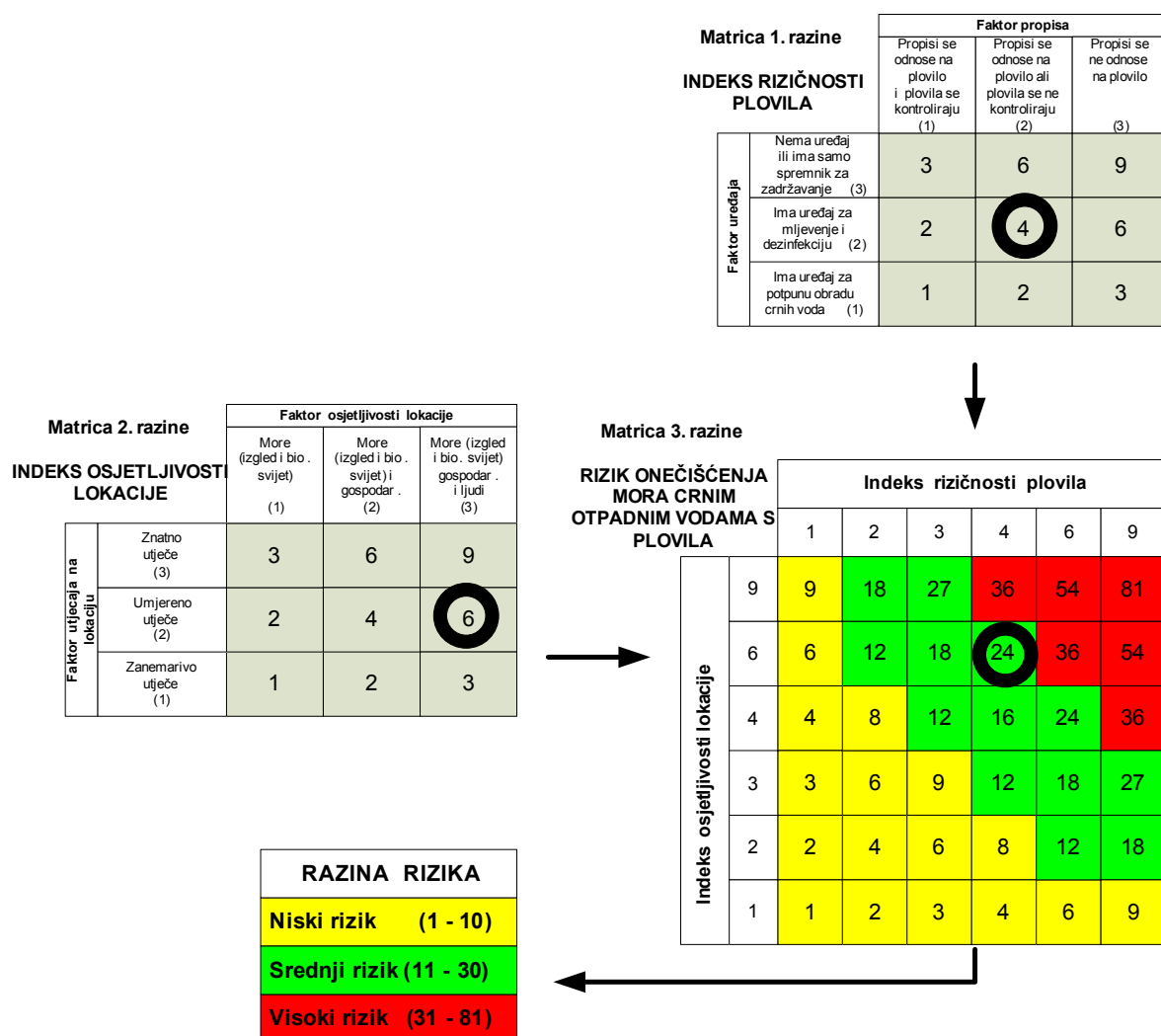
Procjena počinje matricom 1. razine, a završava rezultatom matrice 3. razine.

Matrica 1. razine: Faktor propisa x Faktor uređaja = Indeks rizičnosti plovila ($2 \times 2 = 4$).

Matrica 2. razine: Faktor osjetljivosti lokacije x Faktor utjecaja na okolinu = Indeks osjetljivosti lokacije ($3 \times 2 = 6$).

Matrica 3. razine: Indeks rizičnost plovila x Indeks osjetljivosti lokacije = Rizik onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s plovila ($4 \times 6 = 24$).

Razina rizika 24 ubraja se u *srednji rizik* zbog toga **jahta u nenaseljenoj uvali u unutarnjim morskim vodama označava srednji rizik onečišćenja mora crnim otpadnim vodama**.



Slika 5.20. Multiplikativne matrice na tri razine za procjenu rizika onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s jahte u nenaseljenoj uvali u unutarnjim morskim vodama.

5.3.4.9. Procjena rizika za megajahtu u blizini mjesta za rekreaciju i kupanje

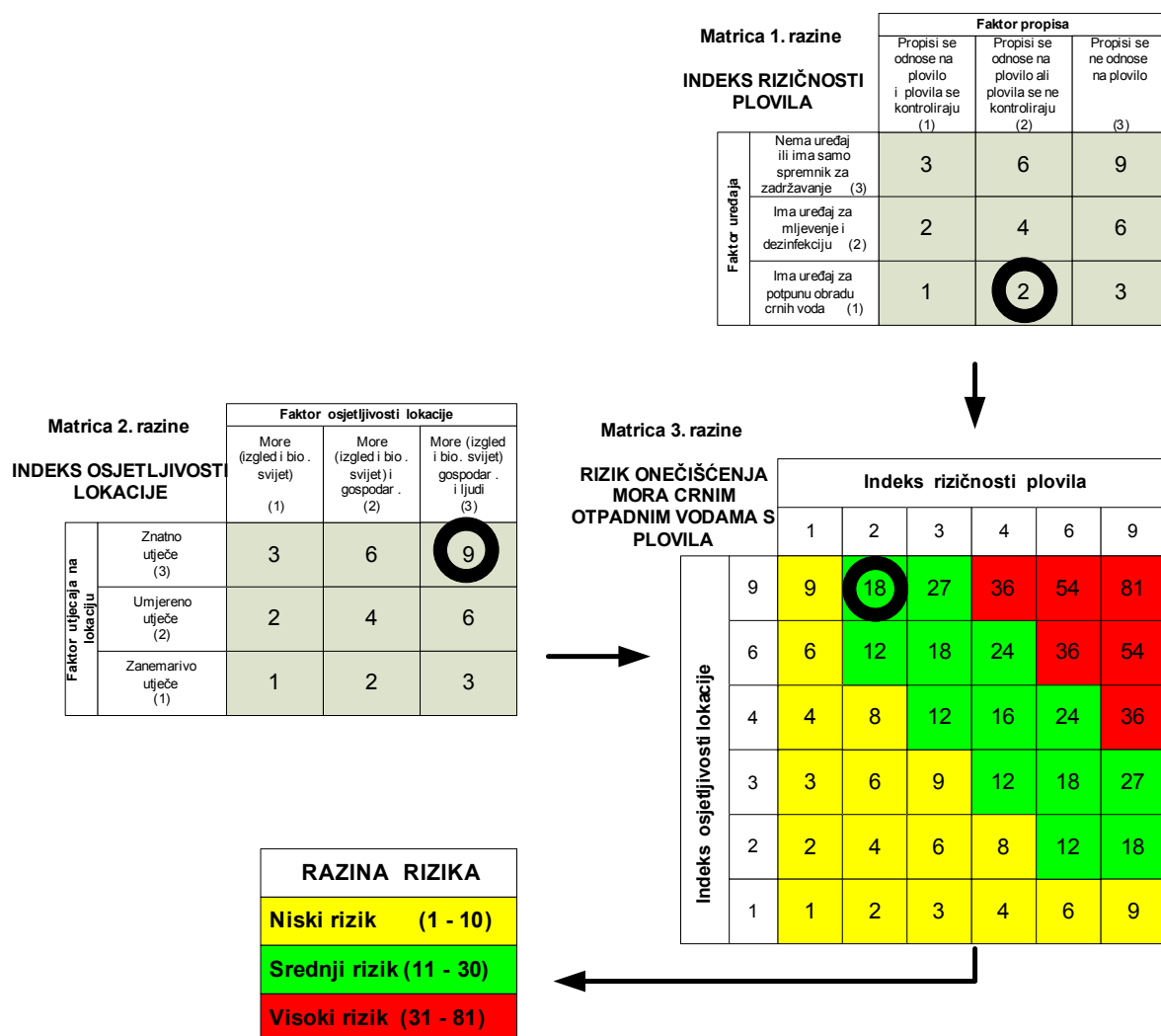
Procjena počinje matricom 1. razine, a završava rezultatom matrice 3. razine.

Matrica 1. razine: Faktor propisa x Faktor uređaja = Indeks rizičnosti plovila ($2 \times 1 = 2$).

Matrica 2. razine: Faktor osjetljivosti lokacije x Faktor utjecaja na okolinu = Indeks osjetljivosti lokacije ($3 \times 3 = 9$).

Matrica 3. razine: Indeks rizičnost plovila x Indeks osjetljivosti lokacije = Rizik onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s plovila ($2 \times 9 = 18$).

Razina rizika 18 ubraja se u *srednji rizik* zbog toga **megajahta u blizini mjesta za rekreaciju i kupanje označava srednji rizik onečišćenja mora crnim otpadnim vodama.**



Slika 5.21. Multiplikativne matrice na tri razine za procjenu rizika onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s megajahte u blizini mjesta za rekreaciju i kupanje.

5.3.4.10. Procjena rizika za megajahtu uz operativnu rivu u obalnom naselju

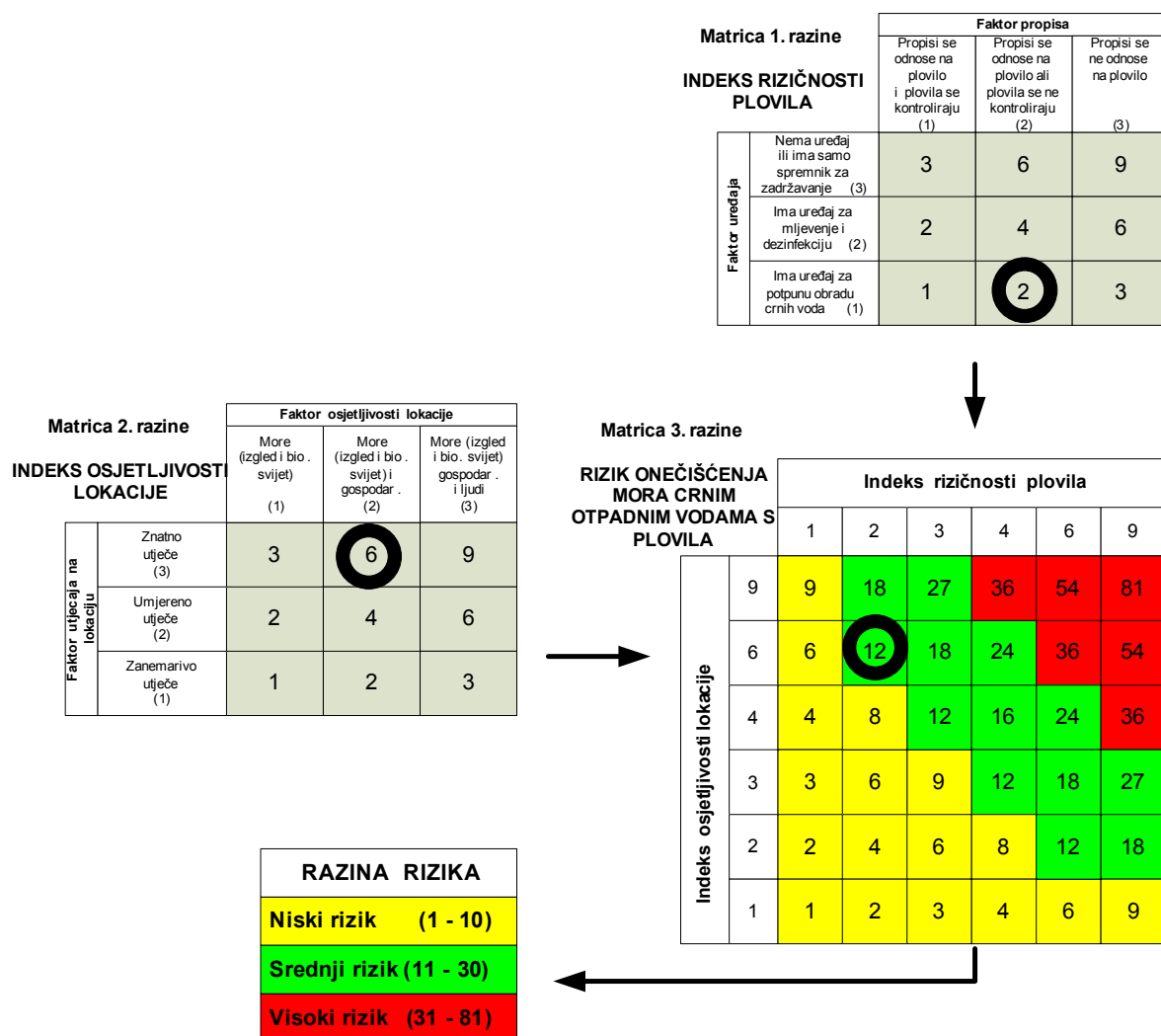
Procjena počinje matricom 1. razine, a završava rezultatom matrice 3. razine.

Matrica 1. razine: Faktor propisa x Faktor uređaja = Indeks rizičnosti plovila ($2 \times 1 = 2$).

Matrica 2. razine: Faktor osjetljivosti lokacije x Faktor utjecaja na okolinu = Indeks osjetljivosti lokacije ($2 \times 3 = 6$).

Matrica 3. razine: Indeks rizičnost plovila x Indeks osjetljivosti lokacije = Rizik onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s plovila ($2 \times 6 = 12$).

Razina rizika 12 ubraja se u *srednji rizik* zato **megajahta uz operativnu rivu u obalnom naselju znači srednji rizik onečišćenja mora crnim otpadnim vodama**.



Slika 5.22. Multiplikativne matrice na 3 razine za procjenu rizika onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s megajahte uz operativnu rivu u obalnom naselju.

5.3.4.11. Procjena rizika za megajahtu u marini ili komunalnoj lučici

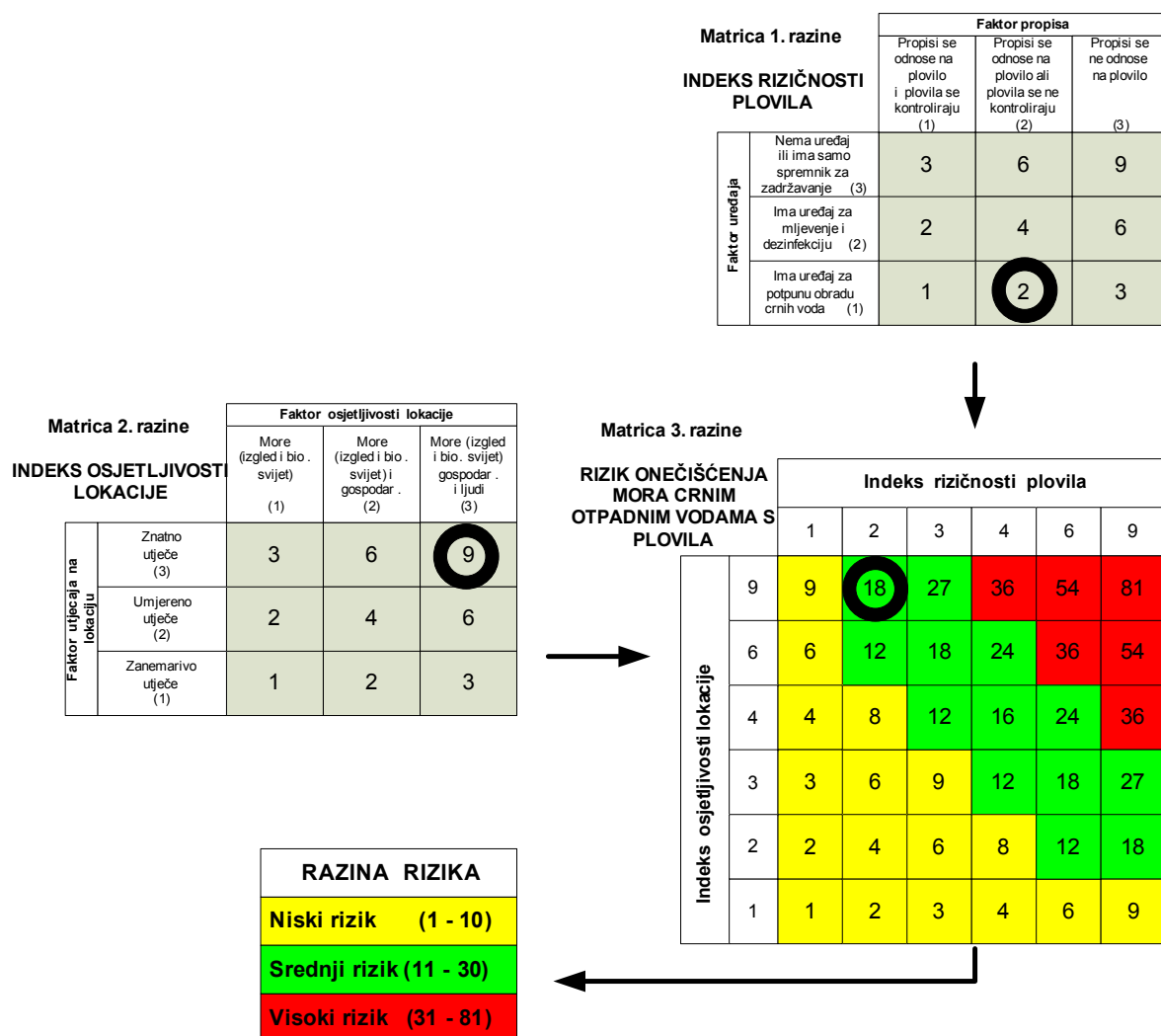
Procjena počinje matricom 1. razine, a završava rezultatom matrice 3. razine.

Matrica 1. razine: Faktor propisa x Faktor uređaja = Indeks rizičnosti plovila ($2 \times 1 = 2$).

Matrica 2. razine: Faktor osjetljivosti lokacije x Faktor utjecaja na okolinu = Indeks osjetljivosti lokacije ($3 \times 3 = 9$).

Matrica 3. razine: Indeks rizičnost plovila x Indeks osjetljivosti lokacije = Rizik onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s plovila ($2 \times 9 = 18$).

Razina rizika 18 ubraja se u *srednji rizik* zbog toga **megajahta u marini ili komunalnoj lučici označava srednji rizik onečišćenja mora crnim otpadnim vodama**.



Slika 5.23. Multiplikativne matrice na tri razine za procjenu rizika onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s megajahte u marini ili komunalnoj lučici.

5.3.4.12. Procjena rizika za megajahtu u luci za međunarodni promet putnika

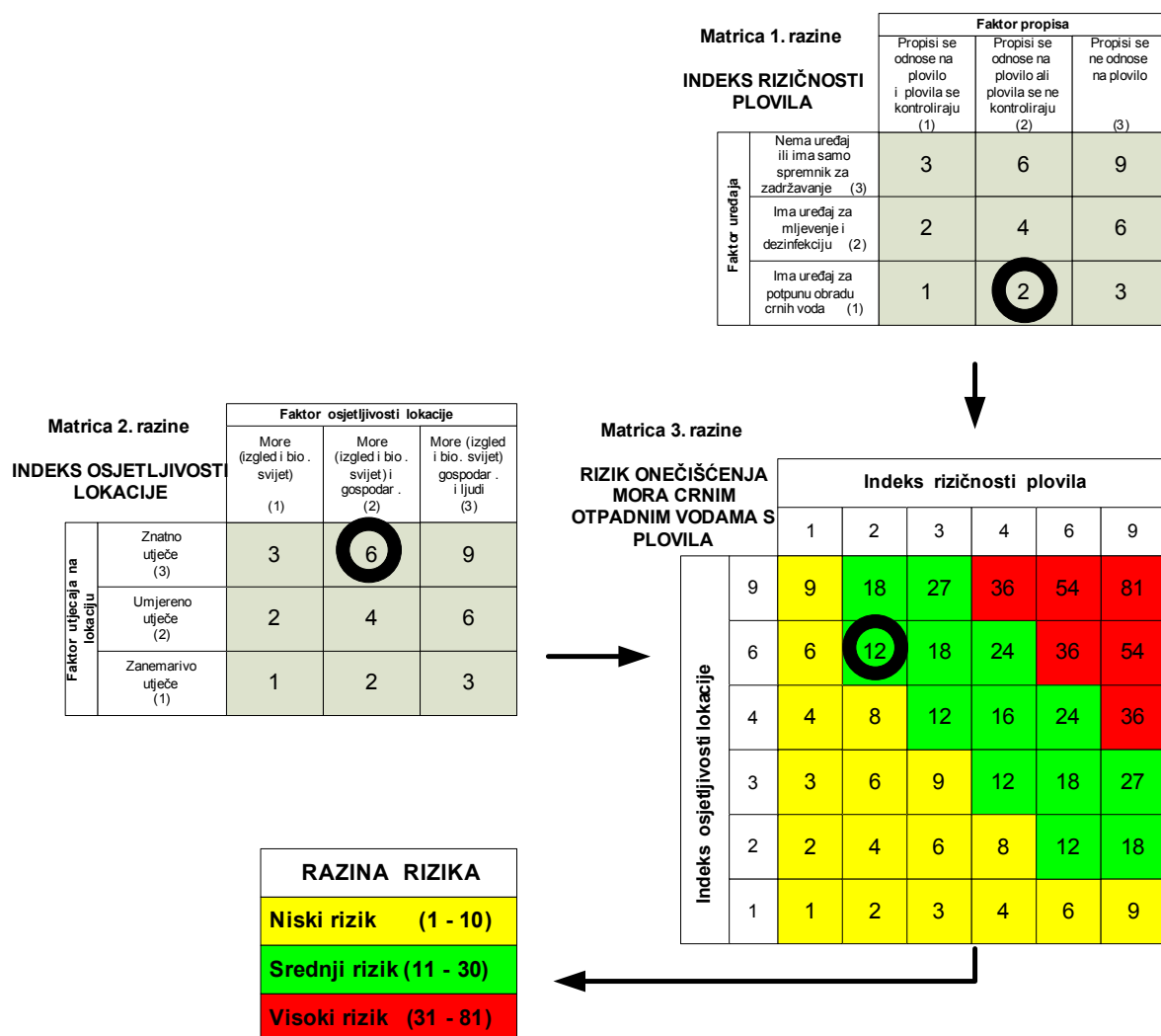
Procjena počinje matricom 1. razine, a završava rezultatom matrice 3. razine.

Matrica 1. razine: Faktor propisa x Faktor uređaja = Indeks rizičnosti plovila ($2 \times 1 = 2$).

Matrica 2. razine: Faktor osjetljivosti lokacije x Faktor utjecaja na okolinu = Indeks osjetljivosti lokacije ($2 \times 3 = 6$).

Matrica 3. razine: Indeks rizičnost plovila x Indeks osjetljivosti lokacije = Rizik onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s plovila ($2 \times 6 = 12$).

Razina rizika 12 ubraja se u *srednji rizik* zbog toga će **megajahta u luci za međunarodni promet putnika biti uzrokom srednjeg rizika onečišćenja mora crnim otpadnim vodama**.



Slika 5.24. Multiplikativne matrice na tri razine za procjenu rizika onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s megajahte u luci za međunarodni promet putnika.

5.3.4.13. Procjena rizika za megajahtu na sidrištu luke

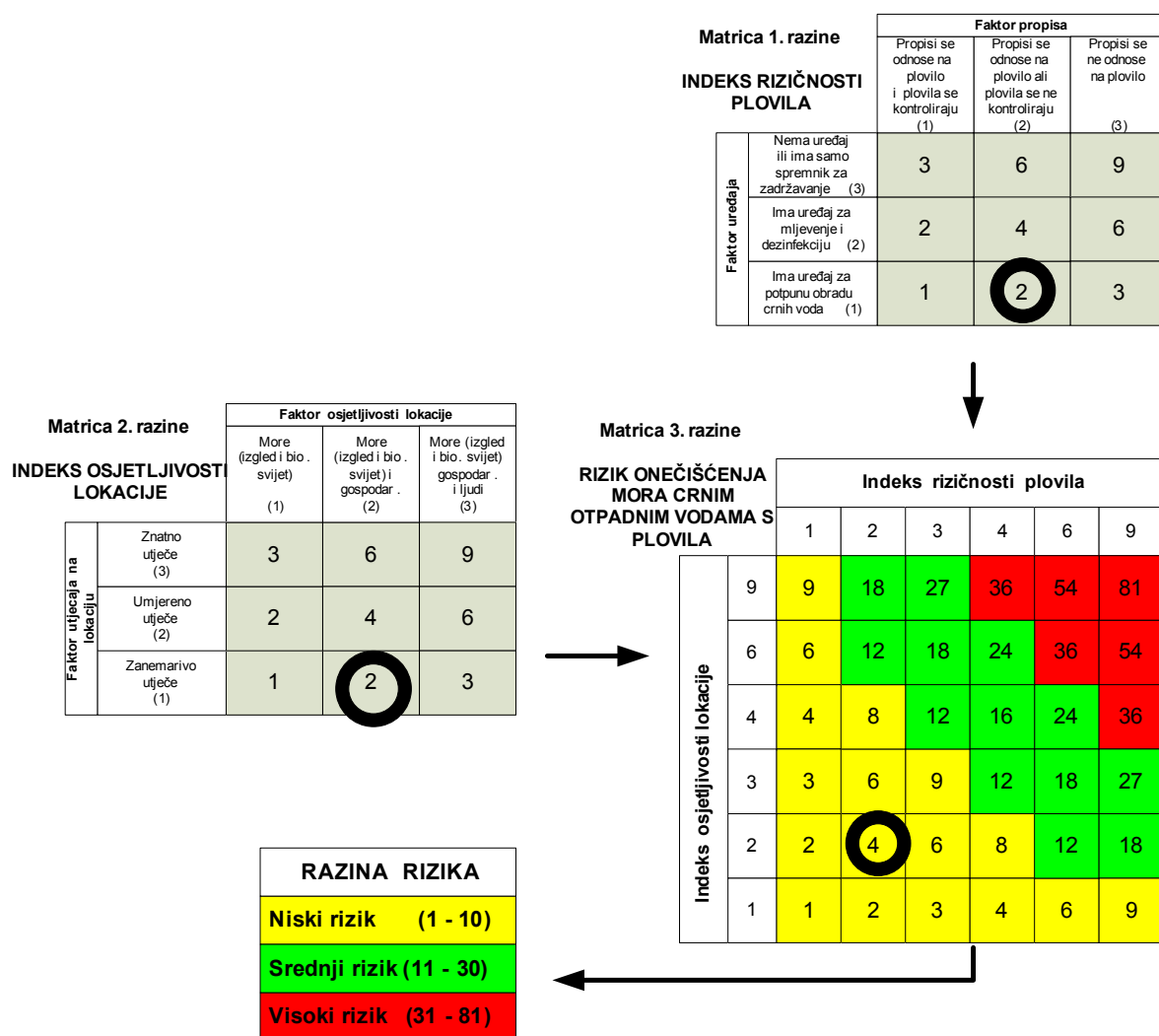
Procjena počinje matricom 1. razine, a završava rezultatom matrice 3. razine.

Matrica 1. razine: Faktor propisa x Faktor uređaja = Indeks rizičnosti plovila ($2 \times 1 = 2$).

Matrica 2. razine: Faktor osjetljivosti lokacije x Faktor utjecaja na okolinu = Indeks osjetljivosti lokacije ($2 \times 1 = 2$).

Matrica 3. razine: Indeks rizičnost plovila x Indeks osjetljivosti lokacije = Rizik onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s plovila ($2 \times 2 = 4$).

Razina rizika 4 ubraja se u *niski rizik* zato će **megajahta na sidrištu luke biti uzrokom srednjeg rizika onečišćenja mora crnim otpadnim vodama**.



Slika 5.25. Multiplikativne matrice na tri razine za procjenu rizika onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s megajahte na sidrištu luke.

5.3.4.14. Procjena rizika za megajahtu u nenaseljenoj uvali u unutarnjim morskim vodama

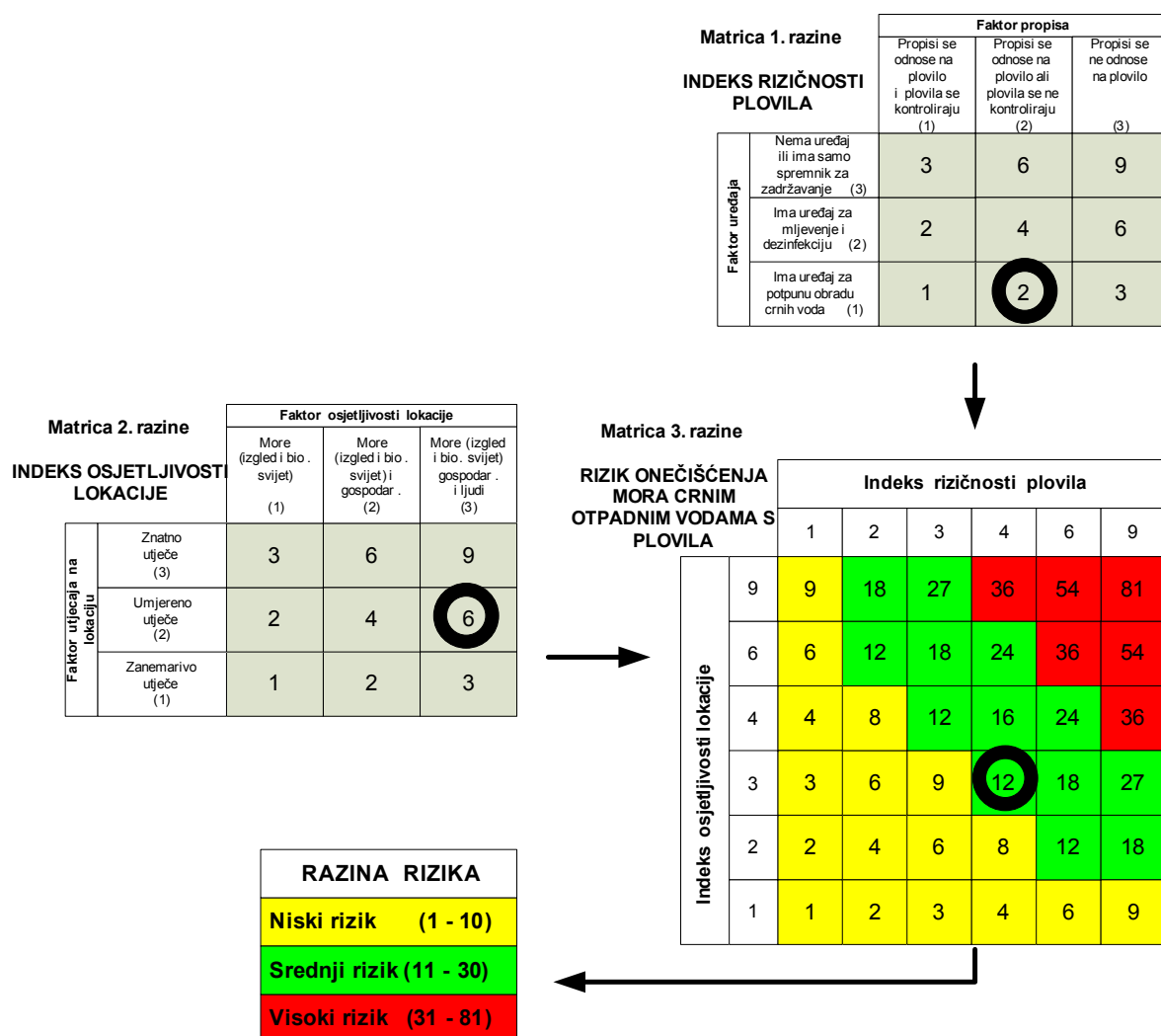
Procjena počinje matricom 1. razine, a završava rezultatom matrice 3. razine.

Matrica 1. razine: Faktor propisa x Faktor uređaja = Indeks rizičnosti plovila ($2 \times 1 = 2$).

Matrica 2. razine: Faktor osjetljivosti lokacije x Faktor utjecaja na okolinu = Indeks osjetljivosti lokacije ($3 \times 2 = 6$).

Matrica 3. razine: Indeks rizičnost plovila x Indeks osjetljivosti lokacije = Rizik onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s plovila ($2 \times 6 = 12$).

Razina rizika 12 ubraja se u *srednji rizik* pa će **megajahta u nenaseljenoj uvali u unutarnjim morskim vodama označavati srednji rizik onečišćenja mora crnim otpadnim vodama**.



Slika 5.26. Multiplikativne matrice na tri razine za procjenu rizika onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s megajahte u nenaseljenoj uvali u unutarnjim morskim vodama.

5.3.4.15. Procjena rizika za ribarski brod uz operativnu rivu u obalnom naselju

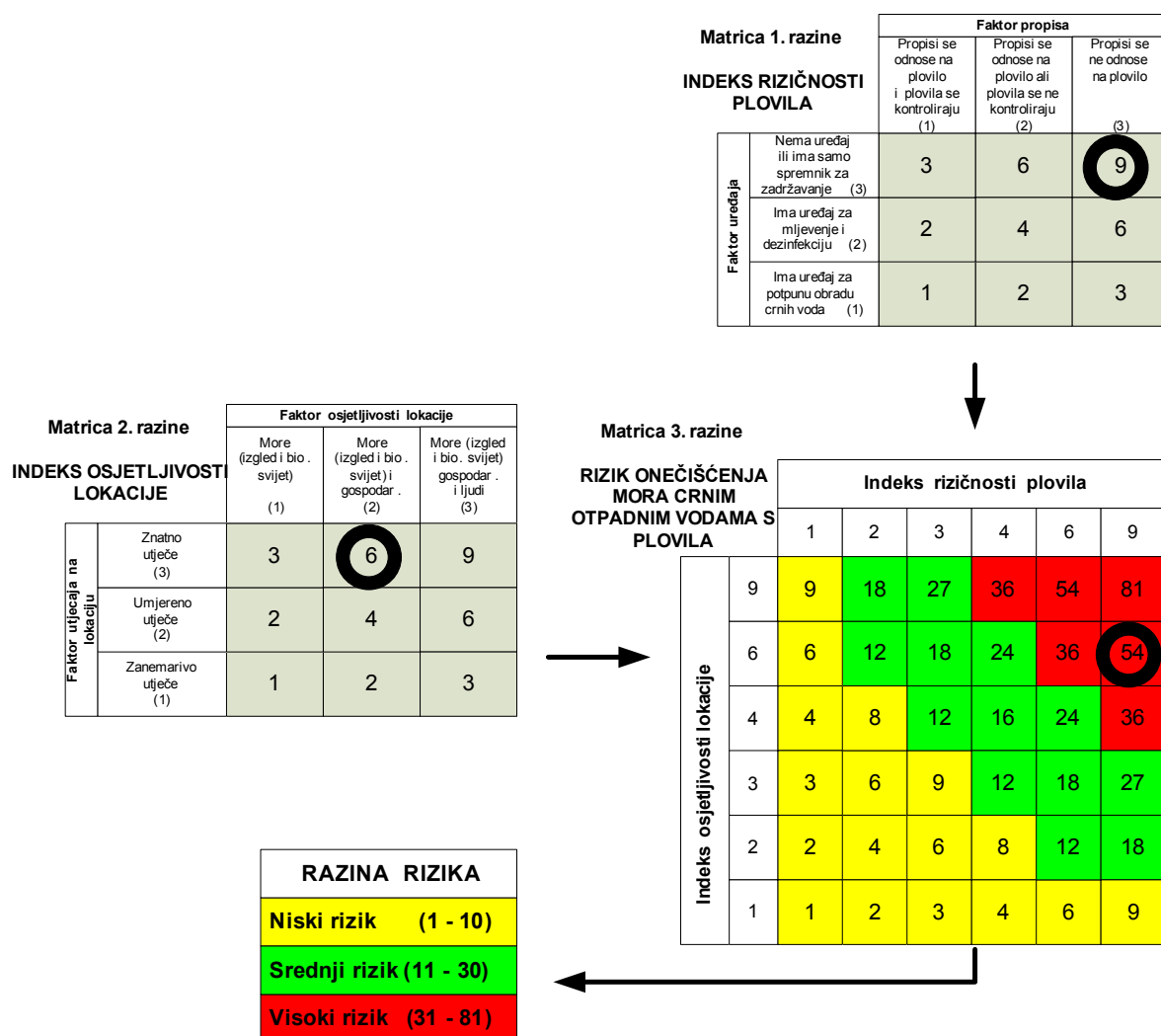
Procjena počinje matricom 1. razine, a završava rezultatom matrice 3. razine.

Matrica 1. razine: Faktor propisa x Faktor uređaja = Indeks rizičnosti plovila
(3 x 3 = 9).

Matrica 2. razine: Faktor osjetljivosti lokacije x Faktor utjecaja na okolinu = Indeks osjetljivosti lokacije (2 x 3 = 6).

Matrica 3. razine: Indeks rizičnost plovila x Indeks osjetljivosti lokacije = Rizik onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s plovila (9 x 6 = 54).

Razina rizika 54 ubraja se u *visoki rizik* pa će **ribarski brod uz operativnu rivu u obalnom naselju uzrokovati visoki rizik onečišćenja mora crnim otpadnim vodama.**



Slika 5.27. Multiplikativne matrice na tri razine za procjenu rizika onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s ribarskog broda uz operativnu rivu u obalnom naselju.

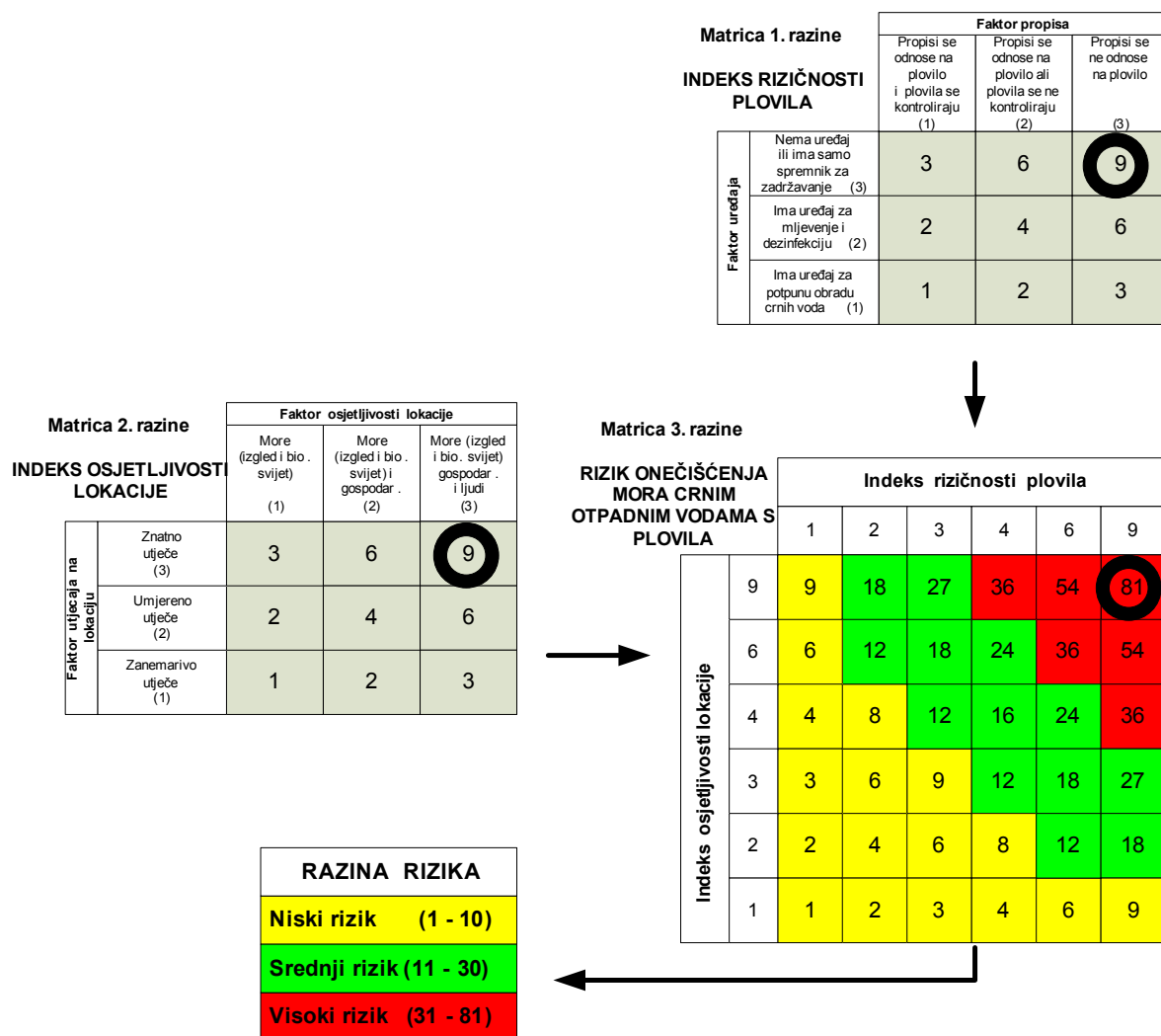
5.3.4.16. Procjena rizika za manji putnički brod u nacionalnoj plovidbi u blizini mjesta za rekreaciju i kupanje

Procjena počinje matricom 1. razine, a završava rezultatom matrice 3. razine.
Matrica 1. razine: Faktor propisa x Faktor uređaja = Indeks rizičnosti plovila ($3 \times 3 = 9$).

Matrica 2. razine: Faktor osjetljivosti lokacije x Faktor utjecaja na okolinu = Indeks osjetljivosti lokacije ($3 \times 3 = 9$).

Matrica 3. razine: Indeks rizičnost plovila x Indeks osjetljivosti lokacije = Rizik onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s plovila ($9 \times 9 = 81$).

Razina rizika 81 ubraja se u *visoki rizik* pa će **manji putnički brod u nacionalnoj plovidbi u blizini mjesta za rekreaciju i kupanje uzrokovati visoki rizik onečišćenja mora crnim otpadnim vodama.**



Slika 5.28. Multiplikativne matrice na tri razine za procjenu rizika onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s manjega putničkog broda u nacionalnoj plovidbi u blizini mjesta za rekreaciju i kupanje.

5.3.4.17. Procjena rizika za manji putnički brod u nacionalnoj plovidbi uz operativnu rivu u obalnom naselju

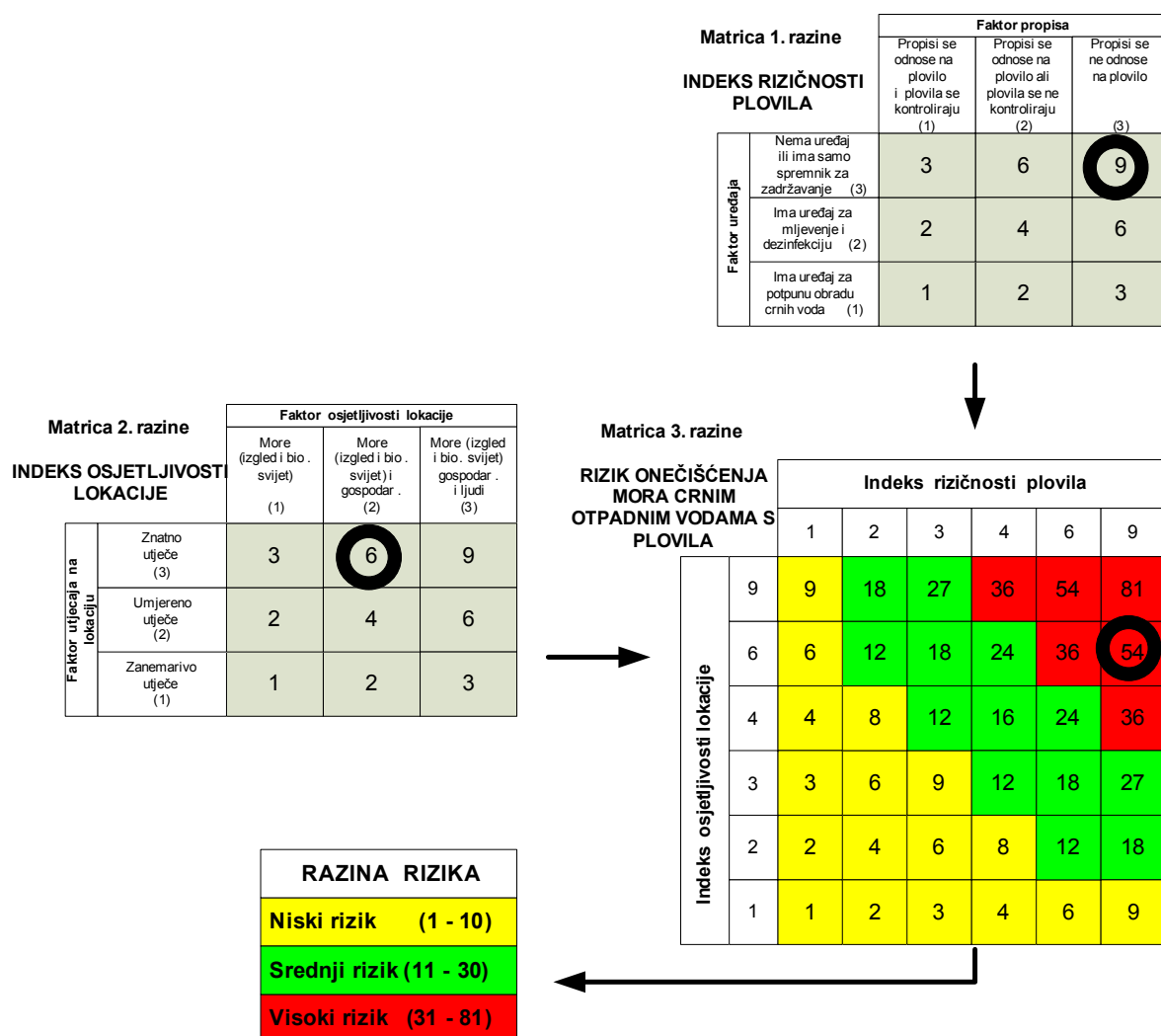
Procjena počinje matricom 1. razine, a završava rezultatom matrice 3. razine.

Matrica 1. razine: Faktor propisa x Faktor uređaja = Indeks rizičnosti plovila ($3 \times 3 = 9$).

Matrica 2. razine: Faktor osjetljivosti lokacije x Faktor utjecaja na okolinu = Indeks osjetljivosti lokacije ($2 \times 3 = 6$).

Matrica 3. razine: Indeks rizičnost plovila x Indeks osjetljivosti lokacije = Rizik onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s plovila ($9 \times 6 = 54$).

Razina rizika 54 ubraja se u *visoki rizik* pa će **manji putnički brod u nacionalnoj plovidbi uz operativnu rivu u obalnom naselju uzrokovati visoki rizik za onečišćenje mora crnim otpadnim vodama.**



Slika 5.29.: Multiplikativne matrice na tri razine za procjenu rizika onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s manjega putničkog broda u nacionalnoj plovidbi uz operativnu rivu u obalnom naselju.

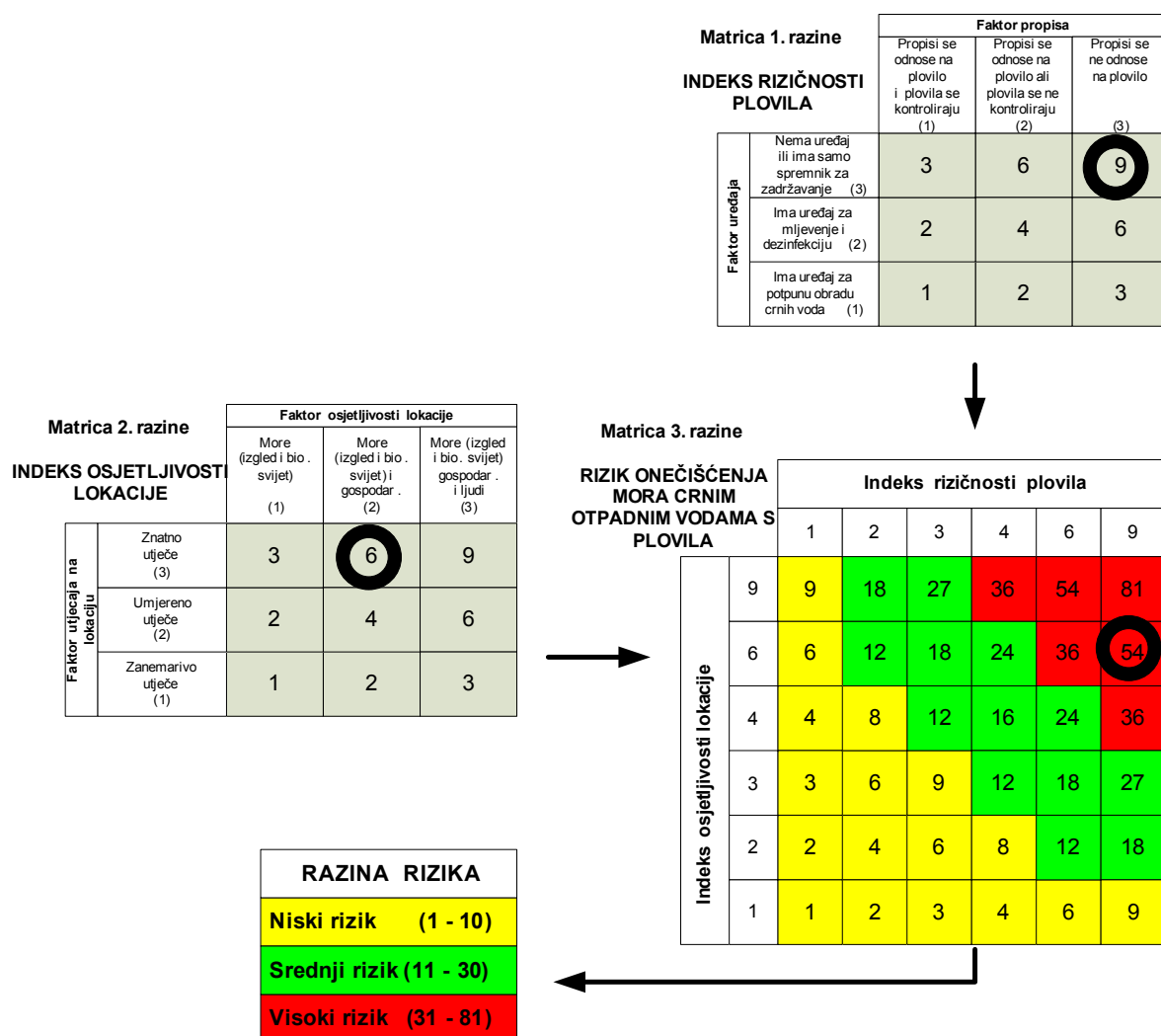
5.3.4.18. Procjena rizika za manji putnički brod u nacionalnoj plovidbi u luci za nacionalni promet putnika

Procjena počinje matricom 1. razine, a završava rezultatom matrice 3. razine.
Matrica 1. razine: Faktor propisa x Faktor uređaja = Indeks rizičnosti plovila ($3 \times 3 = 9$).

Matrica 2. razine: Faktor osjetljivosti lokacije x Faktor utjecaja na okolinu = Indeks osjetljivosti lokacije ($2 \times 3 = 6$).

Matrica 3. razine: Indeks rizičnost plovila x Indeks osjetljivosti lokacije = Rizik onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s plovila ($9 \times 6 = 54$).

Razina rizika 54 ubraja se u *visoki rizik* pa **manji putnički brod u nacionalnoj plovidbi u luci za nacionalni promet putnika označava visoki rizik za onečišćenje mora crnim otpadnim vodama**.



Slika 5.30. Multiplikativne matrice na tri razine za procjena rizika onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s manjega putničkog broda u nacionalnoj plovidbi u luci za nacionalni promet putnika.

5.3.4.19. Procjena rizika za manji putnički brod u nacionalnoj plovidbi u nenaseljenoj uvali u unutarnjim morskim vodama

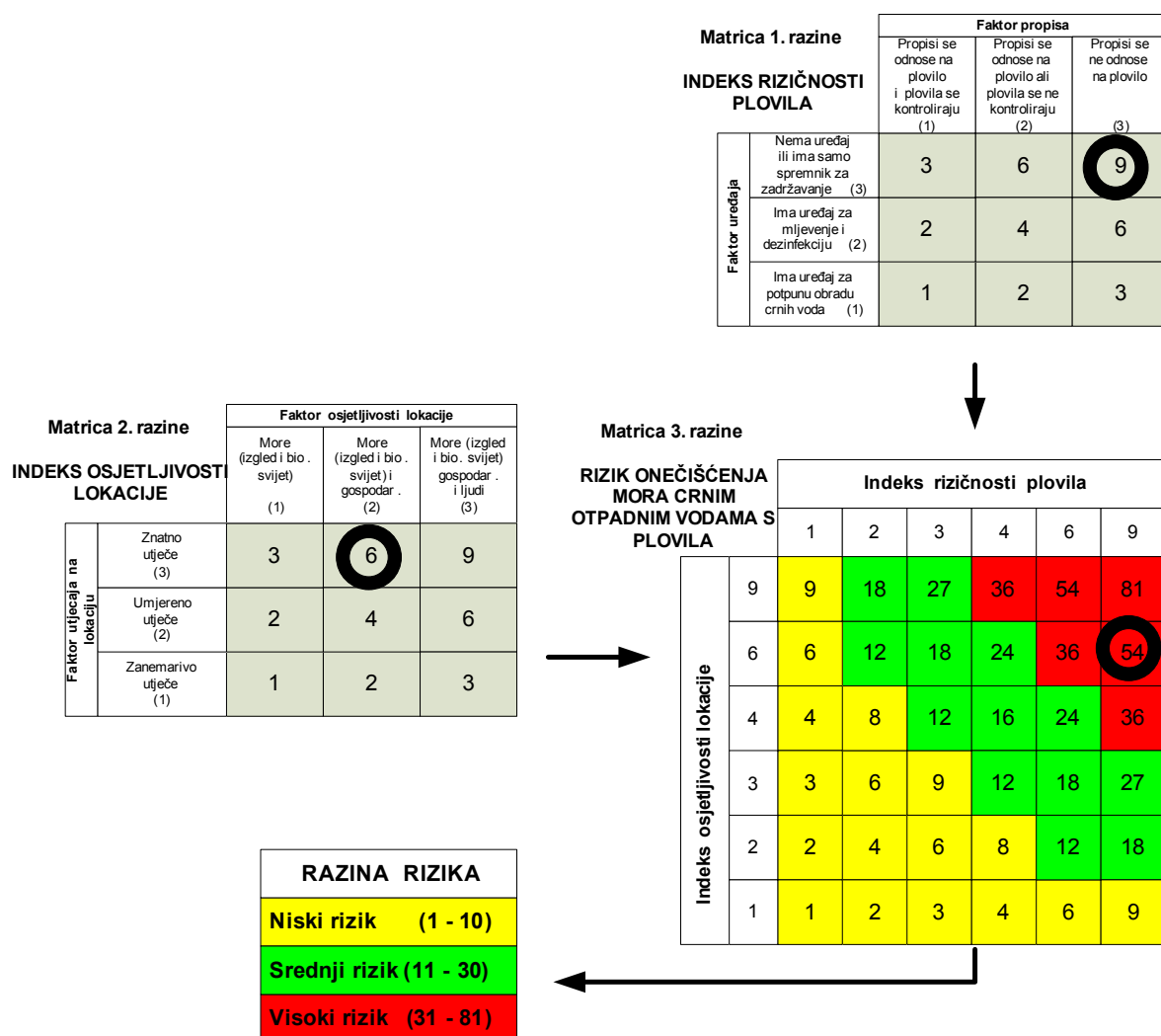
Procjena počinje matricom 1. razine, a završava rezultatom matrice 3. razine.

Matrica 1. razine: Faktor propisa x Faktor uređaja = Indeks rizičnosti plovila ($3 \times 3 = 9$).

Matrica 2. razine: Faktor osjetljivosti lokacije x Faktor utjecaja na okolinu = Indeks osjetljivosti lokacije ($2 \times 3 = 6$).

Matrica 3. razine: Indeks rizičnost plovila x Indeks osjetljivosti lokacije = Rizik onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s plovila ($9 \times 6 = 54$).

Razina rizika 54 ubraja se u *visoki rizik* pa će **manji putnički brod u nacionalnoj plovidbi u nenaseljenoj uvali u unutarnjim morskim vodama značiti visoki rizik za onečišćenje mora crnim otpadnim vodama**.



Slika 5.31. Multiplikativne matrice na tri razine za procjenu rizika onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s manjega putničkog broda u nacionalnoj plovidbi u nenaseljenoj uvali u unutarnjim morskim vodama.

5.3.4.20. Procjena rizika za RO-RO putnički brod (trajekt) u luci za nacionalni promet putnika

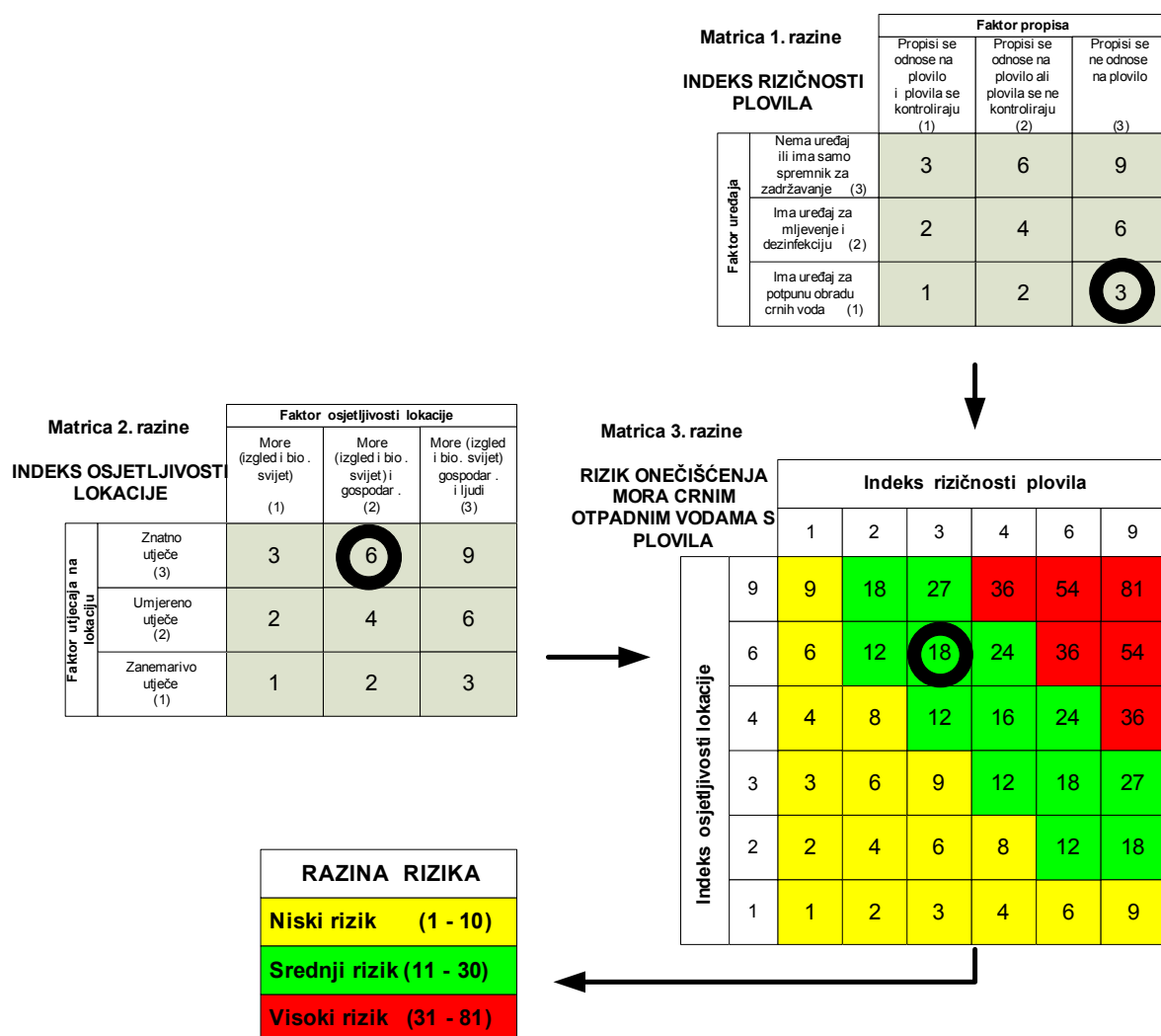
Procjena počinje matricom 1. razine, a završava rezultatom matrice 3. razine.

Matrica 1. razine: Faktor propisa x Faktor uređaja = Indeks rizičnosti plovila ($3 \times 1 = 3$).

Matrica 2. razine: Faktor osjetljivosti lokacije x Faktor utjecaja na okolinu = Indeks osjetljivosti lokacije ($2 \times 3 = 6$).

Matrica 3. razine: Indeks rizičnost plovila x Indeks osjetljivosti lokacije = Rizik onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s plovila ($3 \times 6 = 18$).

Razina rizika 18 ubraja se u *srednji rizik* pa **RO-RO putnički brod (trajekt) u luci za nacionalni promet putnika uzrokuje srednji rizik za onečišćenje mora crnim otpadnim vodama.**



Slika 5.32. Multiplikativne matrice na tri razine za procjenu rizika onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s RO-RO putničkog broda (trajekta) u luci za nacionalni promet putnika.

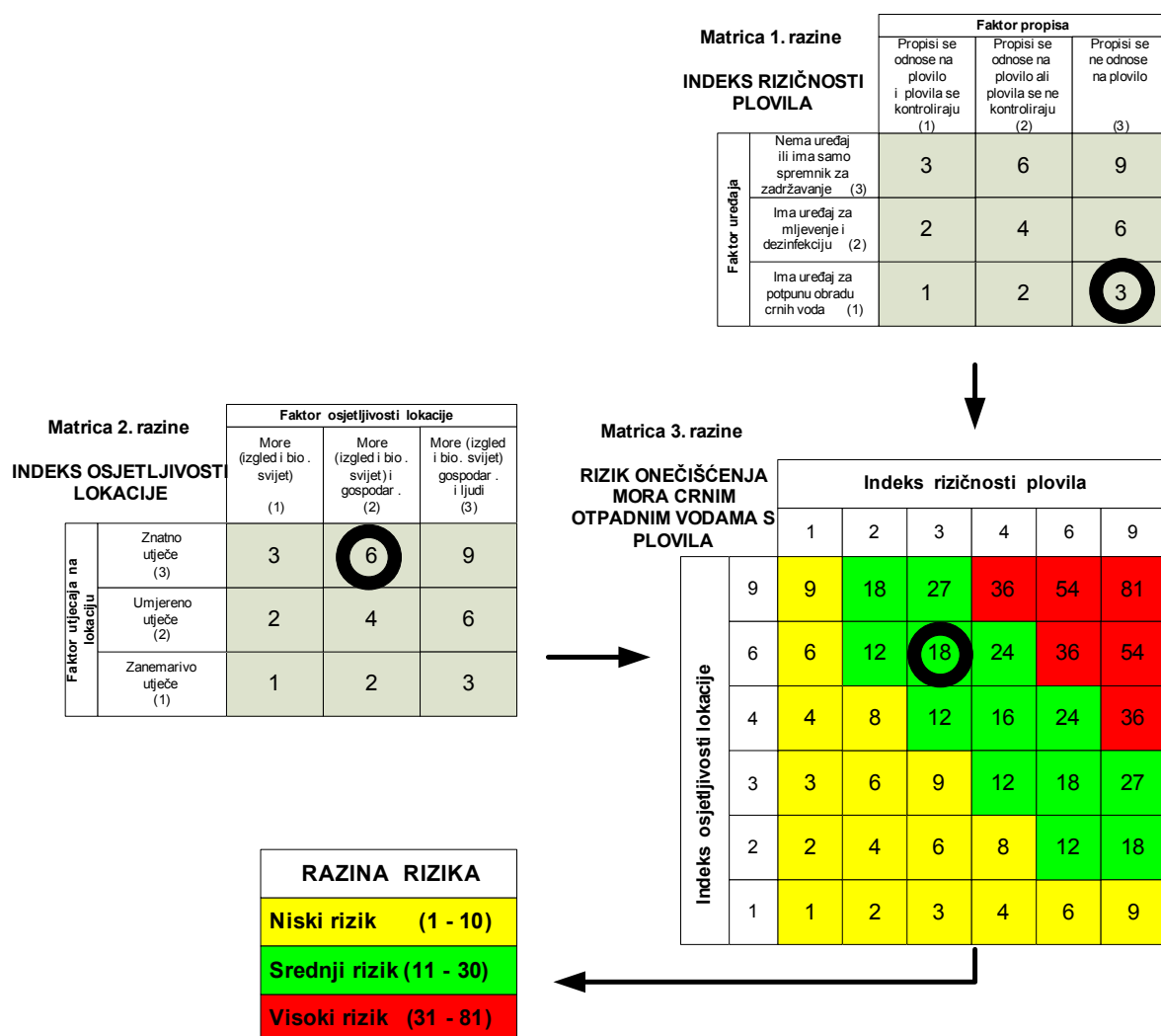
5.3.4.21. Procjena rizika za RO-RO putnički brod (trajekt) u luci za međunarodni promet putnika

Procjena počinje matricom 1. razine, a završava rezultatom matrice 3. razine.
Matrica 1. razine: Faktor propisa x Faktor uređaja = Indeks rizičnosti plovila ($3 \times 1 = 3$).

Matrica 2. razine: Faktor osjetljivosti lokacije x Faktor utjecaja na okolinu = Indeks osjetljivosti lokacije ($2 \times 3 = 6$).

Matrica 3. razine: Indeks rizičnost plovila x Indeks osjetljivosti lokacije = Rizik onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s plovila ($3 \times 6 = 18$).

Razina rizika 18 ubraja se u *srednji rizik* zato **RO-RO putnički brod (trajekt) u luci za međunarodni promet putnika uzrokuje srednji rizik za onečišćenje mora crnim otpadnim vodama.**



Slika 5.33. Multiplikativne matrice na tri razine za procjenu rizika onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s RO-RO putničkog broda (trajekta) u luci za međunarodni promet putnika.

5.3.4.22. Procjena rizika za teretni brod u luci za međunarodni teretni promet

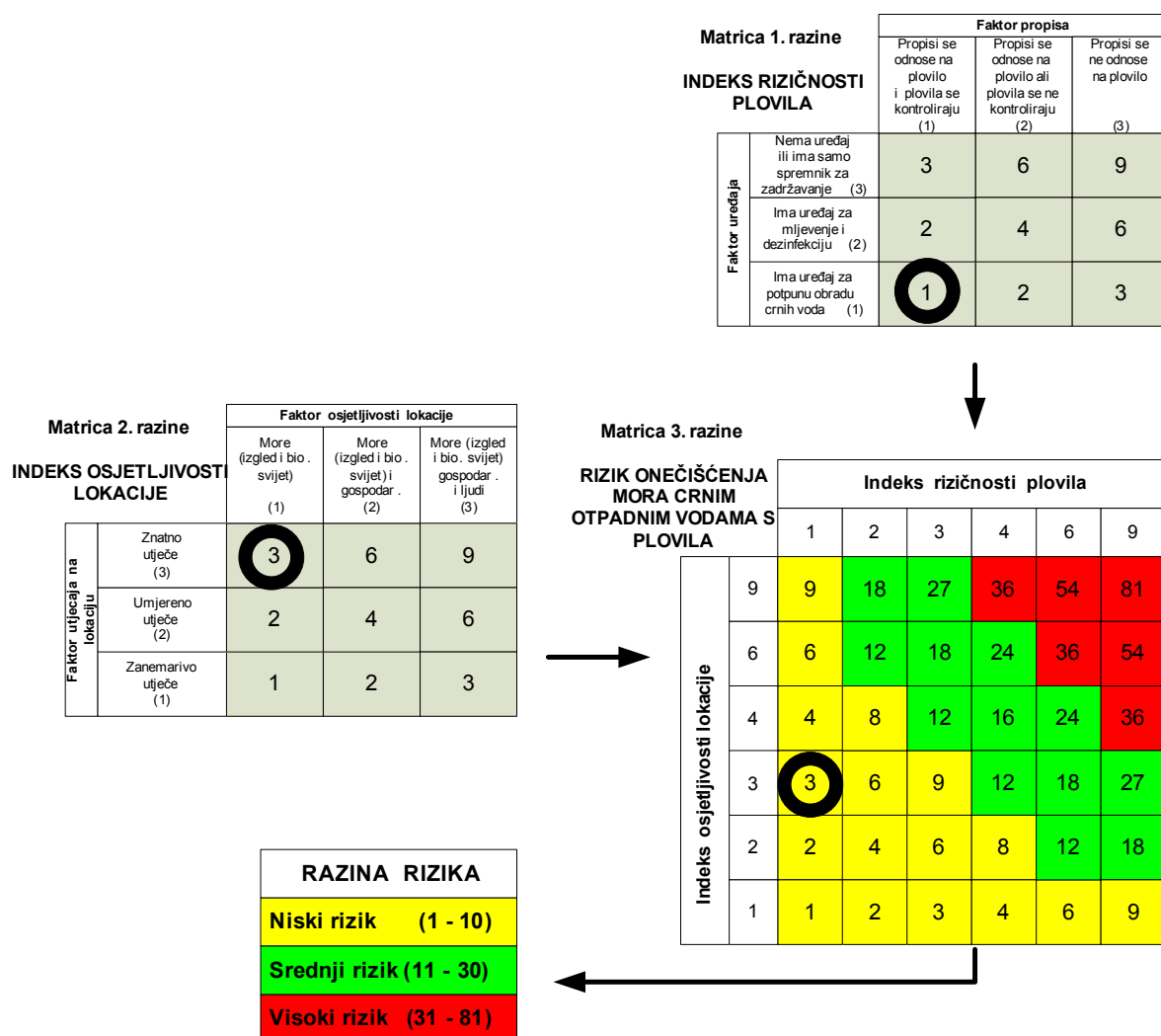
Procjena počinje matricom 1. razine, a završava rezultatom matrice 3. razine.

Matrica 1. razine: Faktor propisa x Faktor uređaja = Indeks rizičnosti plovila ($1 \times 1 = 1$).

Matrica 2. razine: Faktor osjetljivosti lokacije x Faktor utjecaja na okolinu = Indeks osjetljivosti lokacije ($1 \times 3 = 3$).

Matrica 3. razine: Indeks rizičnost plovila x Indeks osjetljivosti lokacije = Rizik onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s plovila ($1 \times 3 = 3$).

Razina rizika 3 ubraja se u *niski rizik* zato **teretni brod u luci za međunarodni teretni promet uzrokuje niski rizik za onečišćenje mora crnim otpadnim vodama**.



Slika 5.34. Multiplikativne matrice na tri razine za procjenu rizika onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s teretnog broda u luci za međunarodni teretni promet.

5.3.4.23. Procjena rizika za teretni brod na sidrištu luke

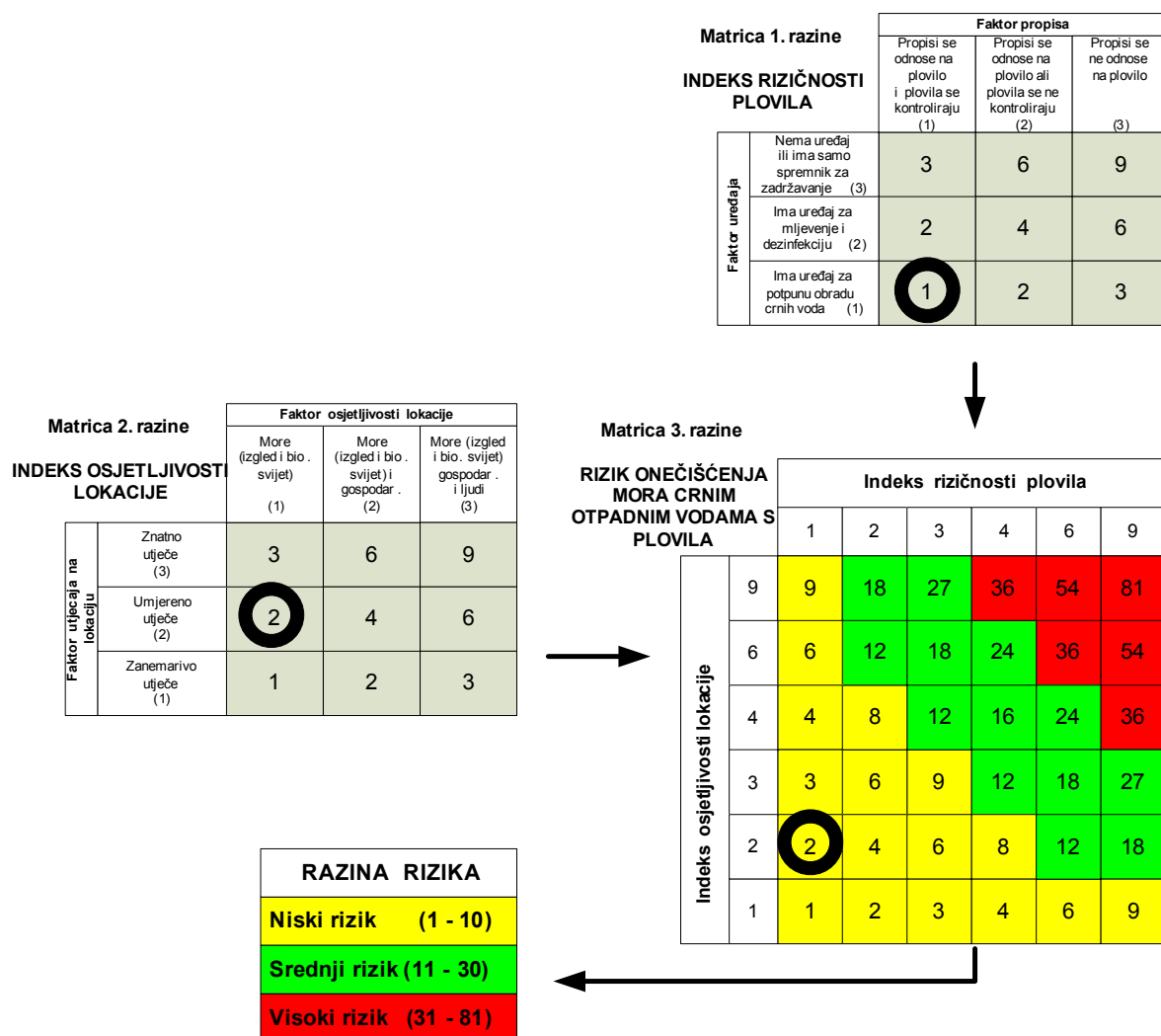
Procjena počinje matricom 1. razine, a završava rezultatom matrice 3. razine.

Matrica 1. razine: Faktor propisa x Faktor uređaja = Indeks rizičnosti plovila ($1 \times 1 = 1$).

Matrica 2. razine: Faktor osjetljivosti lokacije x Faktor utjecaja na okolinu = Indeks osjetljivosti lokacije ($1 \times 2 = 2$).

Matrica 3. razine: Indeks rizičnost plovila x Indeks osjetljivosti lokacije = Rizik onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s plovila ($1 \times 2 = 2$).

Razina rizika 2 ubraja se u *niski rizik* zato **teretni brod na sidrištu luke znači niski rizik za onečišćenje mora crnim otpadnim vodama**.



Slika 5.35. Multiplikativne matrice na tri razine za procjenu rizika onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s teretnog broda na sidrištu luke.

5.3.4.24. Procjena rizika za putnički brod za kružna putovanja u luci za međunarodni putnički promet

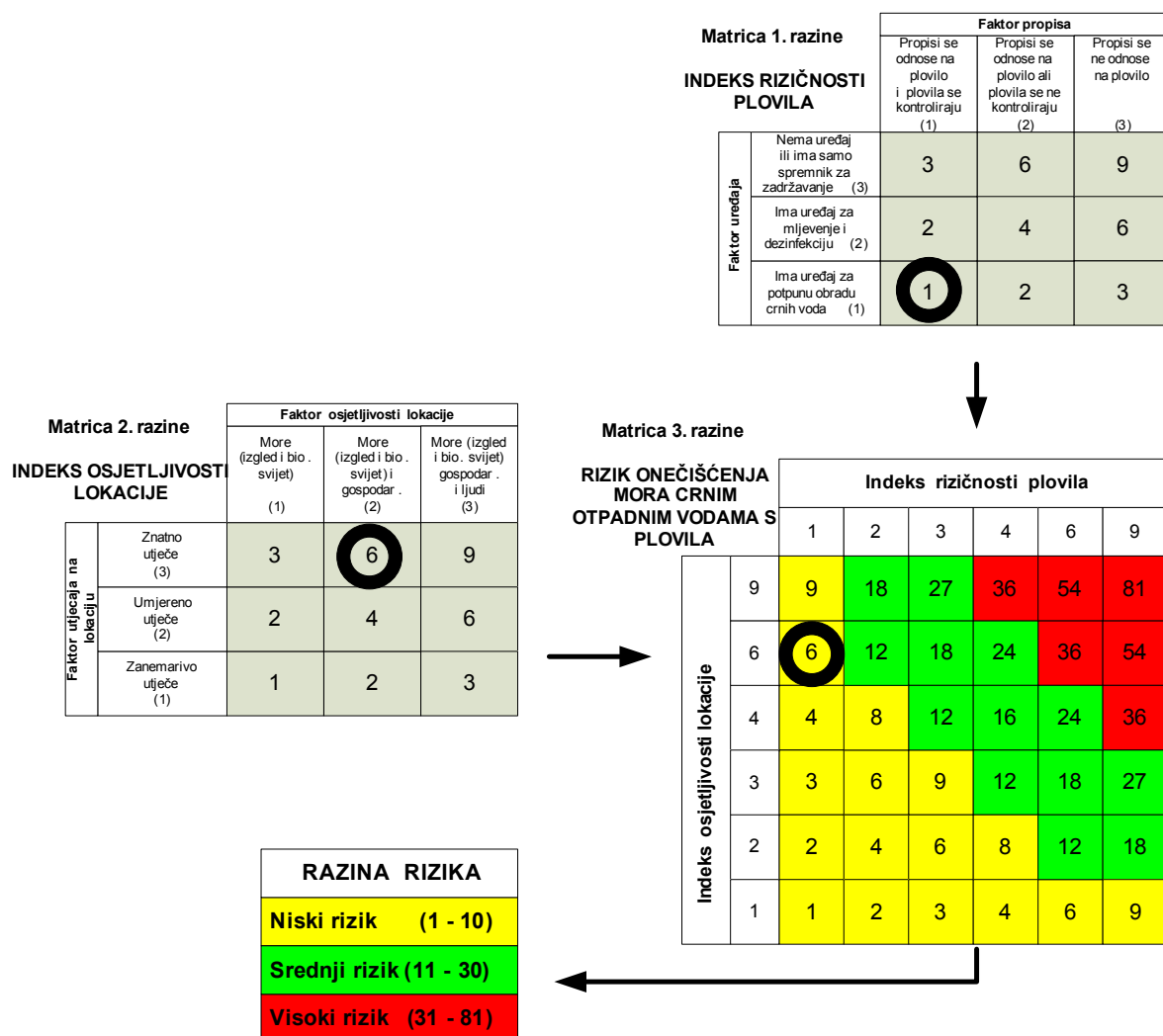
Procjena počinje matricom 1. razine, a završava rezultatom matrice 3. razine.

Matrica 1. razine: Faktor propisa x Faktor uređaja = Indeks rizičnosti plovila ($1 \times 1 = 1$).

Matrica 2. razine: Faktor osjetljivosti lokacije x Faktor utjecaja na okolinu = Indeks osjetljivosti lokacije ($2 \times 3 = 6$).

Matrica 3. razine: Indeks rizičnost plovila x Indeks osjetljivosti lokacije = Rizik onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s plovila ($1 \times 6 = 6$).

Razina rizika 6 ubraja se u *niski rizik* pa zato *putnički brod za kružna putovanja u luci za međunarodni promet putnika uzrokuje niski rizik za onečišćenje mora crnim otpadnim vodama*.



Slika 5.36. Multiplikativne matrice na tri razine za procjenu rizika onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s putničkog broda za kružna putovanja u luci za međunarodni putnički promet.

5.3.4.25. Procjena rizika za putnički brod za kružna putovanja na sidrištu luke

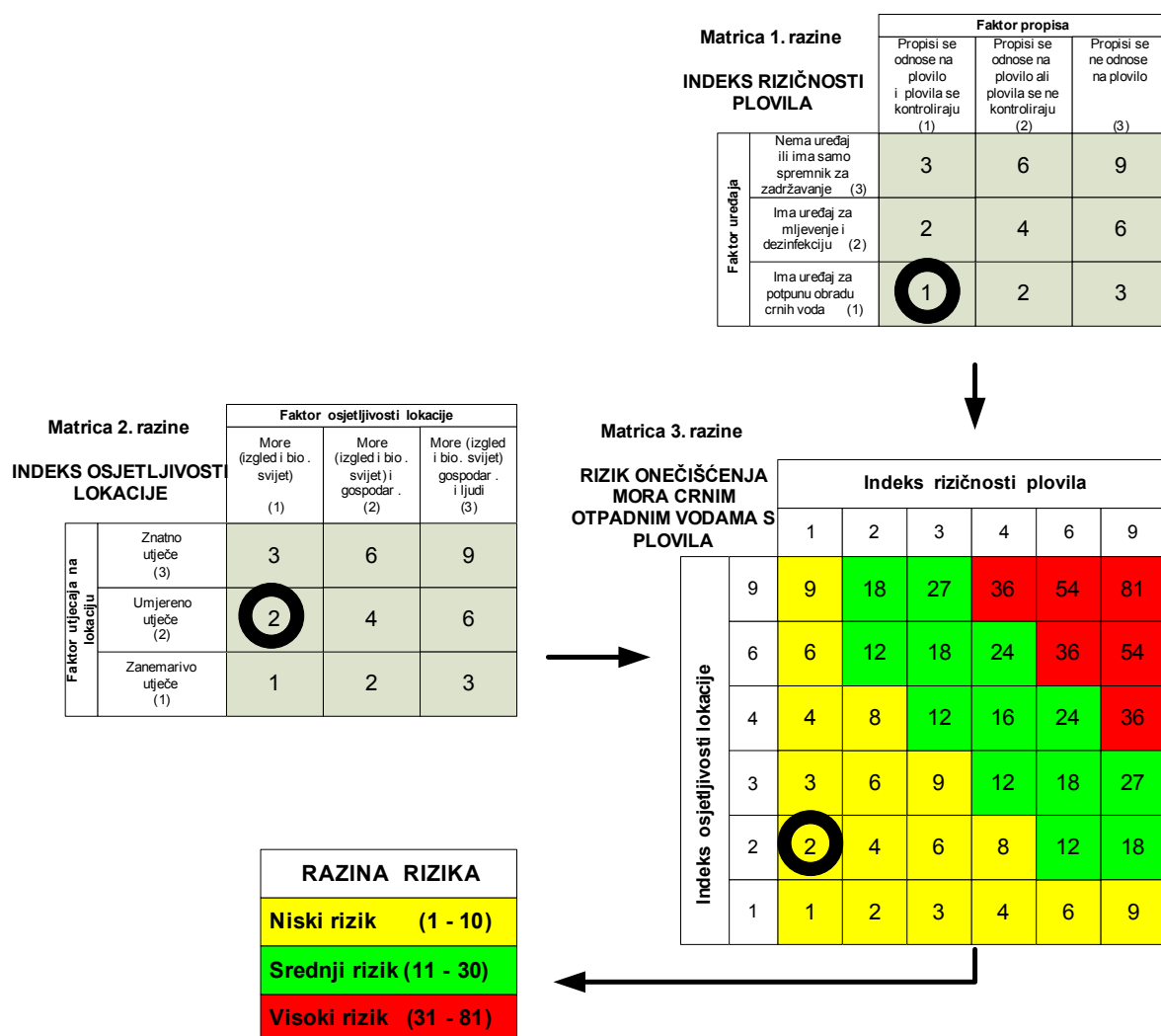
Procjena počinje matricom 1. razine, a završava rezultatom matrice 3. razine.

Matrica 1. razine: Faktor propisa x Faktor uređaja = Indeks rizičnosti plovila ($1 \times 1 = 1$).

Matrica 2. razine: Faktor osjetljivosti lokacije x Faktor utjecaja na okolinu = Indeks osjetljivosti lokacije ($1 \times 2 = 2$).

Matrica 3. razine: Indeks rizičnost plovila x Indeks osjetljivosti lokacije = Rizik onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s plovila ($1 \times 2 = 2$).

Razina rizika 2 ubraja se u *niski rizik* pa **putnički brod za kružna putovanja na sidrištu luke znači niski rizik za onečišćenje mora crnim otpadnim vodama**.



Slika 5.37. Multiplikativne matrice na tri razine za procjenu rizika onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s putničkog broda za kružna putovanja na sidrištu luke.

5.3.5. Evaluacija razina rizika za procijenjena plovila

Rezultati kvalitativne procjene rizika od onečišćenja mora crnim vodama s određenih plovila na određenim lokacijama, dakle razine rizika koji su dobiveni iz procjene (u poglavljima od 5.3.4.1. do 5.3.4.25.) prikazani su u tablici 5.3.

U tablici su poredana od vrha prema dnu tablice plovila na lokacijama počevši s najvećim indeksom rizika. Na vrhu tablice su plovila na lokacijama s visokim rizikom onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s plovila, dok su na dnu plovila na lokacijama gdje je niski rizik onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s plovila.

Tablica 5.3. Razina rizika onečišćenja mora crnim otpadnim vodama za procijenjena plovila na određenim lokacijama

Indeks rizika	Razina rizika	Plovilo na lokaciji
81	visoki	Brodica – blizina mjesta za rekreaciju i kupanje
81	visoki	Brodica – marina / komunalna lučica
81	visoki	Manji putnički brod u nacionalnoj plovidbi - blizina mjesta za rekreaciju i kupanje
54	visoki	Brodica – operativna riva u obalnom naselju
54	visoki	Brodica – nenaseljena uvala u unutrašnjim morskim vodama
54	visoki	Ribarski brod – operativna riva u obalnom naselju
54	visoki	Manji putnički brod u nacionalnoj plovidbi – operativna riva u obalnom naselju
54	visoki	Manji putnički brod u nacionalnoj plovidbi – luka za nacionalni putnički promet
54	visoki	Manji putnički brod u nacionalnoj plovidbi – nenaseljena uvala u unutrašnjim morskim vodama
36	visoki	Jahta – blizina mjesta za rekreaciju i kupanje
36	visoki	Jahta – marina / komunalna lučica
24	srednji	Jahta – operativna riva u obalnom naselju
8	srednji	Jahta – nenaseljena uvala u unutrašnjim morskim vodama
18	srednji	Megajahta – blizina mjesta za rekreaciju i kupanje
18	srednji	RO-RO putnički brod (trajekt) – luka za nacionalni promet putnika
18	srednji	RO-RO putnički brod (trajekt) – luka za međunarodni putnički promet
18	srednji	Megajahta – marina / komunalna lučica
12	srednji	Megajahta – operativna riva u obalnom naselju
12	srednji	Megajahta – luka za međunarodni promet putnika
12	srednji	Megajahta – nenaseljena uvala u unutrašnjim morskim vodama
6	niski	Putnički brod za kružna putovanja – luka za međunarodni promet putnika
4	niski	Megajahta – sidrište luke
3	niski	Teretni brod – luka za međunarodni teretni promet
2	niski	Teretni brod – sidrište luke
2	niski	Putnički brod za kružna putovanja – sidrište luke

Razmatrajući tablicu 5.3. razvidno je da ovisno o lokaciji na kojoj se nalaze plovila se ubrajaju u kategoriju visoke, srednje ili niske razine rizika kako slijedi:

1. U **visoku razinu rizika** onečišćenja mora crnim vodama s plovila ubrajaju se:

- brodice
- jahte
- ribarski brodovi
- manji putnički brodovi u nacionalnoj plovidbi.

2. U **srednju razinu rizika** onečišćenja mora crnim vodama s plovila svrstavaju se:

- jahte
- megajahte
- RO-RO putnički brodovi (trajekti).

3. U **nisku razinu rizika** onečišćenja mora crnim vodama s plovila ubrajaju se:

- putnički brodovi za kružna putovanja (*cruiseri*)
- teretni brodovi
- megajahte

Temeljem primjene modela multiplikativnih matrica za procjenu rizika onečišćenja mora crnim vodama s plovila i određivanja razine rizika za pojedina plovila, to jest rezultati procjene rizika pokazuju da su manja plovila poput brodice, jahta, ribarskih brodova i manjih putničkih brodova u nacionalnoj plovidbi znatno rizičnija skupina plovila za onečišćenje mora crnim otpadnim vodama s plovila nego su to brodovi za kružna putovanja, teretni brodovi i megajahte koji imaju nisku razinu rizika.

Rezultati razina rizika za procijenjena plovila nedvojbeno dokazuju postavljenu temeljnu znanstvenu hipotezu koja glasi:

Rizik onečišćenja mora uz obalu crnim otpadnim vodama s plovila veći je i manje je prihvatljiv pri plovidbi i zadržavanju manjih i rekreacijskih plovila u akvatoriju nego pri plovidbi i zadržavanju velikih brodova za kružna putovanja.

6. PROVJERA PROCJENE RIZIKA ONEČIŠĆENJA MORA UZ OBALU CRNIM OTPADNIM VODAMA S PLOVILA U DUBROVAČKOM AKVATORIJU

Iako je temeljna znanstvena hipoteza dokazana u poglavlju 5. postavljanjem i primjenom izvornog modela za procjenu rizika onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s plovila, izazov je provjeriti vjerodostojnost modela i same procjene drugom znanstvenom metodom u okruženju konkretnog akvatorija, što zahtijeva terenski rad.

Zato je izabran dubrovački akvatorij kao tipičan primjer s rastućim pomorskim prometom manjih rekreacijskih plovila, ali i najvećih brodova za kružna putovanja koji imaju u svom planu putovanja grad Dubrovnik, jednu od najvažnijih destinacija na Jadranskom i Mediteranskom moru.

6.1. Metoda za provjeru procjene rizika analizom morske vode

Metoda koja je odabrana za provjeru rizika je statistička obrada podataka, u kojoj se pokazatelj fekalnog opterećenja mora iz uzoraka morske vode uspoređuje s tipom i brojem plovila, ili brojem osoba na plovilima u vrijeme uzimanja uzoraka na određenoj lokaciji gdje ona borave, a spominje se kao mjesto uzorkovanja mora. Tako je provjereno koje međuovisnosti i trendovi postoje, čime se provjerio i izvorni model za procjenu rizika onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s plovila.

Između indikatora fekalnog opterećenja mora (vidi 2.4.) izabrana je fekalna koliformna bakterija zato što je ona ujedno i jedan od ključnih parametara kojemu moraju udovoljiti uređaji za obradu crnih otpadnih voda prije izdavanja svjedodžbe registra (vidi 3.3.2.). Osim toga, konvencija MARPOL u prilogu IV. propisuje ograničenja za ispuštanje obzirom na količinu fekalnih koliformnih bakterija u vodama koje će se ispuštati van broda u more. (vidi 3.1.1.1.).

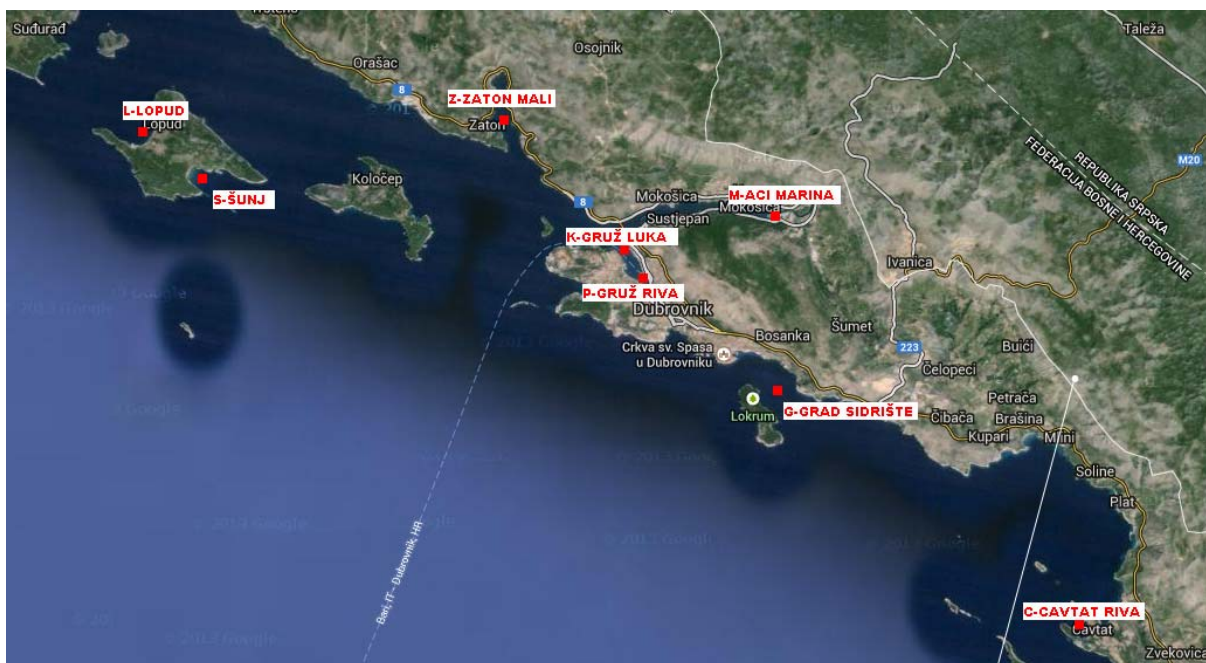
Analiza na nazočnost fekalnih koliforma je određenije ispitivanje za fekalno onečišćenje nego što je to ispitivanje ukupnog koliforma jer su fekalni koliformi standardni testni organizmi koji se koriste u mnogim laboratorijima što ispituju obrađene kanalizacijske vode, neobrađeni javni vodovod i takve primarne kontaktne vode kao što su područja za plivanje.

6.2. Područje i lokacije uzimanja uzoraka mora za analizu

U dubrovačkom akvatoriju ima više lokacija na kojima borave različiti tipovi plovila s obzirom na svoje aktivnosti. Stoga su izabrane za uzorkovanje mora one gdje tipična plovila najčešće borave. Lokacije su:

1. ACI marina Dubrovnik u Rijeci dubrovačkoj (privezište za jahte i brodice)
2. Cavtat – riva u naselju (privezište za jahte i megajahte)
3. Gruška luka – međunarodna luka za putnički promet (vezovi za brodove za kružna putovanja)
4. riva u Gružu – operativna riva (vezovi za jahte, manje putničke brodove u nacionalnoj plovidbi i izletničke brodove)

5. otok Lopud – sidrište u mjestu Lopud (sidrište za brodice i jahte između rive i plaže)
6. otok Lopud – uvala Šunj (sidrište ispred plaže za brodice, jahte, megajahte i manje putničke brodove u nacionalnoj plovidbi)
7. otok Lokrum – sidrište ispred stare gradske luke (sidrište za putničke brodove za kružna putovanja i megajahte)
8. Zaton – sidrište u uvali, ispred naselja Zatona, sidrište za brodice i jahte.



Slika 6.1. Lokacije uzorkovanja mora u dubrovačkom akvatoriju.

Uzorkovanje mora provodilo se tijekom 14 uzastopnih mjeseci tijekom svih godišnjih doba, zahvaćajući dvije turističke sezone. Ono je započeto u kolovozu 2012. godine, a završeno u listopadu 2013. godine.

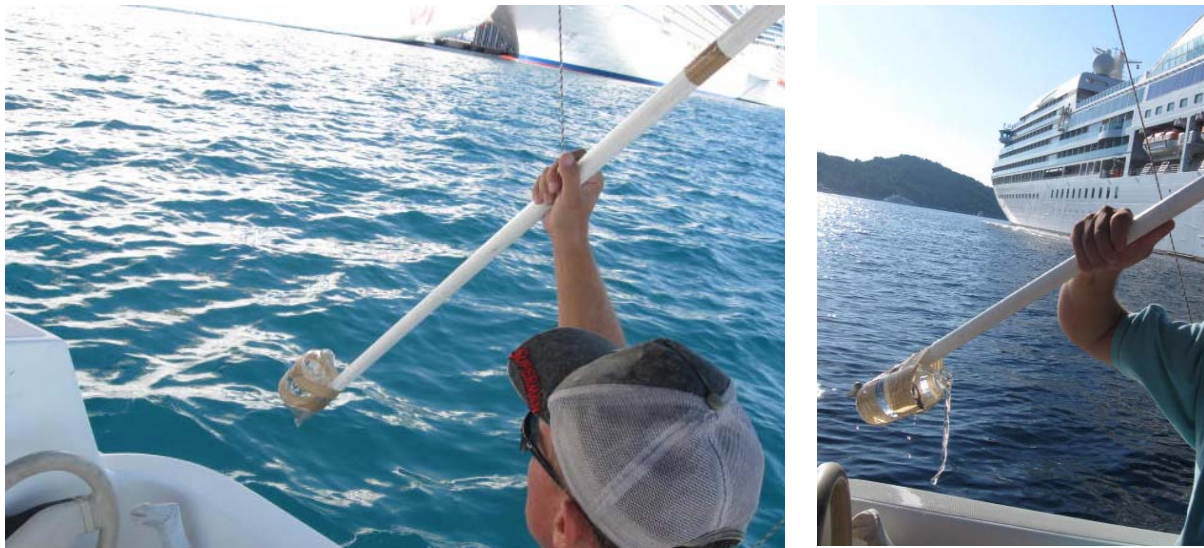
6.3. Analiza uzoraka morske vode

Mikrobiološku analizu uzoraka morske vode provodila je ovlaštena i specijalizirana ustanova za ovu vrstu poslova u Dubrovačko-neretvanskoj županiji (Zavod za javno zdravstvo Dubrovačko-neretvanske županije - Služba za zdravstvenu ekologiju).

6.3.1. Metoda uzorkovanja

Metoda uzorkovanja morske vode provodila se u skladu s člankom 15. Uredbe o kakvoći mora za kupanje (Narodne novine broj 73/08.) i prilogom II. – Pravila o rukovanju uzorcima za mikrobiološku analizu (vidi 2.5.). Dakle uzorkovanje se obavljalo uvijek na istom mjestu uzorkovanja na određenoj lokaciji.

Uzorak se primao u prozirnu sterilnu staklenu bočicu od 500 ml, prethodno uzetu u Zavodu za javno zdravstvo Dubrovačko-neretvanske županije - Službe za zdravstvenu ekologiju, koju je sterilizirala. Uzorkovalo se ručnim uzorkivačem a boca je označena šifrom (sastoji se od kodnog slova za lokaciju i broja za datum). Uzorkivač se uranjao na dubinu od 1 m ispod morske površine (do oznake) na uzorkivaču.



Slika 6.2. Fotografije uzimanja uzorka morske vode u sterilnu bocu.



Slika 6.3. Fotografija uzorka morske vode u kodiranoj sterilnoj boci.

Skladištenje uzoraka nakon uzorkovanja i za vrijeme prijevoza bilo je u ručnom hladnjaku zaštićenom od djelovanja svjetla. Svi uzorci dostavljeni su isti dan u Zavod za javno zdravstvo Dubrovačko-neretvanske županije, gdje su i ispitani u vremenu kraćem od 24 sata.

6.3.2. Analiza uzoraka metodom membranske filtracije

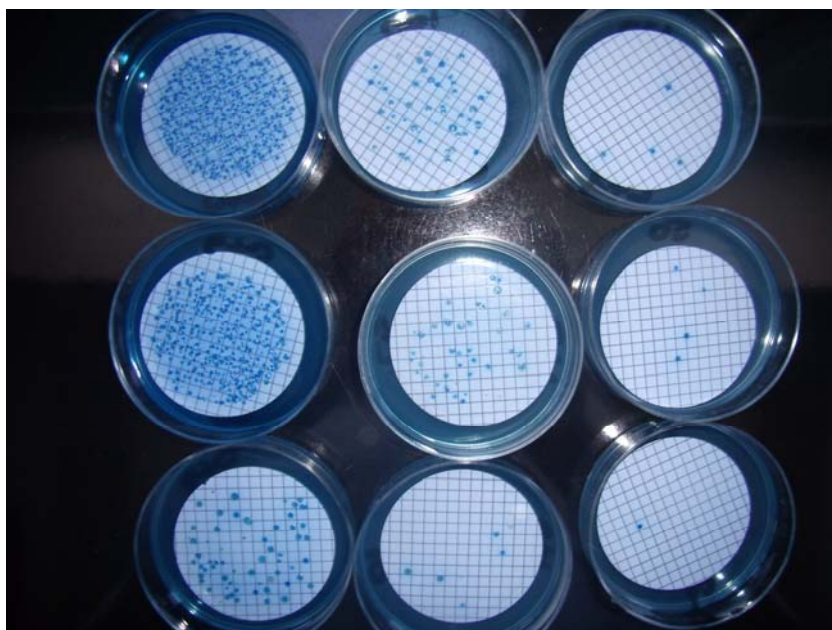
Služba za zdravstvenu ekologiju Zavoda za javno zdravstvo Dubrovačko-neretvanske županije ispitala je uzorke metodom membranske filtracije⁷.

Fekalne koliformne bakterije dio su skupine koliformnih bakterija definirane kao gama negativne koje formiraju štapičaste oblike bez spora koji fermentiraju laktozu u 24 ± 2 sata na $44,5^\circ\text{C}$. Laktoza se može otkriti zbog pojave plina u višecijevnoj tehnici ili kiselosti koja formira plave kolonije u postupku membranskog filtriranja. Postupak membranskog filtriranja upotrebljava se kako bi se identificirali i izbrojili koliformi fekalnog podrijetla za razliku od drugih koliforma dobivenih iz drugih izvora.

U ovom postupku, odgovarajući volumen uzorka vode prolazi kroz membranski filter i on zadržava bakterije koje su u uzorku. Membranski filter, rešetkast, 47 mm promjera zatim se stavlja na apsorpcijski jastučić u odgovarajuću posudu s poklopcem promjera od 50 mm.

Apsorpcijski jastučić, na kojem su kulture membranskog filtriranja, uroni se u otopinu (kupelj) za inkubaciju. Posuda se inkubira 24 sata na $44,5^\circ\text{C}$. Iz svake fekalne koliformne bakterije diobom nastaju tipične kolonije plave boje koje se lako prebroje na mrežastoj podlozi filtra. Broji se koristeći se povećalom i fluorescentnim izvorom svjetlosti. Sve se plave kolonije broje kao fekalni koliformi. Nefekalne koliformne kolonije su sive do krem boje.

Razina fekalnog koliforma u vodenom uzorku izražava se kao broj na 100 ml. Prednosti ovog postupka uključuju brzinu i dobru preciznost.



Slika 6.4. Fotografija filtara na jastučićima u posudama za inkubaciju nakon inkubiranja fekalnih koliformnih bakterija.

Izvor: Zavod za javno zdravstvo Dubrovačko-neretvanske županije - Služba za zdravstvenu ekologiju, autori uzorci iz kolovoza 2012.

⁷ Ova metoda izvorno je iz SAD-a i prihvaćena je u mnogim državama. (eng. *Fecal coliform membrane filter procedure (9222 D)*. p. 9-60 to 9-61. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 18th Edition. American Public Health Association, Washington, DC.)

6.4. Rezultati analize uzoraka morske vode

Rezultati analize uzoraka morske vode koje je provodila Služba za zdravstvenu ekologiju Zavoda za javno zdravstvo Dubrovačko-neretvanske županije prema lokacijama (točkama uzorkovanja) i prema mjesecima uzorkovanja predloženi su u idućoj tablici.

Tablica 6.1. Broj fekalnih koliformnih bakterija na lokacijama prema mjesecima uzorkovanja.

Točka uzorkovanja	M	C	K	P	L	S	G	Z
Mjesec uzorkovanja	ACI marina	Cavtat riva	Gruž luka	Gruž riva	Lopud	Šunj	Grad sidrište	Zaton
Rujan 2012.	223	1290	0	148	0	0	4	62
Listopad 2012.	40	0	0	15	0	0	5	0
Studenj 2012.	20	0	2	308	2	0	0	0
Prosinac 2012.	34	0	78	6	0	0	0	0
Siječanj 2013.	168	0	9	3	0	0	0	0
Veljača 2013.	23	0	44	65	0	0	0	1
Ožujak 2013.	22	4	239	1 920	0	0	0	0
Travanj 2013.	8	0	0	550	0	0	0	0
Svibanj 2013.	0	0	2	0	0	1	0	1
Lipanj 2013.	78	28	0	2	0	0	0	0
Srpanj 2013.	190	145	0	0	700	74	0	0
Kolovoz 2013.	97	1 240	0	0	1 760	0	0	0
Rujan 2013.	290	6	0	0	0	31	0	0
Listopad 2013.	0	2	0	0	0	0	0	0

6.4.1. Raspodjela plovila i broja osoba na lokacijama uzorkovanja

Istovremeno s uzorkovanjem mora za analizu, brojila su se plovila i procjenjivan je broj ljudi (najbolji procijenjeni broj – NPB) koji borave na tim plovilima na lokacijama gdje nema evidencije mjerodavnih ustanova (lokacije: Lopud, Šunj, Zaton, Cavtat, Gruž-riva i Grad-sidrište). Na lokacijama gdje postoje takvi podaci oni su dobiveni od ustanova koje ih imaju, kao što su Lučka uprava Dubrovnik i ACI marina Dubrovnik za lokacije Gruž-luka, ACI Marina i Grad-sidrište.

Raspodjela fekalnih koliformnih bakterija, plovila prema tipu u vrijeme uzorkovanja mora i najbolji procijenjeni broj osoba na tim plovilima prikazani su u tablicama u nastavku rada.

6.4.1.1. Lokacija i rezultati uzorkovanja u ACI marini Dubrovnik

U ACI marini Dubrovnik uzorkovalo se na mjestu uzorkovanja između vezova plovila uvijek na istome mjestu tijekom 14 uzastopnih mjeseci. Marina je smještena blizu izvora rijeke Omble i zbog toga ima na vanjskim vezovima (prema sredini rijeke) vrlo jaku vodenu struju koja ujedno i odnosi sve ispuštene tvari u vodu, pa i crne otpadne vode. U unutarnjem dijelu marine, na mjestu uzorkovanja, strujanje je vode manje, ali stalno.

Zato se daje zaključiti da bi količina fekalnih koliformnih bakterija bila znatno viša u mirujućoj vodi uz isto ispuštanje crne otpadne vode s plovila (jahta i brodica) u okolno more dok borave na vezu u marini.



Slika 6.5. Fotografija satelitske snimke lokacije ACI marine Dubrovnik (crvena točka na fotografiji je točka uzorkovanja).

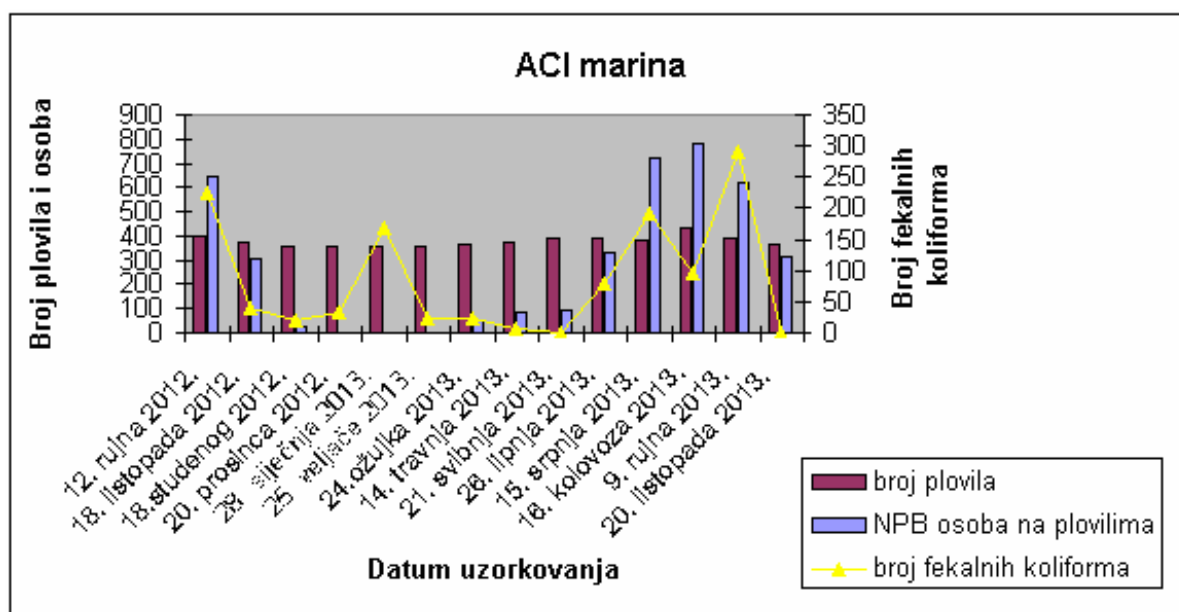
Tablica 6.2. Raspodjela plovila i osoba na plovilima u danima uzorkovanja na lokaciji M – ACI Marina Dubrovnik

Datum uzorkovanja	Točka uzorkovanja M - ACI marina (brodice i jahte)			
	Broj bakterija	Tip plovila na točki uzorkovanja	Broj plovila	NPB osoba
12. rujna 2012.	223	brodice i jahte	399	648
18. listopada 2012.	40	brodice i jahte	371	308
18. studenog 2012.	20	brodice i jahte	354	24
20. prosinca 2012.	34	brodice i jahte	357	0
28. siječnja 2013.	168	brodice i jahte	355	0
25. veljače 2013.	23	brodice i jahte	360	0
24. ožujka 2013.	22	brodice i jahte	369	51
14. travnja 2013.	8	brodice i jahte	371	89
21. svibnja 2013.	0	brodice i jahte	393	93
26. lipnja 2013.	78	brodice i jahte	388	334
15. srpnja 2013.	190	brodice i jahte	385	721
16. kolovoza 2013.	97	brodice i jahte	437	781
9. rujna 2013.	290	brodice i jahte	387	620
20. listopada 2013.	0	brodice i jahte	361	312

Iz tablice 6.2. razvidno je da tijekom zimskih mjeseci ima nešto manje plovila u marini, ali to nije znatan broj, dok je broj ljudi na plovilima u ljetnim mjesecima znatno povećan. Međutim, iako tijekom tri zimska mjeseca nije bilo prijavljenih gostiju (osoba) na recepciji marine, bio je određeni broj osoba koji se i ne mora prijavljivati, kao što su državljani naše zemlje i državljani zemalja EU. Uz njih postoje i određeni broj osoba što rade na održavanju brodica i jahta tijekom dana. Sve se te osobe koriste zahodima na plovilima kojih se sadržaji povremeno ispuštaju u okolno more dok su plovila na vezu.

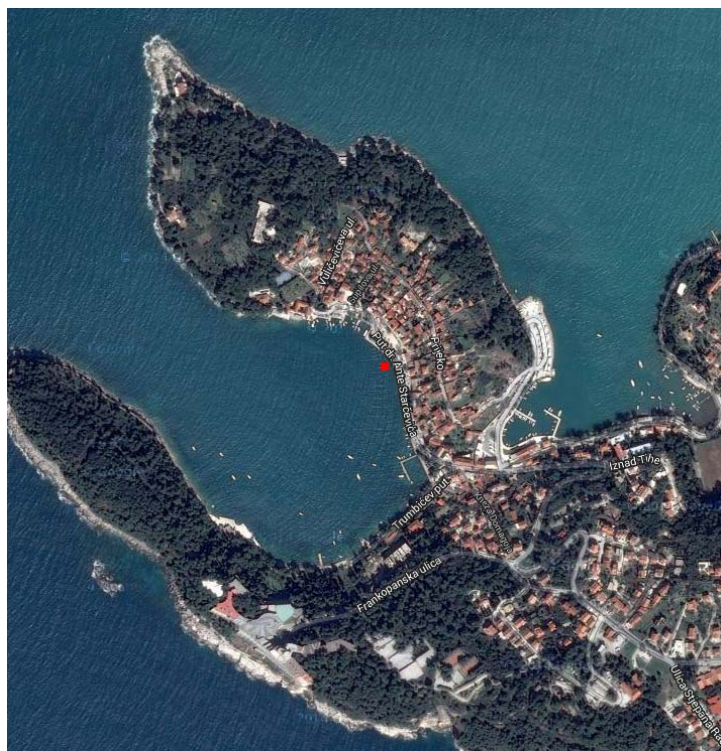
Podaci iz tablice 6.2. grafički su prikazani u sljedećem grafikonu.

Grafikon 6.1. Broj fekalnih koliformnih bakterija, plovila i osoba na plovilima na lokaciji uzorkovanja ACI marina Dubrovnik.



6.4.1.2. Lokacija i rezultati uzorkovanja u Cavtatu uz rivu

Cavtatska je riva tijekom ljetnih mjeseci vrlo omiljeno privezište za jahte i megajahte zbog svoje atraktivnosti za nautičare, ali i zbog svog geografskog položaja. Sva strana plovila što plove jadranskom obalom i ulaze u teritorijalne vode Hrvatske a dolaze iz teritorijalnih voda Crne Gore, dužna su se prijaviti u prvu lučku kapetaniju, i to je upravo ispostava u Cavtatu. Uzorkovalo se na mjestu uzorkovanja uz rivu uvijek na istome mjestu.



Slika 6.6. Fotografija satelitske snimke lokacije Cavtata uz rivu (crvena točka na fotografiji je mjesto uzorkovanja).

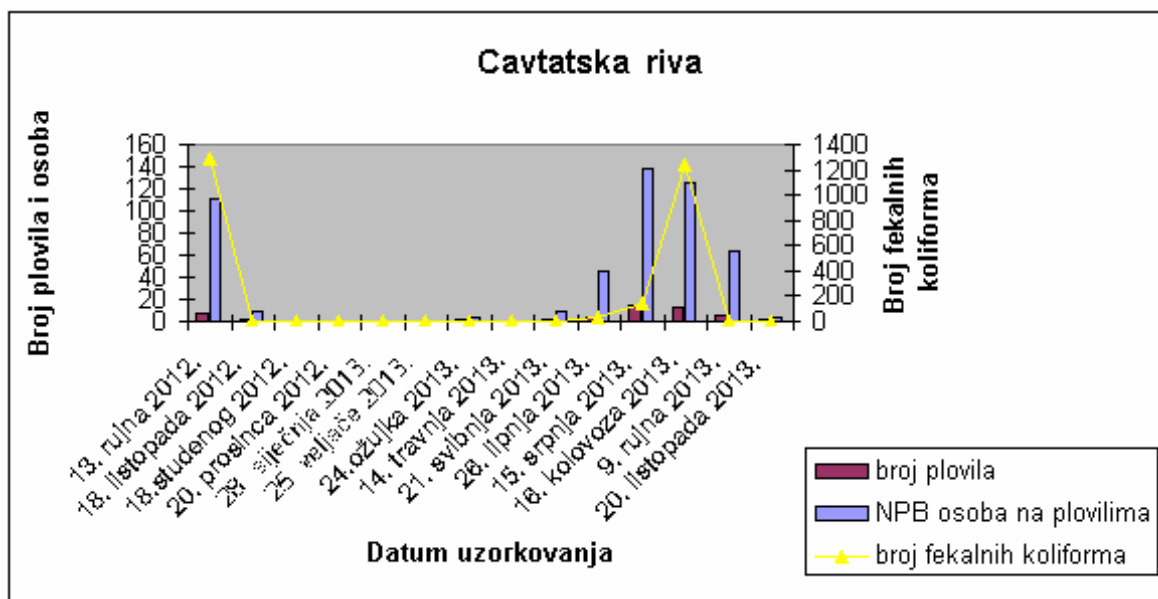
Tablica 6.3. Raspodjela plovila i osoba na plovilima u danima uzorkovanja na lokaciji C – Cavtatska riva.

Točka uzorkovanja C - Cavtatska riva (privezište za jahte i megajahte)				
Datum uzorkovanja	Broj bakterija	Tip plovila na točki uzorkovanja	Broj plovila	NPB osoba
13. rujna 2012.	1290	jahte 20 - 40m	7	110
18. listopada 2012.	0	jahta i brodica	2	10
18. studenog 2012.	0	nema plovila	0	0
20. prosinca 2012.	0	nema plovila	0	0
28. siječnja 2013.	0	nema plovila	0	0
25. veljače 2013.	0	nema plovila	0	0
24. ožujka 2013.	4	jedrilica	1	4
14. travnja 2013.	0	nema plovila	0	0
21. svibnja 2013.	0	jedrilica	2	10
26. lipnja 2013.	28	jahte 30 - 40m	4	45
15. srpnja 2013.	145	jahte 12 - 40m	14	138
16. kolovoza 2013.	1240	megajahta 60m i jahte 12 - 40m	12	126
9. rujna 2013.	6	jahte 12 - 40m	5	64
20. listopada 2013.	2	jedrilica	1	4

Iz tablice 6.3. je vidljivo da od studenoga do svibnja nije bilo privezanih plovila pa ni bakterija u uzorcima mora kad nije bilo plovila privezanih uz rivu. Znatno je povećanje bakterija u uzorcima upravo kad je bilo privezano više jahta ili, bolje rečeno, kad je bilo više osoba na njima.

Grafički prikaz rezultata iz tablice 6.3. u idućem je grafikonu.

Grafikon 6.2. Broj fekalnih koliformnih bakterija, plovila i osoba na plovilima na lokaciji uzorkovanja uz rivu u Cavtatu.



6.4.1.3. Lokacija i rezultati uzorkovanja u luci Gruž

Luka Gruž pristanište je za brodove na kružnim putovanjima i može primiti i do pet velikih brodova s ukupnim brojem više od 10.000 putnika. Mjesto uzorkovanja bilo je uz prvi brod u luci (gledano od sjeverozapada) a uzorkovalo se 14 uzastopnih mjeseci.

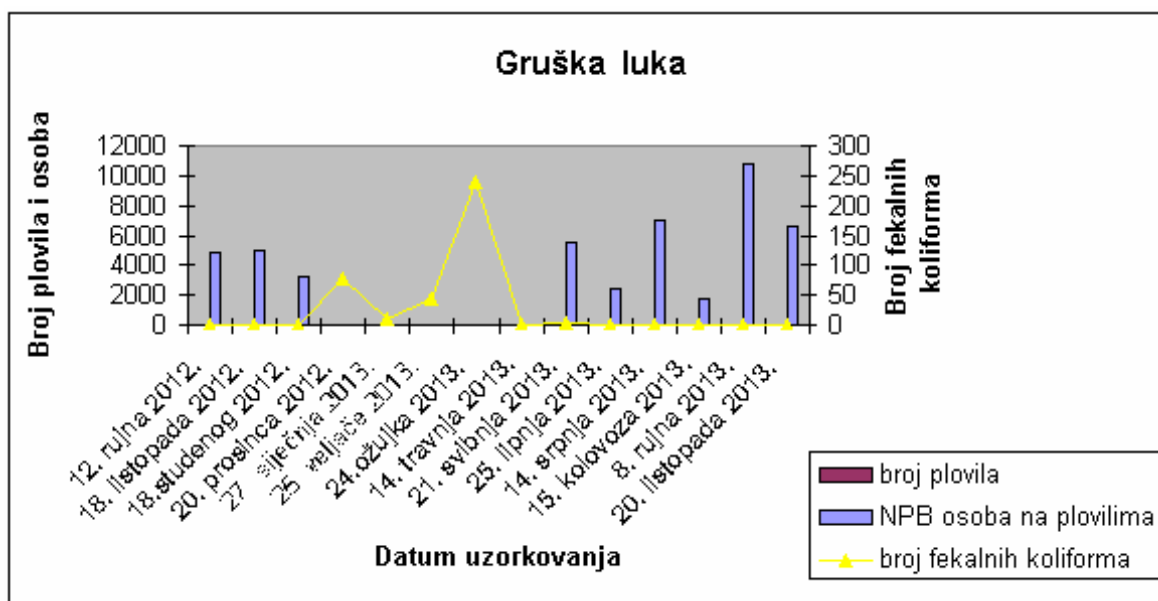


Slika 6.7. Fotografija satelitske snimke lokacije Gruža (crvena točka na fotografiji u gornjem dijelu je mjesto uzorkovanja u luci, dok je crvena točka na donjem dijelu mjesto uzorkovanja u Gružu uz rivu).

Tablica 6.4. Raspodjela plovila i osoba na plovilima u danima uzorkovanja na lokaciji K – Gruška luka

Točka uzorkovanja K - Gruška luka (za međunarodni putnički promet)				
Datum uzorkovanja	Broj bakterija	Tip plovila na točki uzorkovanja	Broj plovila	NPB osoba
12. rujna 2012.	0	<i>cruiseri</i>	3	4811
18. listopada 2012.	0	<i>cruiseri</i>	4	5040
18. studenog 2012.	0	<i>cruiseri</i>	2	3257
20. prosinca 2012.	78	nema plovila	0	0
27. siječnja 2013.	9	nema plovila	0	0
25. veljače 2013.	44	nema plovila	0	0
24. ožujka 2013.	239	<i>cruiser</i> i ro-ro putnički	2	50
14. travnja 2013.	0	<i>cruiseri</i>	2	44
21. svibnja 2013.	2	<i>cruiseri</i>	3	5491
25. lipnja 2013.	0	<i>cruiseri</i>	1	2422
14. srpnja 2013.	0	<i>cruiseri</i>	4	6968
15. kolovoza 2013.	0	<i>cruiseri</i>	2	1777
8. rujna 2013.	0	<i>cruiseri</i>	5	10803
20. listopada 2013.	0	<i>cruiseri</i>	4	6604

Rezultati iz tablice 6.4. pokazuju da nema bakterija u uzorcima vode kad ima brodova za kružna putovanja u luci, dok tijekom četiri uzastopna mjeseca u zimskom razdoblju kada nije bilo brodova u luci ima bakterija u uzorcima. Naime, tijekom tih mjeseci od prosinca 2012. do travnja 2013. odvijala se rekonstrukcija ceste i instalacija ugrađenih ispod ceste (od tržnice do Crkve i samostana sv. Križa). Ugrađivala se mreža novih cijevi višeg kapaciteta za oborinske vode i novih cijevi za kanalizaciju te novih energetskih i telefonskih kabelaških vodova. Zbog toga je u tome vremenu, do završetka radova, kanalizacija tog dijela grada bila ispuštana izravno u more, što je bilo uzrokom povećanom broju bakterija u uzorcima u Gruškoj luci. Grafički prikaz rezultata iz tablice 6.4. je u idućem grafikonu.

Grafikon 6.3. Broj fekalnih koliformnih bakterija, plovila i osoba na plovilima na lokaciji uzorkovanja u Gruškoj luci.

6.4.1.4. Lokacija i rezultati uzorkovanja u Gružu uz rivu

Uz rivu u Gružu pristaju i borave manji putnički brodovi u nacionalnoj plovidbi („Kriljani“) i borave uglavnom strane jahte. Uzorkovanje se obavljalo na točki uzorkovanja koja se nalazi uz rivu u smjeru sredine gruskog parka i prikazana je na slici 6.11. točkom crvene boje na donjoj polovici fotografije.

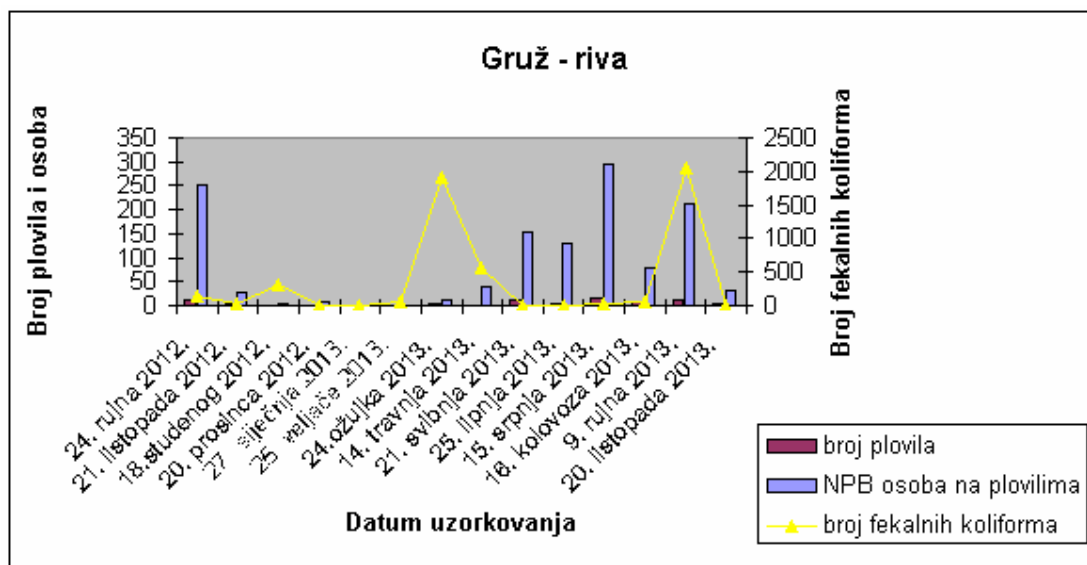
Prema tablici 6.5. rezultati analize uzoraka pokazuju nazočnost koliformnih bakterija u rasponu od nule pa do više od 2.000. Također, broj plovila, njihova vrsta i najbolji procijenjeni broj osoba na plovilima mijenjaju se od mjeseca do mjeseca ili godišnjeg doba.

Tablica 6.5. Raspodjela plovila i osoba na plovilima u danima uzorkovanja na lokaciji P – Gruška riva

Datum uzorkovanja	Točka uzorkovanja P - Gruška riva (operativna riva)			
	Broj bakterija	Tip plovila na točki uzorkovanja	Broj plovila	NPB osoba
24. rujna 2012.	148	manji putnički brod 9, jahte 2	11	250
21. listopada 2012.	15	manji putnički brod 2	2	26
18. studenog 2012.	308	manji putnički brod	1	4
20. prosinca 2012.	6	ribarica	1	6
27. siječnja 2013.	3	nema plovila	0	0
25. veljače 2013.	65	nema plovila	0	0
24. ožujka 2013.	1920	jahta i ribarica	2	10
14. travnja 2013.	550	manji linijski putnički	1	40
21. svibnja 2013.	0	manji putnički brod	11	154
25. lipnja 2013.	2	manji putnički brod	5	130
15. srpnja 2013.	30	manji putnički brod 9 i jahte 5	14	294
16. kolovoza 2013.	54	jahte	7	80
9. rujna 2013.	2060	manji putnički brod 8 i jahte 4	12	212
20. listopada 2013.	0	manji putnički brod i jahta	2	32

Grafički su rezultati iz tablice 6.5. prikazani u od slijedećem grafikonu.

Grafikon 6.4. Broj fekalnih koliformnih bakterija, plovila i osoba na njima na lokaciji uzorkovanja u Gružu uz rivu.



6.4.1.5. Lokacija i rezultati uzorkovanja na sidrištu naselja Lopud

Sidrište naselja Lopud atraktivno je mjesto za sidrenje brodica i jedrilica tijekom ljetne sezone kupanja jer se u blizini plaža, hotel, restorani, riva i drugi sadržaji zanimljivi gostima nautičkog turizma i domaćim vlasnicima brodica.

Mjesto uzorkovanja bilo je pedesetak metara od obale malo udesno od sredine uvale u smjeru maloga mula (slika 6.16.).



Slika 6.8. Fotografija satelitske snimke lokacije sidrišta Lopud na otoku Lopud (crvena točka na fotografiji je mjesto uzorkovanja).

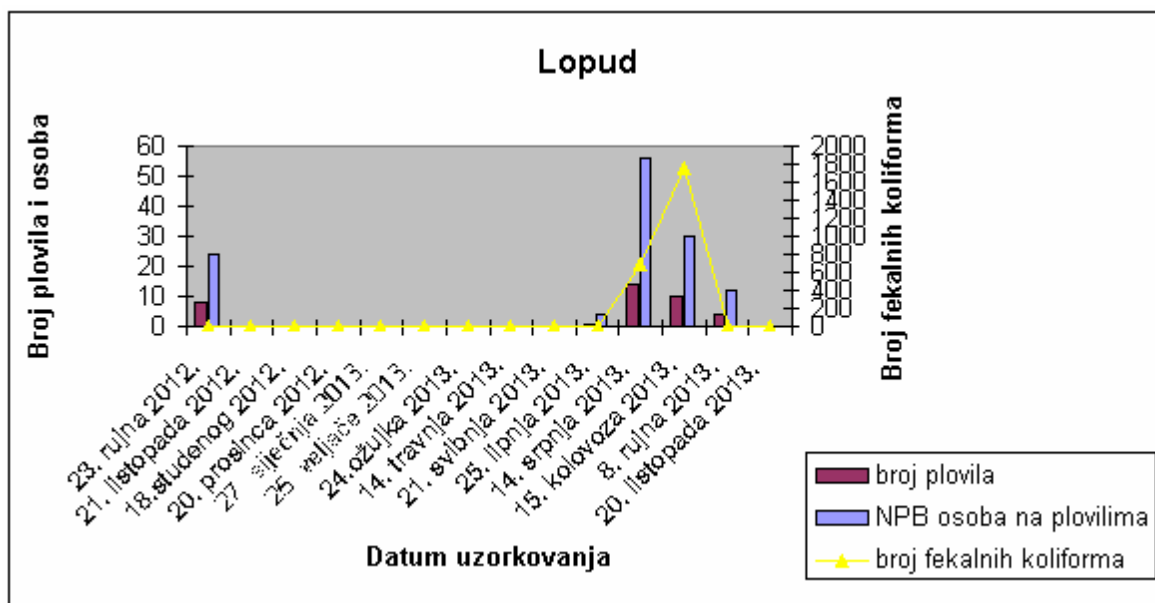
Rezultati analize uzoraka mora sa sidrišta Lopuda vidljivi su u tablici 6.6. i pokazuju fekalne koliformne bakterije u uzorcima tijekom ljetnih mjeseci kad na sidrištu ima brodica i jedrilica.

Tablica 6.6. Raspodjela plovila i osoba na plovilima u danima uzorkovanja na lokaciji L – Lopud.

Datum uzorkovanja	Točka uzorkovanja L - Lopud (naseljeno mjesto)			
	Broj bakterija	Tip plovila na točki uzorkovanja	Broj plovila	NPB osoba
23. rujna 2012.	0	brodice (jedrilice) 8 - 10m	8	24
21. listopada 2012.	0	nema plovila	0	0
18. studenog 2012.	2	nema plovila	0	0
20. prosinca 2012.	0	nema plovila	0	0
27. siječnja 2013.	0	nema plovila	0	0
25. veljače 2013.	0	nema plovila	0	0
24. ožujka 2013.	0	nema plovila	0	0
14. travnja 2013.	0	nema plovila	0	0
21. svibnja 2013.	0	nema plovila	0	0
25. lipnja 2013.	0	brodica	1	4
14. srpnja 2013.	700	brodice (jedrilice) 8 - 10m	14	56
15. kolovoza 2013.	1760	brodica	10	30
8. rujna 2013.	0	brodica	4	12
20. listopada 2013.	0	nema plovila	0	0

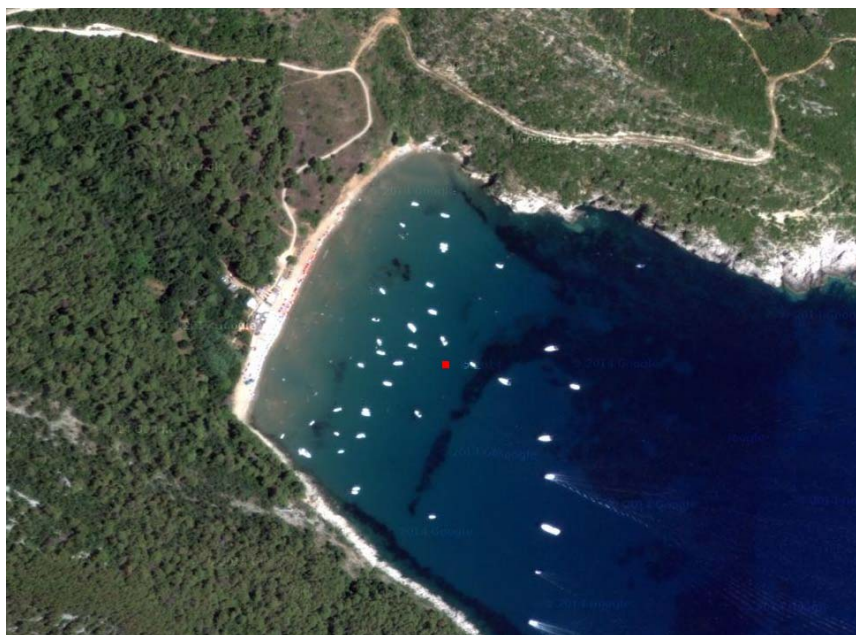
Grafički su rezultati iz tablice 6.6. prikazani u od sljedećem grafikonu.

Grafikon 6.5. Broj fekalnih koliformnih bakterija, plovila i osoba na njima na lokaciji uzorkovanja Lopud.



6.4.1.6. Lokacija i rezultati uzorkovanja u nenaseljenoj uvali Šunj na Lopdu

Šunj je nenaseljena uvala na južnoj strani otoka Lopuda u zavjetrini maestrala. Duž cijele uvale proteže se plaža sa sitnim pijeskom zbog čega je omiljena destinacija za kupanje gostiju Lopuda, vlasnika brodica iz Dubrovnika i nautičkih turista. U vrijeme sezone kupanja danju zna biti i više od 50 plovila usidrenih ispred plaže, dok noću ostaje samo nekoliko jedrilica ili jahta. Mjesto uzorkovanja je bilo nasred uvale bliže plaži, između usidrenih brodica.



Slika 6.9. Fotografija satelitske snimke lokacije uvala Šunj na otoku Lopudu (crvena točka na fotografiji je mjesto uzorkovanja).

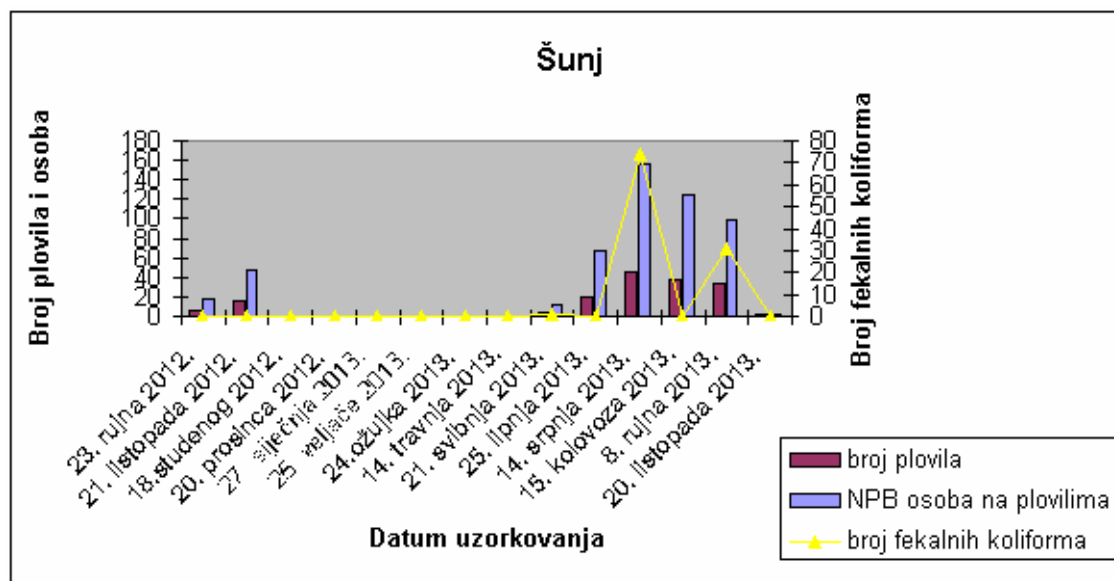
Prema tablici 6.7. Rezultati analize uzoraka mora pokazuju pojavljivanje, iako ne redovito, manje količine fekalnih koliformnih bakterija u moru tijekom ljetnih mjeseci kad ima brodica, jedrilica i jahta na toj lokaciji.

Tablica 6.7. Raspodjela plovila i osoba na plovilima u danima uzorkovanja na lokaciji S – Šunj

Točka uzorkovanja S - Šunj (nenaseljena uvala - blizu plaže)				
Datum uzorkovanja	Broj bakterija	Tip plovila na točki uzorkovanja	Broj plovila	NPB osoba
23. rujna 2012.	0	brodice i jedrilice	6	18
21. listopada 2012.	0	brodice i jedrilice	16	48
18. studenog 2012.	0	nema plovila	0	0
20. prosinca 2012.	0	nema plovila	0	0
27. siječnja 2013.	0	nema plovila	0	0
25. veljače 2013.	0	nema plovila	0	0
24. ožujka 2013.	0	nema plovila	0	0
14. travnja 2013.	0	nema plovila	0	0
21. svibnja 2013.	1	brodice i jedrilice	3	12
25. lipnja 2013.	0	brodica: 19 i jahta: 1	20	67
14. srpnja 2013.	74	brodica: 42 i jahte: 3	45	156
15. kolovoza 2013.	0	brodica: 35 i jahte: 2	37	125
8. rujna 2013.	31	brodice i jedrilice	33	99
20. listopada 2013.	0	brodice i jedrilice	1	2

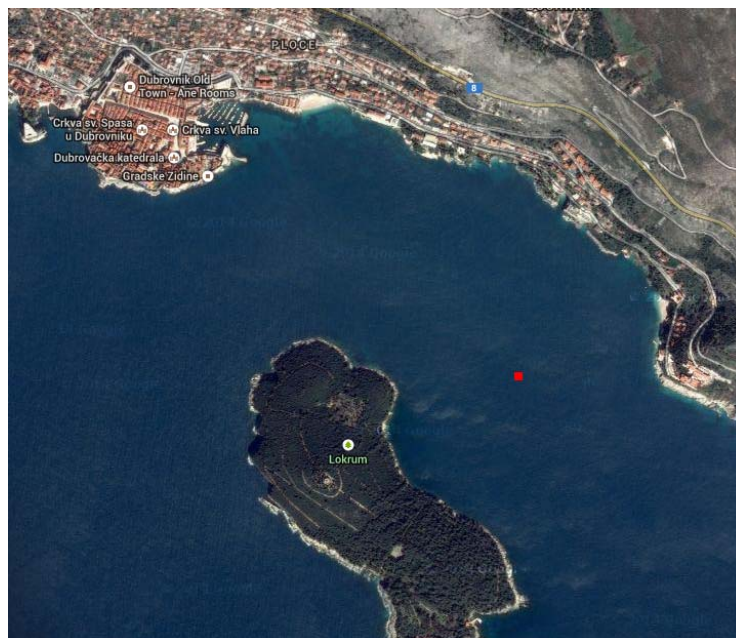
Grafički prikaz rezultata iz tablice 6.7. u sljedećem je grafikonu.

Grafikon 6.6. Broj fekalnih koliformnih bakterija, plovila i osoba na njima na lokaciji uzorkovanja Šunj.



6.4.1.7. Lokacija i rezultati uzorkovanja na sidrištu ispred Grada

Sidrište ispred Grada mjesto je određeno za sidrenje brodova na kružnim putovanjima, megajahta i jahta. Sidrište ima točno predviđeno i ucrtano mjesto u nautičkoj karti i brodovi su uvijek usidreni na istim pozicijama. Jahte i megajahte najčešće su usidrene bliže otoku. Mjesto uzorkovanja je bilo u neposrednoj blizini usidrenog broda.



Slika 6.10. Fotografija satelitske snimke lokacije sidrišta Grad pored otoka Lokruma (crvena točka na fotografiji je mjesto uzorkovanja).

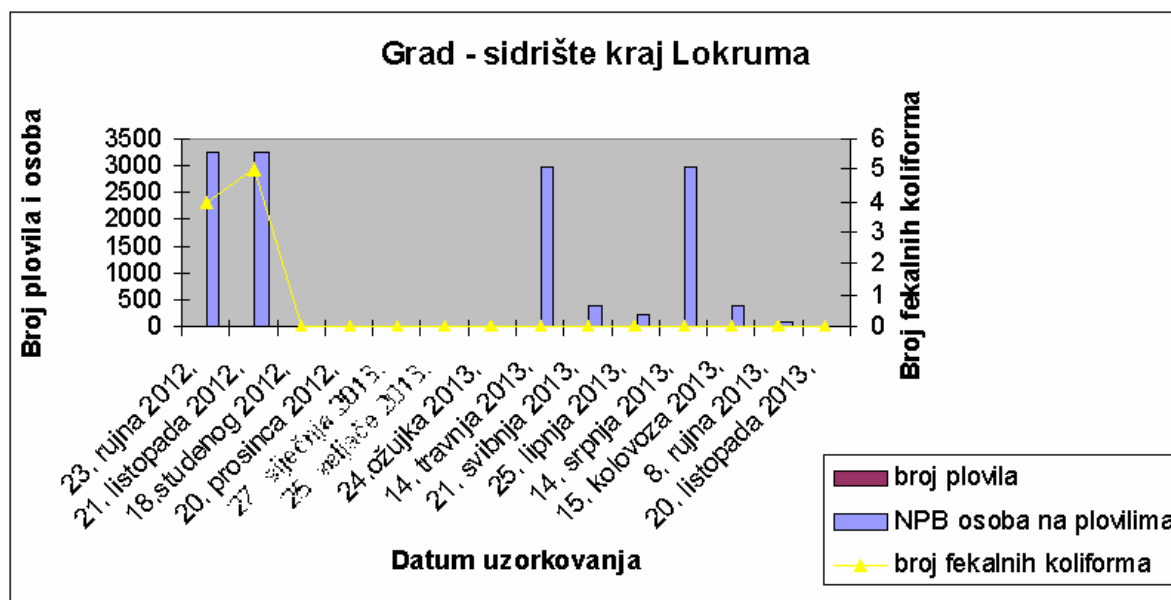
Rezultati pokazuju da se samo dvaput u 14 mjeseci pojavila neznatna količina bakterija na mjestu uzorkovanja.

Tablica 6.8. Raspodjela plovila i osoba na njima u danima uzorkovanja na lokaciji G – Grad sidrište.

Točka uzorkovanja G - Grad (sidrište između otoka Lokruma i obale)				
Datum uzorkovanja	Broj bakterija	Tip plovila na točki uzorkovanja	Broj plovila	NPB osoba
23. rujna 2012.	4	<i>cruiser</i> i jahta	2	3223
21. listopada 2012.	5	<i>cruiser</i> i jahta	2	3233
18. studenog 2012.	0	nema plovila	0	0
20. prosinca 2012.	0	nema plovila	0	0
27. siječnja 2013.	0	nema plovila	0	0
25. veljače 2013.	0	nema plovila	0	0
24. ožujka 2013.	0	nema plovila	0	0
14. travnja 2013.	0	<i>cruiser</i>	1	2950
21. svibnja 2013.	0	<i>cruiser</i>	1	382
25. lipnja 2013.	0	<i>cruiser</i> i jahte: 2	3	237
14. srpnja 2013.	0	<i>cruiser</i>	1	2950
15. kolovoza 2013.	0	<i>cruiser</i> i jahta	2	398
8. rujna 2013.	0	megajahte	4	60
20. listopada 2013.	0	nema plovila	0	0

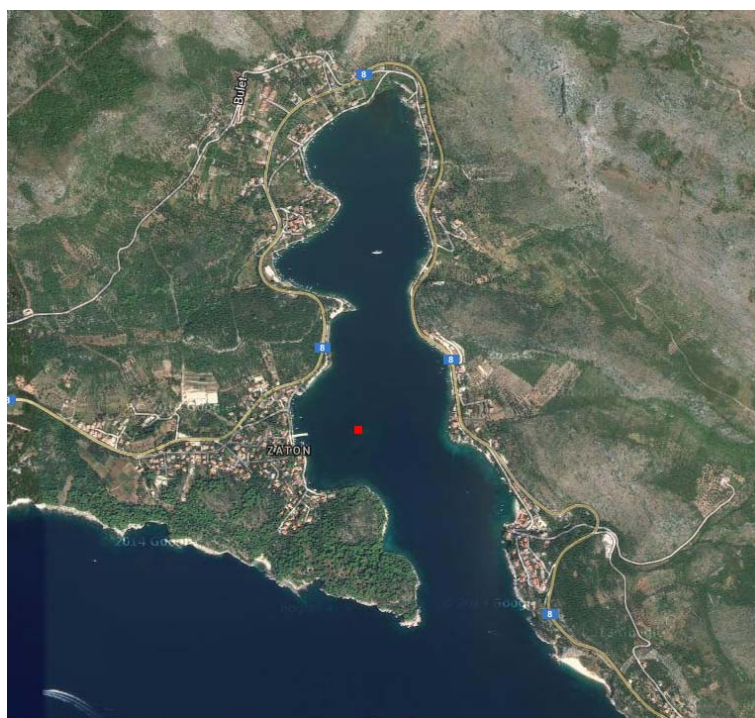
Grafički su rezultati iz tablice 6.8. prikazani u sljedećem grafikonu.

Grafikon 6.7. Broj fekalnih koliformnih bakterija, plovila i osoba na njima na lokaciji uzorkovanja Grad – sidrište kraj Lokruma.



6.4.1.8. Lokacija i rezultati uzorkovanja na sidrištu u uvali Zaton

Zaton je uvala s naseljem pa se tijekom ljetnih mjeseci na sidrištu ispred naselja znaju usidriti jedrilice, brodice ili manje jahte u prirodno zaklonište od maestrala ili radi noćenja u zaklonjenoj uvali. Mjesto je uzorkovanja bilo na sidrištu ispred naselja pedesetak metara od obale u smjeru lučice.



Slika 6.11. Fotografija satelitske snimke lokacije sidrište ispred Zatona (crvena točka na fotografiji je mjesto uzorkovanja).

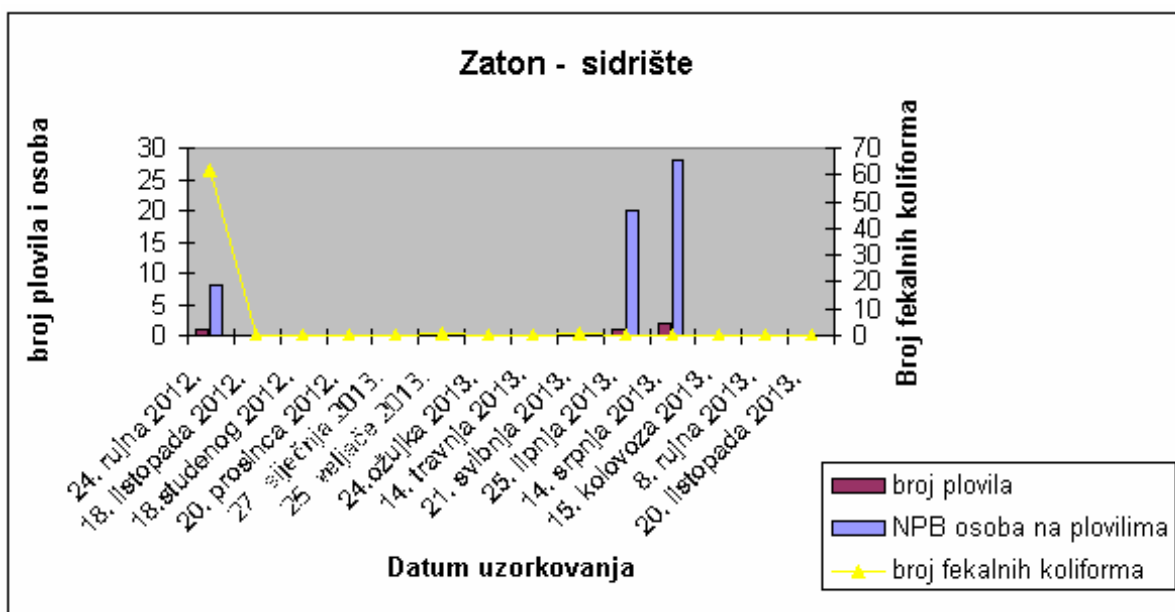
Na sidrištu u Zatonu za vrijeme uzorkovanja mora rijetko su bila viđena plovila čak i u vrijeme ljetnih mjeseci. Samo jednom u 14 mjeseci rezultat analize uzorka pokazuju manju količinu fekalnih koliformnih bakterija, i to kad je na sidrištu boravila manja jahta. S obzirom na ograničen broj uzoraka s plovilima na sidrištu u vrijeme uzorkovanja takvi rezultati teško mogu biti vjerodostojan temelj za zaključivanje ili za iznošenje tvrdnja.

Tablica 6.9. Raspodjela plovila i osoba na plovilima u danima uzorkovanja na lokaciji Z-Zaton

Datum uzorkovanja	Točka uzorkovanja Z - Zaton (sidrište ispred naselja)			
	Broj bakterija	Tip plovila na točki uzorkovanja	Broj plovila	NPB osoba
24. rujna 2012.	62	jahta	1	8
18. listopada 2012.	0	nema plovila	0	0
18. studenog 2012.	0	nema plovila	0	0
20. prosinca 2012.	0	nema plovila	0	0
27. siječnja 2013.	0	nema plovila	0	0
25. veljače 2013.	1	nema plovila	0	0
24. ožujka 2013.	0	nema plovila	0	0
14. travnja 2013.	0	nema plovila	0	0
21. svibnja 2013.	1	nema plovila	0	0
25. lipnja 2013.	0	izletnički brod	1	20
14. srpnja 2013.	0	izletnički brod	2	28
15. kolovoza 2013.	0	nema plovila	0	0
8. rujna 2013.	0	nema plovila	0	0
20. listopada 2013.	0	nema plovila	0	0

U sljedećem grafikonu su grafički prikazani rezultati iz tablice 6.9.

Grafikon 6.8. Broj fekalnih koliformnih bakterija, plovila i osoba na njima na lokaciji uzorkovanja Zaton – sidrište.



6.5. Obrada rezultata analize uzoraka mora

Rezultate analize uzoraka mora, dakle broj fekalnih koliformnih bakterija na određenim točkama uzorkovanja (lokacijama) bilo je potrebno obraditi zajedno s brojem plovila, njihovim tipom ili brojem osoba na njima na lokaciji u isto vrijeme kad se uzorkovalo more, kako bi se utvrdilo postoji li međusobna ovisnost broja fekalnih koliformnih bakterija nađenih u uzorcima vode i tipova plovila i/ili broja osoba na njima.

Statistička metoda kojom se koristilo za ovu obradu podataka je hi-kvadrat test (χ^2 test) (eng. *chi-squared test*), koja se često upotrebljava za dokazivanje znanstvenih hipoteza.

6.5.1. Općenito o hi-kvadrat testu

Jedan od prvih statističkih testova je hi-kvadrat test (χ^2 test). Predložio ga je K. Pearson 1900. godine, pa je poznat i kao Pearsonov test. To je neparametarski i vrlo praktičan test. Neparametrijski testovi imaju osnovnu prednost u brzini i jednostavnosti primjene. On može osobito poslužiti onda kad se želi utvrditi odstupaju li neke dobivene (opažene) frekvencije od onih frekvencija koje bismo očekivali uz određenu hipotezu. To je test često utoliko sličan računu korelacije zato što i hi-kvadrat testom katkad tražimo postoji li *povezanost* između dvije varijable. Ipak, i u tim okolnostima bitna je razlika između računa korelacije i hi-kvadrat testa jer račun korelacije pokazuje *stupanj* povezanosti između dvije varijable, dok hi-kvadrat test pokazuje *vjerojatnost* povezanosti.

Hi-kvadrat test računa se *samo s frekvencijama* (učestalostima) pa, prema tome, nije dopušteno u račun unositi nikakve mjerne jedinice. Osnovni podaci istraživanja mogu biti i mjerene vrijednosti, ali u hi-kvadrat se unose samo njihove frekvencije.

Matematički hi-kvadrat test može se izraziti kao omjer zadanih i izračunatih frekvencija. Ako hi-kvadrat pada izvan intervala od 0,05, on je značajan i hipoteza se odbacuje, a ako je veća od 0,05, hipoteza se prihvata.

Dakle, hi-kvadrat testom koristi se :

- kada su podaci svih varijabla kvalitativni i
- rezultati su izraženi u frekvencijama (učestalostima) pojedinih odgovora.

On se rabi za testiranje:

- povezanosti između dviju kvalitativnih (kategorijskih) varijabla,
- odstupanja dobivenih učestalosti pojavljivanja jedne varijable od očekivanih.

Najčešće se upotrebljava hi-kvadrat test:

1. kad imamo frekvencije *jednog* uzorka pa želimo ustanoviti odstupaju li one od frekvencija koje očekujemo uz neku hipotezu,
2. kad imamo frekvencije *dvaju* ili više *nezavisnih* uzoraka pa želimo ustanoviti razlikuju li se uzorci u opaženim frekvencijama (svojstvima),
3. kad imamo frekvenciju *dvaju zavisnih* uzoraka koji imaju *dihotomna* svojstva, pa želimo ustanoviti razlike u mjerenim svojstvima (je li došlo do promjene).

Gotovo se u svim primjerima hi-kvadrat izračunava na jednak način, i to prema formuli:

$$\chi^2 = \sum \frac{(f_0 - f_t)^2}{f_t} \quad (6.1)$$

pri čemu f_0 znači opažene frekvencije (učestalosti), a f_t očekivane (teoretske) frekvencije, dakle one koje bismo očekivali uz neku određenu hipotezu.

Zbroj opaženih frekvencija mora biti jednak zbroju očekivanih frekvencija.

U istraživanju se uobičajeno polazi od određene pretpostavke, (nulte hipoteze (H_0)), da nema statistički značajne razlike između opaženih i očekivanih raspodjela frekvencija (učestalosti), to jest da je ona nastala slučajno. Ako stvarno nema razlike, tada je $\chi^2 = 0$. Što su razlike između opaženih i očekivanih frekvencija veće, to je veći i definitivni izraz χ^2 . Prema tome, što je hi-kvadrat manji, to je vjerojatnije da treba prihvatiti postavljenu hipotezu, a što je on veći, to je vjerojatnije da postavljenu hipotezu treba odbaciti jer se opaženi rezultati znatno razlikuju od onih koje bismo uz određenu hipotezu očekivali.

Tablica graničnih vrijednosti χ^2 pokazuje do koje vrijednosti (uz određeni broj stupnjeva slobode) smatramo da je hi-kvadrat još uvijek dostatno velik, a da bismo mogli odbaciti hipotezu. To jest koliko mora najmanje iznositi hi-kvadrat da se odbaci hipoteza.

Kada je χ^2 vrijednost manja od granične vrijednosti (tablične vrijednosti) za prag značajnosti od 0,05, uz odgovarajući broj stupnjeva slobode, to pokazuje da se nulta hipoteza u 95% primjera prihvaća i daje potvrđan odgovor, a u 5% odbacuje, dakle daje negativan odgovor.

Kao praktično pravilo može poslužiti činjenica da centralna vrijednost hi-kvadrata uz neki stupanj slobode iznosi otprilike toliko koliko ima stupnjeva slobode. Prema tome, nultu hipotezu sigurno možemo prihvatiti (bez uvida u tablicu hi-kvadrata) ako je dobiveni hi-kvadrat manji ili jednak broju stupnjeva slobode.

Kako bismo se mogli koristiti vrijednošću hi-kvadrata, potrebo je razjasniti i sljedeće pojmove:

Stupanj slobode (ν) (označava se još i kao **df** ili **k**) definiran je kao broj nezavisnih varijabla uključenih u izračun χ^2 . Kad imamo samo jednu varijablu s jednim nizom rezultata broj stupnjeva slobode računa se po formuli:

$$\nu = N - 1 \quad (6.2)$$

pri čemu N znači ukupan broj ćelija (a ne ukupan broj frekvencija). Hi-kvadrat test primjenjuje se za jednodimenzionalnu i kod dvodimenzionalnu klasifikaciju. Kod dvodimenzionalne podatci su svrstani prema dva obilježja promatranja. Svako od tih obilježja može imati dvije ili više skupina. Broj stupnjeva slobode za χ^2 test, kod dvodimenzionalne klasifikacije računa se iz umnoška:

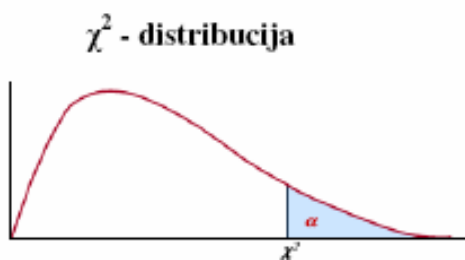
$$\nu = (r - 1) \times (k - 1) \quad (6.3)$$

U tablici podataka, r je broj redova, a k broj kolona.

Granična vrijednost ($g\nu$) je vrijednost testa za koju se nulta hipoteza odbacuje. Kada nam je poznat broj stupnjeva slobode i kada smo odredili značajnost testa s kojom

prihvaćamo ili odbacujemo postavljenu nultu hipotezu, tada iz tablice za hi-kvadrat očitavamo graničnu vrijednost (tablica 6.10.).

Tablica 6.10. Granične vrijednosti χ^2

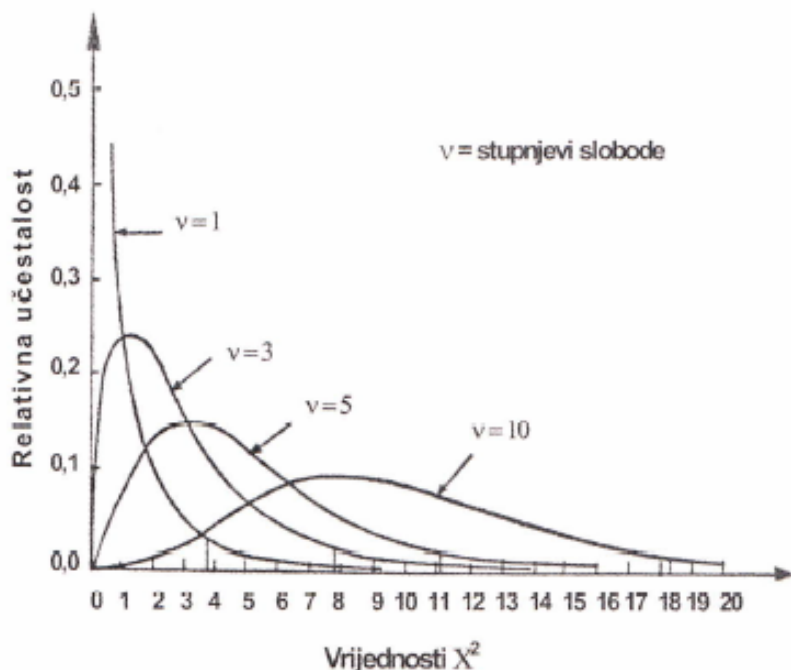


Granične vrijednosti varijable χ^2 za pripadne površine ispod krivulje i k stupnjeva slobode

k	0,99	0,98	0,95	0,90	0,80	0,50	0,20	0,10	0,05	0,02	0,01	0,001
1	0,000	0,001	0,004	0,016	0,064	0,455	1,642	2,706	3,841	5,412	6,635	10,828
2	0,020	0,040	0,103	0,211	0,446	1,386	3,219	4,605	5,991	7,824	9,210	13,816
3	0,115	0,185	0,352	0,584	1,005	2,366	4,642	6,251	7,815	9,837	11,345	16,266
4	0,297	0,429	0,711	1,064	1,649	3,357	5,989	7,779	9,488	11,668	13,277	18,467
5	0,554	0,752	1,145	1,610	2,343	4,351	7,289	9,236	11,070	13,388	15,086	20,515
6	0,872	1,134	1,635	2,204	3,070	5,348	8,558	10,645	12,592	15,033	16,812	22,458
7	1,239	1,564	2,167	2,833	3,822	6,346	9,803	12,017	14,067	16,622	18,475	24,322
8	1,646	2,032	2,733	3,490	4,594	7,344	11,030	13,362	15,507	18,168	20,090	26,124
9	2,088	2,532	3,325	4,168	5,380	8,343	12,242	14,684	16,919	19,679	21,666	27,877
10	2,558	3,059	3,940	4,865	6,179	9,342	13,442	15,987	18,307	21,161	23,209	29,588
11	3,053	3,609	4,575	5,578	6,989	10,341	14,631	17,275	19,675	22,618	24,725	31,264
12	3,571	4,178	5,226	6,304	7,807	11,340	15,812	18,549	21,026	24,054	26,217	32,909
13	4,107	4,765	5,892	7,042	8,634	12,340	16,985	19,812	22,362	25,472	27,688	34,528
14	4,660	5,368	6,571	7,790	9,467	13,339	18,151	21,064	23,685	26,873	29,141	36,123
15	5,229	5,985	7,261	8,547	10,307	14,339	19,311	22,307	24,996	28,259	30,578	37,697
16	5,812	6,614	7,962	9,312	11,152	15,338	20,465	23,542	26,296	29,633	32,000	39,252
17	6,408	7,255	8,672	10,085	12,002	16,338	21,615	24,769	27,587	30,995	33,409	40,790
18	7,015	7,906	9,390	10,865	12,857	17,338	22,760	25,989	28,869	32,346	34,805	42,312
19	7,633	8,567	10,117	11,651	13,716	18,338	23,900	27,204	30,144	33,687	36,191	43,820
20	8,260	9,237	10,851	12,443	14,578	19,337	25,038	28,412	31,410	35,020	37,566	45,315
21	8,897	9,915	11,591	13,240	15,445	20,337	26,171	29,615	32,671	36,343	38,932	46,797
22	9,542	10,600	12,338	14,041	16,314	21,337	27,301	30,813	33,924	37,659	40,289	48,268
23	10,196	11,293	13,091	14,848	17,187	22,337	28,429	32,007	35,172	38,968	41,638	49,728
24	10,856	11,992	13,848	15,659	18,062	23,337	29,553	33,196	36,415	40,270	42,980	51,179
25	11,524	12,697	14,611	16,473	18,940	24,337	30,675	34,382	37,652	41,566	44,314	52,620
26	12,198	13,409	15,379	17,292	19,820	25,336	31,795	35,563	38,885	42,856	45,642	54,052
27	12,879	14,125	16,151	18,114	20,703	26,336	32,912	36,741	40,113	44,140	46,963	55,476
28	13,565	14,847	16,928	18,939	21,588	27,336	34,027	37,916	41,337	45,419	48,278	56,892
29	14,256	15,574	17,708	19,768	22,475	28,336	35,139	39,087	42,557	46,693	49,588	58,301
30	14,953	16,306	18,493	20,599	23,364	29,336	36,250	40,256	43,773	47,962	50,892	59,703
35	18,509	20,027	22,465	24,797	27,836	34,336	41,778	46,059	49,802	54,244	57,342	66,619
40	22,164	23,838	26,509	29,051	32,345	39,335	47,269	51,805	55,758	60,436	63,691	73,402
45	25,901	27,720	30,612	33,350	36,884	44,335	52,729	57,505	61,656	66,555	69,957	80,077
50	29,707	31,664	34,764	37,689	41,449	49,335	58,164	63,167	67,505	72,613	76,154	86,661
60	37,485	39,699	43,188	46,459	50,641	59,335	68,972	74,397	79,082	84,580	88,379	99,607
70	45,442	47,893	51,739	55,329	59,898	69,334	79,715	85,527	90,531	96,388	100,425	112,317
80	53,540	56,213	60,391	64,278	69,207	79,334	90,405	96,578	101,879	108,069	112,329	124,839
90	61,754	64,635	69,126	73,291	78,558	89,334	101,054	107,565	113,145	119,648	124,116	137,208
100	70,065	73,142	77,929	82,358	87,945	99,334	111,667	118,498	124,342	131,142	135,807	149,449
500	429,388	437,219	449,147	459,926	473,210	499,334	526,401	540,930	553,127	567,070	576,493	603,446

Značajnost testa (α) ili (p) stupanj je vjerojatnosti u svezi s kriterijem prihvaćanja ili odbacivanja postavljene nulte hipoteze. Ti se kriteriji moraju unaprijed odrediti. Postavljeni kriteriji zapravo su pouzdanost s kojom ulazimo u prihvaćanje ili odbacivanje hipoteze.

Značajnost testa nije vjerojatnost da je nulta hipoteza lažna. Mala značajnost testa ne znači kako postoji mala vjerojatnost da je nulta hipoteza istinita. Nulta hipoteza najčešće se odbacuje za značajnost testa od 0,05 ili 5%, a značajnost testa može imati vrijednost od 0,01 do 0,99, od blažeg do strožijeg kriterija.



Slika 6.12. Distribucija uzoraka hi-kvadrata uz različite stupnjeve slobode (v)

Tablice kontingencije su namjenjene prikazivanju frekvencije. Tablica u kojoj su opažene frekvencije prikazane u jednom retku nazivaju se jednosmjerne klasifikacijske tablice (slika 6.29.). Kako ima k stupaca naziva se i **$1 \times k$** tablica.

Događaj	E_1	E_2	E_3	...	E_k
Opažena frekvencija	f_{01}	f_{02}	f_{03}	...	f_{0k}
Očekivana frekvencija	f_{t1}	f_{t2}	f_{t3}	...	f_{tk}

Slika 6.13. Jednosmijerna klasifikacijska tablica

Poopćavanjem dolazi se do dvosmjerne klasifikacijske tablice ili **$r \times k$** tablice gdje opažene frekvencije zauzimaju r redaka i k kolona. Svakoj opaženoj frekvenciji u **$r \times k$** tablici kontingencije odgovara jedna očekivana frekvencija. Ove frekvencije koje se nalaze u ćelijama tablice kontingencije nazivaju se ćelije frekvencije. Zbroj frekvencija svakog retka ili stupca naziva se marginalna frekvencija.

U praktičnom radu istraživači se često susreću sa situacijom kada treba modalitete neke varijable svesti na dva pola (npr. da – ne, ima – nema, slažem – ne slažem, dobro – loše i slično). Takva podjela naziva se dihotomizacijom.

6.5.2. Hi-kvadrat test za rezultate uzorkovanja mora i plovila

Hi-kvadrat test proveden je za svaku lokaciju uzorkovanja. Podatci za izračun uzeti su iz tablica rezultata analize uzoraka za svaku lokaciju (tablice 6.2. – 6.9.) prikazanih u poglavljima od 6.4.1.1 do 6.4.1.8. U tablicama ima i više podataka nego je to potrebno za hi-kvadrat test zato što je u vrijeme uzorkovanja autor htio prikupiti što više podataka koji mogu poslužiti za različite izračune različitim metodama.

Ovim hi-kvadrat testovima provjerilo se postojanje povezanosti između fekalnih koliformnih bakterija u moru i plovila na lokaciji u vrijeme uzorkovanja.

Za hi-kvadrat test uzeti su podatci o broju i tipu plovila na lokaciji uzorkovanja i fekalnim koliformnim bakterijama nađenih u uzorcima morske vode. Ti podatci koji su kvantitativne varijable, radi praktične primjene svedeni su na svoja krajnja stanja, to jest na vrijednosti „ima“ – „nema“ i promatrani su kao kvalitativne varijable. Tako, bez obzira na broj plovila na nekoj lokaciji varijabla plovila svedena je kao odgovor na pitanje: ima li plovila na toj lokaciji? Odgovor može biti ima (ako ih je više od nule) ili nema (ako je broj brodova nula iz tablice). Tako je i za varijablu bakterija gdje nula bakterija znači: nema, dok svaki broj iznad nule znači da bakterija ima. Varijable bakterija imaju svoju opaženu (stvarnu) frekvenciju (broj pojavljivanja u uzorcima) i teorijsku frekvenciju (teorijski broj koliko puta bi se trebala pojaviti) uz postavljenu nultu hipotezu. Najmanja teorijska frekvencija je uvijek pretpostavljena s iznosom - jedan zato što se s nulom ne može raditi izračun po formuli.

Za svaki hi-kvadrat test postavljena je ista **nulta hipoteza** (H_0), koja glasi da ako hi-kvadrat bude manji od kritične vrijednosti - opažanja slijede teorijsku raspodjelu i nema značajne statističke razlike, pa znači da su plovila povezana s bakterijama.

Nakon postavljene nulte hipoteze, utvrđen je **stupanj slobode** (ν). U ovom slučaju ima samo dvije ćelije („ima“ i „nema“) pa broj stupnjeva slobode prema formuli (6.2.) iznosi:

$$\nu = N - 1 = 2 - 1 = 1.$$

Značajnost testa (p) općenito najčešće rabljena u hi-kvadrat testovima je na razini od 5% pa je i u ovim testovima tolika vrijednost odabrana, što znači da je određena i iznosi:

$$p = 0,05.$$

Granična vrijednost (g_ν) vrijednost je testa za koje se nulta hipoteza odbacuje i ova vrijednost se dobila iz tablice 6.10. tako da se ušlo u tablicu sa stupnjem slobode i značajnošću testa. Za stupanj slobode (jedan) i značajnost testa (0,05), daje graničnu vrijednost iz tablice u iznosu od 3,84.

Dakle za svaku izračunatu vrijednost hi-kvadrata koja je iznosila više od 3,84 zaključeno je da treba odbaciti postavljenu nultu hipotezu jer je vjerojatnost da je nulta hipoteza istinita manja od 95%.

6.5.2.1. Hi-kvadrat test za grupu svih plovila koji nisu *cruiseri*

Hi-kvadrat test dozvoljava grupiranja podataka, zato je najprije izračunat hi-kvadrat za grupu svih plovila koji nisu *cruiseri*, na svima lokacijama uzorkovanja, zato što se u temeljnoj znanstvenoj hipotezi suprostavlja manja i rekreacijska plovila nasuprot *cruisera*.

Postavljena nulta hipoteza:

H_0 - Pojava fekalnih koliformnih bakterija u moru, na lokacijama gdje borave manja i rekreacijska plovila, je povezana s njima.

Frekvencije u tablici:

Broj uzorkovanja kad ima plovila	Bakterija u uzorku		
	ima	nema	ukupno
Opažene frekvencije*	35,00	16,00	51,00
Teorijske frekvencije**	38,25	12,75	51,00

* (frekvencije iz tablica 6.2., 6.3., 6.5., 6.6., 6.7. i 6.9.)

** očekuje se pojava bakterija u moru gdje borave manja plovila od megajahta.

Hi-kvadrat prema formuli (6.1.): $\chi^2 = \sum \frac{(f_0 - f_t)^2}{f_t}$ izračunat je uz pomoć tablice:

f_0	f_t	$f_0 - f_t$	$(f_0 - f_t)^2$	$\frac{(f_0 - f_t)^2}{f_t}$
35,00	38,25	-3,25	10,56	0,28
16,00	12,75	3,25	10,56	0,83
				$\chi^2 = 1,10$

Značajnost testa (α)	0,05
Stupanj slobode (ν)	1
Granična vrijednost (g_v)	3,84

(određena je za 95% vjerojatnosti u istinitost nulte hipoteze)

(dobijen izračunom po formuli (6.2.) za dvije ćelije)
(iz tablice 6.10.)

Rezultat	
Hi-kvadrat (χ^2)	1,10
Zaključak	H0

Hi-kvadrat je manji od granične vrijednosti.

Nulta hipoteza je prihvaćena.

Plovila su povezana s bakterijama u moru.

Hi-kvadrat test **pokazuje postojanje povezanosti manjih i rekreacijskih plovila s koliformnim bakterijama u moru.**

6.5.2.2. Hi-kvadrat test za grupu brodova za kružna putovanja (*cruisera*)

Cruiseri s dvije lokacije (luka Gruž i sidrište ispred Grada) su promatrani kao jedna grupa u skladu s temeljnom znanstvenom hipotezom, pa je proveden je hi-kvadrat test za tu grupu.

Postavljena je nulta hipoteza:

H_0 - Pojava fekalnih koliformnih bakterija u moru na lokacijama gdje su *cruiseri* povezana je s njima.

Hi-kvadrat izračunat je prema formuli (6.1.): $\chi^2 = \sum \frac{(f_0 - f_t)^2}{f_t}$

gdje su:

- opažene frekvencije iz tablica 6.4. i 6.8.
- teoretske frekvencije - očekuje se pojava bakterija u moru gdje borave *cruiseri*.

Značajnost testa (α)	0,05
Stupanj slobode (ν)	1
Granična vrijednost (g_ν)	3,84

(određena je za 95% vjerojatnosti u istinitost nulte hipoteze)
(dobijen izračunom po formuli (6.2.) za dvije ćelije)
(iz tablice 6.10.)

Rezultat	
Hi-kvadrat (χ^2)	9,53
Zaključak	H0

Hi-kvadrat je veći od granične vrijednosti.
Nulta hipoteza je odbačena.

Plovila nisu povezana s bakterijama u moru.

Hi-kvadrat test **pokazuje da brodovi za kružna putovanja nisu povezani s fekalnim koliformnim bakterijama** u moru gdje borave.

6.5.2.3. Hi-kvadrat test rezultata za mjesto uzorkovanja u ACI marini – Dubrovnik

Marina je mjesto gdje se nalaze jahte, brodice i megajahte pa je proveden hi-kvadrat test za ta plovila i lokaciju kako slijedi:

Postavljena hipoteza:

H_0 - Pojava fekalnih koliformnih bakterija u moru na lokaciji
ACI marina Dubrovnik je povezana s plovilima na lokaciji.

Hi-kvadrat izračunat je prema formuli (6.1.): $\chi^2 = \sum \frac{(f_0 - f_t)^2}{f_t}$

gdje su:

- opažene frekvencije iz tablice 6.2.
- teoretske frekvencije - očekuje se pojava bakterija u moru gdje su brodice, jahte i megajahte.

Značajnost testa (α)	0,05
Stupanj slobode (ν)	1
Granična vrijednost (g_v)	3,84

(određena je za 95% vjerojatnosti u istinitost nulte hipoteze)

(dobijen izračunom po formuli (6.2.) za dvije ćelije)
(iz tablice 6.10.)

Rezultat	
Hi-kvadrat (χ^2)	1,08
Zaključak	H₀

Hi-kvadrat je manji od granične vrijednosti.

Nulta hipoteza je prihvaćena.

Plovila su povezana s bakterijama u moru.

Iz tablice 6.2. razvidno je da od 14 puta, koliko je uzorkovano more u marini, tri puta nije bilo registriranih osoba u marini u zimskom periodu (od prosinca do ožujka). Zato je ponovljen hi-kvadrat test s manjim brojem frekvencija, to jest za onoliko frekvencija za koliko je bilo registrirano da ima prijavljenih osoba u marini na plovilima.

Postavljena hipoteza:

H_0 - Pojava fekalnih koliformnih bakterija u moru na lokaciji
ACI marina Dubrovnik je povezana s plovilima na lokaciji.

Hi-kvadrat izračunat je prema formuli (6.1.): $\chi^2 = \sum \frac{(f_0 - f_t)^2}{f_t}$

gdje su:

- opažene frekvencije iz tablice 6.2.
- teoretske frekvencije - očekuje se pojava bakterija u moru gdje su brodice, jahte i megajahte.

Značajnost testa (α)	0,05
Stupanj slobode (ν)	1
Granična vrijednost (g_v)	3,84

(određena je za 95% vjerojatnosti u istinitost nulte hipoteze)
(dobijen izračunom po formuli (6.2.) za dvije ćelije)
(iz tablice 6.10.)

Rezultat	
Hi-kvadrat (χ^2)	1,10
Zaključak	H₀

Hi-kvadrat je manji od granične vrijednosti.

Nulta hipoteza je prihvaćena.

Plovila su povezana s bakterijama u moru.

U oba testa, iako se hi-kvadrat malo razlikuje, on je manji od granične vrijednosti. Hi-kvadrat testovi **pokazuju postojanje povezanosti jahta, brodica i megajahta s fekalnim koliformnim bakterijama** u moru na lokaciji ACI marina Dubrovnik.

6.5.2.4. Hi-kvadrat test rezultata za mjesto uzorkovanja uz rivu u Cavtatu

U Cavtatu se vezuju uz rivu i borave jahte i poneka megajahta pa je proveden hi-kvadrat test za ta plovila i lokaciju kako slijedi:

Postavljena hipoteza:

H₀ - Pojava fekalnih koliformnih bakterija u moru na lokaciji uz rivu u Cavtatu je povezana s plovilima na lokaciji.

Hi-kvadrat izračunat je prema formuli (6.1.): $\chi^2 = \sum \frac{(f_0 - f_t)^2}{f_t}$

gdje su:

opažene frekvencije iz tablice 6.3.

teoretske frekvencije - očekuje se pojava bakterija u moru gdje su jahte i megajahte.

Značajnost testa (α)	0,05
Stupanj slobode (ν)	1
Granična vrijednost (g_v)	3,84

(određena je za 95% vjerojatnosti u istinitost nulte hipoteze)
(dobijen izračunom po formuli (6.2.) za dvije ćelije)
(iz tablice 6.10.)

Rezultat	
Hi-kvadrat (χ^2)	1,13
Zaključak	H₀

Hi-kvadrat je manji od granične vrijednosti.

Nulta hipoteza je prihvaćena.

Plovila su povezana s bakterijama u moru.

Hi-kvadrat test **pokazuje postojanje povezanosti jahta i megajahta s fekalnim koliformnim bakterijama** u moru na lokaciji u Cavtatu uz rivu.

6.5.2.5. Hi-kvadrat test rezultata za mjesto uzorkovanja u luci u Gružu

U međunarodnoj putničkoj luci u Gružu vezuju se i borave brodovi za kružna putovanja pa je proveden hi-kvadrat test za ta plovila i lokaciju kako slijedi:

Postavljena hipoteza:

H_0 - Pojava fekalnih koliformnih bakterija u moru na lokaciji luka Gruž je povezana s plovilima na lokaciji.

Hi-kvadrat izračunat je prema formuli (6.1.): $\chi^2 = \sum \frac{(f_0 - f_t)^2}{f_t}$

gdje su:

- opažene frekvencije iz tablice 6.4.
- teoretske frekvencije - očekuje se pojava bakterija u moru gdje su *cruisseri*.

Značajnost testa (α)	0,05
Stupanj slobode (ν)	1
Granična vrijednost (g_v)	3,84

(određena je za 95% vjerojatnosti u istinitost nulte hipoteze)

(dobijen izračunom po formuli (6.2.) za dvije ćelije)

(iz tablice 6.10.)

Rezultat	
Hi-kvadrat (χ^2)	70,40
Zaključak	H_0

Hi-kvadrat je veći od granične vrijednosti.

Nulta hipoteza je odbačena.

Plovila nisu povezana s bakterijama u moru.

Hi-kvadrat test **pokazuje da brodovi za kružna putovanja nisu povezani s fekalnim koliformnim bakterijama** u moru na lokaciji u luci u Gružu.

6.5.2.6. Hi-kvadrat test rezultata za mjesto uzorkovanja uz rivu u Gružu

U Gružu uz rivu vezuju se i borave manji putnički brodovi (Kriljani) i jahte pa je proveden hi-kvadrat test za ta plovila i lokaciju kako slijedi:

Postavljena hipoteza:

H_0 - Pojava fekalnih koliformnih bakterija u moru na lokaciji u Gružu uz rivu je povezana s plovilima na lokaciji.

Hi-kvadrat izračunat je prema formuli (6.1.): $\chi^2 = \sum \frac{(f_0 - f_t)^2}{f_t}$

gdje su:

opažene frekvencije iz tablice 6.5.

teoretske frekvencije - očekuje se pojava bakterija u moru gdje su jahte i manji putnički brodovi.

Značajnost testa (α)	0,05
Stupanj slobode (ν)	1
Granična vrijednost (g_v)	3,84

(određena je za 95% vjerojatnosti u istinitost nulte hipoteze)

(dobijen izračunom po formuli (6.2.) za dvije ćelije)

(iz tablice 6.10.)

Rezultat	
Hi-kvadrat (χ^2)	1,09
Zaključak	H_0

Hi-kvadrat je manji od granične vrijednosti.

Nulta hipoteza je prihvaćena.

Plovila su povezana s bakterijama u moru.

Hi-kvadrat test **pokazuje postojanje povezanosti manjih putničkih brodova i jahta s fekalnim koliformnim bakterijama** u moru na lokaciji u Gružu uz rivu.

6.5.2.7. Hi-kvadrat test rezultata za mjesto uzorkovanja na sidrištu u Lopudu

U Lopudu na sidrištu između rive i plaže najčešće borave usidrene brodice i jedrilice pa je proveden hi-kvadrat test za ta plovila i lokaciju kako slijedi:

Postavljena hipoteza:

H_0 - Pojava fekalnih koliformnih bakterija u moru na lokaciji sidrište u Lopudu je povezana s plovilima na lokaciji.

Hi-kvadrat izračunat je prema formuli (6.1.): $\chi^2 = \sum \frac{(f_0 - f_t)^2}{f_t}$

gdje su:

opažene frekvencije iz tablice 6.6.

teoretske frekvencije - očekuje se pojava bakterija u moru gdje su brodice i jahte.

Značajnost testa (α)	0,05
Stupanj slobode (ν)	1
Granična vrijednost (g_ν)	3,84

(određena je za 95% vjerojatnosti u istinitost nulte hipoteze)

(dobijen izračunom po formuli (6.2.) za dvije ćelije)
(iz tablice 6.10.)

Rezultat	
Hi-kvadrat (χ^2)	0,20
Zaključak	H0

Hi-kvadrat je manji od granične vrijednosti.

Nulta hipoteza je prihvaćena.

Plovila su povezana s bakterijama u moru.

Hi-kvadrat test **pokazuje postojanje povezanosti brodica i jedrilica s fekalnim koliformnim bakterijama** u moru na lokaciji u Lopudu na sidrištu.

6.5.2.8. Hi-kvadrat test rezultata za mjesto uzorkovanja u uvali Šunj

U cijeloj uvali Šunj borave usidrene brodice i jedrilice te poneka jahta pa je proveden hi-kvadrat test za ta plovila i lokaciju kako slijedi:

Postavljena hipoteza:

H₀ - Pojava fekalnih koliformnih bakterija u moru na lokaciji u uvali Šunj je povezana s plovilima na lokaciji.

Hi-kvadrat izračunat je prema formuli (6.1.): $\chi^2 = \sum \frac{(f_0 - f_t)^2}{f_t}$

gdje su:

opažene frekvencije iz tablice 6.7.

teoretske frekvencije - očekuje se pojava bakterija u moru gdje su brodice i jahte.

Značajnost testa (α)	0,05
Stupanj slobode (ν)	1
Granična vrijednost (g_ν)	3,84

(određena je za 95% vjerojatnosti u istinitost nulte hipoteze)

(dobijen izračunom po formuli (6.2.) za dvije ćelije)
(iz tablice 6.10.)

Rezultat	
Hi-kvadrat (χ^2)	0,50
Zaključak	H0

Hi-kvadrat je manji od granične vrijednosti.

Nulta hipoteza je prihvaćena.

Plovila su povezana s bakterijama u moru.

Hi kvadrat test **pokazuje postojanje povezanosti brodica i jahta s fekalnim koliformnim bakterijama** u moru na lokaciji u Lopudu na sidrištu.

6.5.2.9. *Hi-kvadrat test rezultata za mjesto uzorkovanja na sidrištu ispred Grada*

Na sidrištu ispred Grada kraj otoka Lokruma borave brodovi za kružna putovanja pa je proveden hi-kvadrat test za ta plovila i lokaciju kako slijedi:

Postavljena hipoteza:

H_0 - Pojava fekalnih koliformnih bakterija u moru na lokaciji sidrište ispred Grada je povezana s plovilima na lokaciji.

Hi-kvadrat izračunat je prema formuli (6.1.): $\chi^2 = \sum \frac{(f_0 - f_t)^2}{f_t}$

gdje su:

opažene frekvencije iz tablice 6.8.

teoretske frekvencije - očekuje se pojava bakterija u moru gdje su *cruiseri*.

Značajnost testa (α)	0,05
Stupanj slobode (ν)	1
Granična vrijednost ($g\nu$)	3,84

(određena je za 95% vjerojatnosti u istinitost nulte hipoteze)

(dobijen izračunom po formuli (6.2.) za dvije ćelije)

(iz tablice 6.10.)

Rezultat	
Hi-kvadrat (χ^2)	28,57
Zaključak	H_0

Hi-kvadrat je veći od granične vrijednosti.

Nulta hipoteza je odbačena.

Plovila nisu povezana s bakterijama u moru.

Hi-kvadrat test **pokazuje da brodovi za kružna putovanja nisu povezani s fekalnim koliformnim bakterijama** u moru na lokaciji sidrište ispred Grada pored otoka Lokruma.

6.5.2.10. *Hi-kvadrat test rezultata za mjesto uzorkovanja na sidrištu u Zatonu*

U Zatonu ispred naselja na sidrištu borave jahte pa je proveden hi-kvadrat test za ta plovila i lokaciju kako slijedi:

Postavljena hipoteza:

H_0 - Pojava fekalnih koliformnih bakterija u moru na lokaciji sidrište ispred Zatona je povezana s plovilima na lokaciji.

Hi-kvadrat izračunat je prema formuli (6.1.): $\chi^2 = \sum \frac{(f_0 - f_t)^2}{f_t}$

gdje su:

opažene frekvencije iza tablice 6.9.

teoretske frekvencije - očekuje se pojava bakterija u moru gdje su brodice i jahte.

Značajnost testa (α)	0,05
Stupanj slobode (ν)	1
Granična vrijednost (g_ν)	3,84

(određena je za 95% vjerojatnosti u istinitost nulte hipoteze)

(dobijen izračunom po formuli (6.2.) za dvije ćelije)

(iz tablice 6.10.)

Rezultat	
Hi-kvadrat (χ^2)	1,50
Zaključak	H₀

Hi-kvadrat je manji od granične vrijednosti.

Nulta hipoteza je prihvaćena.

Plovila su povezana s bakterijama u moru.

Hi-kvadrat test **pokazuje postojanje povezanosti jahta s fekalnim koliformnim bakterijama** u moru na lokaciji u Zatonu na sidrištu.

6.5.3. Zaključci nakon provedenih hi-kvadrat testova

Nakon provedenih hi-kvadrat testova za svaku lokaciju uzorkovanja, dobiveni rezultati prikazani su u tablici 6.11.

Tablica 6.11. Tablica povezanosti plovila s fekalnim koliformnim bakterijama na lokacijama

Lokacija	Plovila	Povezanost
Sve lokacije grupno	manja i rekreacijska (grupa)	postoji
ACI marina	brodice jahte i megajahte	postoji
Cavtat uz rivu	jahte i megajahte	postoji
Uvala Šunj	brodice, jedrilice i jahte	postoji
Uvala Lopud	brodice i jedrilice	postoji
Uvala Zaton	jahte	postoji
Gruž uz rivu	manji putnički brodovi i jahte	postoji
Luka i sidrište grupa	cruiseri (grupa)	ne postoji
Sidrište Grad	cruiseri	ne postoji
Luka Gruž	cruiseri	ne postoji

Iz tablice 6.11. razvidno je da:

1. postoji povezanost određenih tipova plovila (brodica, jahta, megajahta, jedrilica i manjih putničkih brodova u nacionalnoj plovidbi) s fekalnim koliformnim bakterijama u moru na više lokacija uzorkovanja gdje su oni boravili.
2. ne postoji povezanost *cruisera* s bakterijama na obje lokacije uzorkovanja gdje oni borave.

Rezultati uzorkovanja mora i obrada podataka hi-kvadrat testovima nedvojbeno potvrđuju postavljenu temeljnu znanstvenu hipotezu koja glasi:

Rizik onečišćenja mora uz obalu crnim otpadnim vodama s plovila veći je i manje je prihvatljiv pri plovidbi i zadržavanju manjih i rekreacijskih plovila u akvatoriji nego pri plovidbi i zadržavanju velikih brodova za kružna putovanja.

Osim toga, usporedbom tablice 6.11., koja prikazuje rezultate hi-kvadrat testa za uzorke morske vode, i tablice 5.3., koja prikazuje razinu rizika onečišćenja mora crnim otpadnim vodama za procijenjena plovila, zaključuje se:

1. *cruiseri* se ubrajaju u skupinu s najmanjom razinom rizika za onečišćenje mora crnim otpadnim vodama i ujedno ne postoji njihova povezanost s fekalnim koliformnim bakterijama u moru.
2. manja rekreacijska i komercijalna plovila (brodice, jahte, jedrilice, manji putnički brodovi u nacionalnoj plovidbi) ubrajaju se u skupinu plovila s najvećim rizikom za onečišćenje mora crnim vodama i postoji njihova povezanost s bakterijama u moru na više lokacija uzorkovanja.

Ovim rezultatima hi-kvadrat testova **dokazana je ne samo temeljna znanstvena hipoteza, nego i ispravnost postavljenog modela za procjenu rizika onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s plovila.**

7. PRIJEDLOZI ZA POBOLJŠANJE ZAŠTITE OD ONEČIŠĆENJA MORA CRNIM OTPADNIM VODAMA S PLOVILA U REPUBLICI HRVATSKOJ

U 5. i 6. poglavlju ovog rada dokazano je da se manja plovila ubrajaju u skupinu plovila s najvišim rizikom za onečišćenje mora crnim otpadnim vodama i da postoji njihova povezanost s fekalnim koliformnim bakterijama u moru. Stoga ugroženost vrlo uskog pojasa obalnog mora od onečišćenja crnim otpadnim vodama s plovila dolazi najviše od manjih brodova u nacionalnoj plovidbi, jahta i brodica na koje se ne primjenjuju međunarodni propisi (prilog IV. MARPOL-a). Zbog toga se ne može tražiti rješenje ovog problema dopunom ili izmjenama postojećih međunarodnih propisa, već će se morati naći prihvatljiva zakonska rješenja na razini nacionalnog zakonodavstva, kao što su to učinile druge države s visokim ekološkim standardima, poput Australije.⁸

Rješenja mogu biti u izmjenama i dopunama postojećih nacionalnih propisa koji će se, uz već prihvaćene međunarodne propise (priloga IV. MARPOL-a i Direktiva EU), odnositi i na plovila što nisu njima obuhvaćena, te posebno regulirati ispuštanje crnih otpadnih voda s plovila u nacionalnoj plovidbi, poput ribarskih brodova, ro-ro putničkih brodova, brodica i jahta, ali i jahta, megajahta i brodica u međunarodnoj plovidbi.

Problematika ispuštanja crnih otpadnih voda, uz ostali otpad s rekreacijskih plovila, prepoznata je i navedena u poglavlju 3.2. *Strategije pomorskog razvitka i integralne pomorske politike Republike Hrvatske za razdoblje od 2014. do 2020. godine*, iz srpnja 2014. i glasi: „U posljednje vrijeme značajan pritisak na morski okoliš i narušavanje njegove kvalitete dolazi ne samo klasičnim brodarstvom, već i pojačanim razvojem nautičkog turizma koji ima negativne učinke koji se očituju naročito kroz količine otpada i fekalnih voda, te je nužno razvijati tehničke, tehnološke i organizacijske mjere uspostave učinkovitog sustava za prihvrat otpada s brodova, te unaprijediti uvjete za učinkovito gospodarenje brodskim i morskim otpadom.“ [169]

Zbog ove problematike koje je prepoznata i u ovom radu dokazana, u nastavku je dano nekoliko prijedloga.

7.1. Prijedlog za uvođenje novoga nacionalnog propisa

Temeljem analize međunarodnih propisa za sprječavanje onečišćenja mora fekalnim otpadnim vodama s plovnih objekata i problema onečišćenja mora fekalnim vodama s plovila na koje se ne primjenjuju međunarodni propisi, ali i nacionalnih propisa u Republici Hrvatskoj koji se dijelom odnose i na zaštitu od onečišćenja mora fekalnim otpadnim vodama s plovila (vidi poglavlje 3.) - predlaže se donošenje novog **propisa o zaštiti od onečišćenja mora fekalnim vodama s brodova, jahti i brodica prilikom plovidbe u unutarnjim morskim vodama i teritorijalnom moru**.

Obrazloženje osnove za donošenje takva propisa :

⁸ Primjer takvih propisa su nacionalni propisi Australije, koja pored primjene priloga IV MARPOL-a, ima vrlo detaljno razrađene propise koji se odnose na manja plovila u nacionalnoj plovidbi, na područja nacionalnih parkova i najužeg područja obalnog mora, gdje uopće nije dozvoljeno ispuštanje crnih otpadnih voda uz obalu ili ljudi u moru, već na propisanoj udaljenosti od obale ili u kopnene prihvatne uređaje za fekalne vode s plovila.

U nekoliko propisa Republike Hrvatske (*Pomorski zakonik*, *Zakon o vodama i Pravilnik o zaštiti morskog okoliša u zaštićenom ekološko-ribolovnom pojasu Republike Hrvatske*) spominje se zaštita mora od onečišćenja s brodova, plovniha objekata, plovila, jahta i brodica, ali nema mjera po kojima bi se zaštita trebala provoditi. Jedino se u *Pravilniku o zaštiti morskog okoliša u zaštićenom ekološko-ribolovnom pojasu Republike Hrvatske* nalaze vrlo detaljne i konkretne mjere, pa tako članak 7. glasi: „Zabranjeno je ispuštanje u more fekalija protivno odredbi Pravila 11. točke 1. i točke 3. Priloga IV MARPOL konvencije.“ Međutim, ekološko-ribolovni pojas udaljen je 12 nm ili više od najbliže obale, pa nam za ovo razmatranje nije važan jer se na toj udaljenosti ionako smiju ispuštati u more neobrađene fekalne vode u skladu s odredbama priloga IV. MARPOL konvencije.

Zakon o vodama upućuje da se zaštita voda od onečišćenja u priobalnim vodama i vodama teritorijalnoga mora s plovila provodi po posebnim propisima kojima se uređuje zaštita okoliša i Pomorskom zakoniku. *Pomorski zakonik* određuje da: „Zapovjednik broda, članovi posade broda, osoba koja upravlja brodicom ili jahtom i članovi posade brodice ili jahte moraju prilikom plovidbe unutarnjim morskim vodama i teritorijalnim morem Republike Hrvatske moraju poštovati međunarodne propise i standarde i hrvatske propise o zaštiti od onečišćenja mora i zraka s pomorskih objekata i onečišćenja prouzročenog potapanjem s pomorskih objekata.“ (članak 64. stavak 2.).

Kako potanji propisi o zaštiti od onečišćenja morskog okoliša fekalnim vodama s jahta i brodica u unutarnjim morskim vodama i teritorijalnom moru nema, tako temeljem članka 64. stavak 2. i članka 64. stavka 6. Pomorskog zakonika, koji glasi: „Potanje propise o zaštiti od onečišćenja morskog okoliša s pomorskih objekata, te provođenju istraga onečišćenja mora donosi ministar“, postoji osnova za donošenje *propisa o zaštiti od onečišćenja mora fekalnim vodama s brodova jahti i brodica prilikom plovidbe u unutarnjim morskim vodama i teritorijalnom moru*.

Obrazloženje osnovnih pitanja koja se uređuju propisom i posljedica koje će proisteci zbog njegova donošenja:

Predloženim propisom uređuje se zaštita mora od onečišćenja fekalijama s plovila u unutarnjim morskim vodama i teritorijalnom moru prema standardima priloga IV. MARPOL konvencije, i odnosi se na sve brodove, jahte i brodice bez obzira na zastavu pripadnosti. Predlažu se uvjeti pod kojima je dopušteno ispuštati fekalije s jahta i brodica tijekom plovidbe u teritorijalnom moru i unutarnjim morskim vodama.

Donošenjem predloženog propisa omogućila bi se bolja zaštita najužega obalnog morskog pojasa od onečišćenja a time i bolja zaštita plaža i turizma kao najvažnijega gospodarskog čimbenika u Republici Hrvatskoj. Propisom bi se doprinijelo održivom razvoju uz poštovanje i promicanje primjene najviših standarda ekološke zaštite mora.

Najvažnije odredbe predloženog propisa o zaštiti od onečišćenja mora fekalnim vodama s brodova, jahti i brodica prilikom plovidbe u unutarnjim morskim vodama i teritorijalnom moru:

1. Svrha koja se želi postići propisom su mjere zaštite od onečišćenja mora fekalijama, kojih se moraju pridržavati svi brodovi, jahte i brodice što plove ili se nalaze u unutarnjim morskim vodama i teritorijalnom moru Republike Hrvatske,
2. Svim brodovima, bez obzira na zastavu pripadnosti, trebalo bi zabraniti ispuštati u more fekalije protivno odredbi pravila 11. točke 1. i točke 3. priloga IV. MARPOL konvencije, dok plove ili se nalaze u unutarnjim morskim vodama i teritorijalnom moru.

Obrazloženje: Ovom odredbom potvrđuje se već prihvaćena odredba priloga IV. MARPOL konvencije koja se primjenjuje na *sve brodove u međunarodnoj plovidbi*, ali novim propisom bi se područje primjene proširilo i na *sve brodove u nacionalnoj plovidbi*.

3. Svim jahtama i svim brodicama, bez obzira na zastavu pripadnosti, treba zabraniti ispuštati u more fekalije, dok plove ili se nalaze u unutarnjim morskim vodama i teritorijalnom moru, osim kada:

- jahta ili brodica ispušta fekalije koje nisu smrvljene i dezinficirane na udaljenosti većoj od 12 nautičkih milja od najbližeg kopna pod uvjetom da za vrijeme ispuštanja jahta ili brodica plovi brzinom od najmanje 4 čv.;
- jahta ili brodica ispušta fekalije koje su smrvljene i dezinficirane na udaljenosti većoj od 3 nautičkih milja od najbližeg kopna pod uvjetom da za vrijeme ispuštanja jahta ili brodica plovi brzinom od najmanje 4 čv.;
- jahta ili brodica ima u radu odobreni uređaj za obradu fekalija koji odgovara zahtjevima u pravilu 9.1.1. priloga IV. MARPOL konvencije, i za koji ima isprave izdane od nacionalne uprave. Izljev iz ovakvog uređaja ne smije imati vidljivih plutajućih čestica i ne izaziva promjenu boje u okolnoj vodi.

Obrazloženje: ograničenja za ispuštanje fekalija koja se primjenjuju na jahte i brodice odgovaraju odredbama priloga IV. MARPOL konvencije, pa se na taj način izjednačuju brodovi, jahte i brodice u ovom pitanju. Štetno djelovanje fekalija s jahta i brodica na more nije ništa manje od štetnog djelovanja fekalija s brodova, zato nema razloga zašto bi jahte i brodice bile u povlaštenom položaju pri ispuštanju fekalija u more. Osim toga, preporuke su Konvencije Ujedinjenih naroda o pravu mora (1982.) da države donose nacionalne propise za sprječavanje, smanjivanje i nadziranje onečišćenja morskog okoliša s brodova, pri čemu ti propisi i mjere ne smiju biti manje djelotvorni od općeprihvaćenih međunarodnih pravila i standarda donesenih od mjerodavne međunarodne organizacije.

4. Odredbe za počinjene prekršaje, poput upravnog postupka, inspekcije lučke kapetanije, utvrđivanje odgovornosti i kazne za prekršitelje.

Obrazloženje provedbe predloženog propisa i sustava lučkih prihvatnih uređaja

Provedbom *propisa o zaštiti od onečišćenja mora fekalijama s brodova, jahti i brodica prilikom plovidbe u unutarnjim morskim vodama i teritorijalnom moru*, usmjerilo bi se jahte i brodice na ispuštanje fekalija na udaljenosti od obale (3 nm i više) gdje one ne će utjecati na ljudsko zdravlje, morske organizme i estetski izgled mora.

Alternativno, jahte i brodice svoje tankove za prikupljanje fekalija mogu iskrcati u lučke prihvatne uređaje za fekalije.

Sustav lučkih prihvatnih uređaja u Hrvatskoj već postoji. Hrvatska ima sveobuhvatan i moderan pravni i institucionalni okvir za lučke prihvatne uređaje sukladan s MARPOL konvencijom i s Direktivom EU 2000/59, koji, između ostaloga, uređuje i lučke prihvatne uređaje i prikupljanje otpada što ga stvaraju brodovi u njezinim lukama. Sustav lučkih prihvatnih uređaja odnosi se na postavljanje prihvatnih uređaja, planove gospodarenja otpadom u lukama, iskrcaj otpada s brodova i naknade za otpad koji stvaraju plovila.

7.2. Prijedlog mjera i aktivnosti za županijsku upravu i lokalnu samoupravu

Prikupljanje fekalnih voda i smeća s brodova provode komunalna društva za odvoz otpada koja imaju ugovore o koncesiji s lučkom upravom. Slični dogovori, utemeljeni na koncesijama, postoje s lokalnim društvima za prikupljanje fekalnih voda i smeća s brodova koji pristaju u županijskim i lokalnim lukama. Lokalne luke i luke za plovne objekte za sport i razonodu (marine) u Hrvatskoj nisu opremljene spremnicima za fekalne vode. Uslugu pružaju pomične jedinice, tj. namjenski kamioni sa spremnikom (cisterne) za fekalne vode. Prikupljene fekalne vode odvoze se iz luke i odlažu u lokalni kanalizacijski sustav.

Sustav naknade troškova koji se trenutno primjenjuje u Hrvatskoj jest sustav izravne naplate, tj. brodovi ili njihovi agenti plaćaju usluge sakupljanja tekućeg otpada i smeća izravno pružateljima usluga. Lučke uprave određuju i objavljuju tarife za takve usluge.

Istraživanja odgovornog ekološkog ponašanja vlasnika i/ili operatora brodica i jahta u *Marylandu*, SAD, pokazuju da, iako su upoznati s propisima o zabrani ispuštanja crnih otpadnih voda uz obalu (bliže od tri milje od obale), mnogi vlasnici/operatori brodica i jahta ispuštaju netretirane crne otpadne vode u more blizu obale. Mnogi čimbenici i/ili okolnosti (pritisci) sudjeluju u ovakvom ponašanju. Među njima najčešći su razlozi: neprikladnost za otploviti dalje od obale gdje je dopušteno ispuštanje (tri milje ili dalje), manjak prihvatnih stanica za crne otpadne vode u lokalnom akvatoriju, nepristupačnost prihvatnih stanica, nedostatak adekvatne zakonske prisile, nedostatak znanja o štetnosti crnih voda na javno zdravlje i morske organizme, nedostatak odgovorne ekološke svijesti itd. Osim toga, volumen tankova za crne otpadne vode na većini manjih plovila vrlo je ograničen i, kad se normalno upotrebljavaju brzo se napune pa ih je potrebno često prazniti.[33]

Nadalje, odgovori vlasnika brodica na anketu toga autora, na pitanje: „što bi vas potaknulo na češću uporabu prihvatnih stanica za crne otpadne vode?“ bili su 61% za bolje radno vrijeme stanica, 51% je za manju cijenu troškova korištenja stanicama, 42 % za raspoloživost mobilnih stanica za prihvata, 20% za kraće vrijeme čekanja i kraći red na prihvatnoj stanici, 42% za bolje dizajnirane stanice što bi potaknulo veću uporabu. [33]

Iz rezultata ankete vidi se da više od pola ispitanika ima primjedbu na troškove za uporabu stanica za prihvata crnih otpadnih voda s plovila, što je i razumljivo i potvrđuje opće ljudsko ponašanje, za ono što se baš i ne mora platiti, radije se izbjegava.

S obzirom na rezultate istraživanja o općem ponašanju vlasnika i/ili operatora brodica i jahta glede ispuštanja crnih otpadnih voda u more, a i opće ljudsko ponašanje, stječe se dojam da sustav izravne naplate troškova za odlaganje crnih otpadnih voda u prihvatne stanice i nije baš stimulativan za vlasnike/operatore brodica i zato bi ga trebalo izmijeniti.

Zbog toga se predlaže razmotriti mogućnost uvođenja sustava gdje bi cijena za prikupljanje otpada s plovila, a time i crnih otpadnih voda, bila uključena u cijenu boravka ili veza po danu za svako plovilo. Koncesionari koji prikupljaju otpad trebali bi biti dužni posjetiti svako plovilo jednom dnevno radi prikupljanja crnih otpadnih voda, a svoje usluge naplatiti od organizacije koja naplaćuje lučku pristojbu (u kojoj se nalazi i dio za prikupljanje otpada).

7.3. Prijedlog za jahte i brodice o opremi, tehničkim poboljšanjima opreme i postupanja s crnim otpadnim vodama

Vlasnicima manjih plovila poput brodica i jahta preporučuje se da što prije primjene racionalno postupanje s crnim otpadnim vodama na ekološki prihvatljiv način, bez obzira na to, je li to, i koliko propisima regulirano.

Za jahte i brodice koje imaju ugrađen spremnik za crne otpadne vode preporučuje se modifikacija cjevovoda između spremnika i ventila na oplati za ispust u more van broda, tako da se ugradi troputni ventil i dio cjevovoda sa spojem na palubu predviđen za ispuštanje sadržaja tanka u prihvatne uređaje (stanice) za crne otpadne vode na kopnu. Uz takvu modifikaciju omogućuje se upotreba prihvatnih stanica za crne otpadne na kopnu i lukama.

Za jahte i brodice koje nemaju ugrađen spremnik za prikupljanje crnih otpadnih voda preporučuje se ugraditi takav spremnik, pa makar on bio i malog kapaciteta, uz mogućnost njegova pražnjenja u more, ali i preko palubnog priključka u kopnene prihvatne stanice. Ako je potrebno prazniti spremnik u more, onda ono može biti na udaljenostima više od tri nautičke milje od obale.

Svim vlasnicima i operaterima koji imaju zahode na plovilima, sa spremnikom ili bez njega, preporučuje se imati i ispravno upotrebljavati na plovilu klor (u obliku tableta ili granula) za sterilizaciju crnih otpadnih voda prije ispuštanja u more.

8. ZAKLJUČAK

Razlozi još uvijek nedostatne učinkovitosti u zaštiti i očuvanju mora složeni su i brojni. Uz gospodarske, političke i druge različitosti pojedinih država tu su i problemi ograničenih financijskih izvora, još uvijek niski politički prioritet koji ima okoliš i nedovoljna javna svijest o problemu njegove zaštite.

U proteklih dvadesetak godina Jadransko more doživljava rast pomorskog prometa zbog nautičkog i *cruising* turizma, dakle u akvatorijima je veći broj brodica, jahta, manjih i većih brodova za kružna putovanja, kako u međunarodnoj, tako i u nacionalnoj plovidbi. S povećanim brojem plovila i ljudi na njima povećava se i rizik onečišćenja mora, nadasve uz obalu, raznovrsnim tvarima u koje se ubrajaju i crne otpadne vode s plovila. Posljedice onečišćenja mora fekalnim vodama mogu biti trajne i imaju velik utjecaj na živi morski okoliš, društvo i gospodarstvo. Održivost kao općeprihvaćeni koncept uključuje i upravljanje kojim bi se osiguralo budućim generacijama očuvanje resursa i nasljeđe čistog okoliša. U ekonomskom smislu to znači razvoj koji neće uzrokovati nepopravljivu štetu za okoliš i iscrpljivanje zaliha na zemlji. Zato je opravdano istraživati ovu problematiku, pa je za predmet ovog rada odlučeno istražiti i evaluirati sve čimbenike fekalnog onečišćenja mora uz obalu s raznih tipova plovila. To uključuje sustave za prikupljanje, uskladištavanje i obradu crnih voda na plovilima, zakonske propise o postupanju s tim vodama, procjenu rizika onečišćenja mora uz obalu tim vodama s raznih tipova plovila i provjeru na specifičnim lokacijama našega akvatorija.

Uvodni dio rada poslužio je da se definira predmet, problem i objekt istraživanja, da se postavi znanstvena hipoteza, ocjene dosadašnja istraživanja, odaberu znanstvene metode istraživanja i obrazloži struktura rada.

Na početku rada su istražene sanitarne otpadne vode na plovilima i njihova podjela. Zatim je istražen štetni utjecaj sastojaka sanitarnih otpadnih voda na priobalnu zonu, poput šetnog djelovanja patogenih organizama, hranjivih soli, kemikalija i metala. Utvrđeno je koje su komponente crnih otpadnih voda toksične, koji patogeni organizmi prenose koje pojedine zarazne bolesti sanitarnim otpadnim vodama. Također je utvrđeno kako hranjive tvari i soli iz sanitarnih otpadnih voda djeluju na primarnu proizvodnju organske tvari u moru i njihova povezanost s eutrofikacijom, hipoksijom i anoksijom, ali i negativnim posljedicama kao što su izbjeljivanje koralja, pomor ribe, plutajućim tvarima, cvjetanjem mora, mirisima mora i suspendiranim tvarima u moru.

Istraženo je koji su to pokazatelji fekalnog onečišćenja mora i kako se kontrolira sanitarna kakvoća morske vode na plažama.

Utvrđeno je da su fekalne koliformne bakterije jedan od indikatora za fekalno onečišćenje vode, ali i da su dane u ograničenju za propisanu kvalitetu ispuštene vode poslije obrade u brodskim postrojenjima za tretman i obradu crnih otpadnih voda.

Potom su istraženi propisi što se primjenjuju na plovila u svezi s crnim otpadnim vodama na njima, i to međunarodni, regionalni i nacionalni. Posebno je istaknut prilog IV. MARPOL konvencije i njegove odredbe, zatim propisi u Australiji i SAD-u. Napravljena je usporedba propisa u SAD-u, Australiji, EU i onih nacionalnih. Uočene su različitosti i odstupanja u propisima, ali i kako se međunarodni propisi poput priloga IV. MARPOL-a, ne primjenjuju na plovila svih veličina i za sve kategorije plovidbe te nemaju mjere za problematiku onečišćenja u nacionalnim morskim područjima. Nacionalni su propisi također istraženi i analizirani s posebnom pozornošću i utvrđeno je da nema mjera kojima se malim plovilima, poput jahta i brodica zabranjuje ispuštanje crnih otpadnih voda blizu obale.

Oprema za tretman crnih otpadnih voda na plovilima i načela na kojima ta oprema radi istraženi su za velike brodove i za manja plovila, pri čemu je utvrđeno da veliki

brodovi, a posebno *cruiseri*, imaju vrlo složenu opremu za obradu crnih otpadnih voda i da je kvaliteta i/ili čistoća njihovih voda nakon obrade na najvećoj razini pa udovoljava i više od najstrožih propisanih kriterija pojedinih država koje imaju nacionalne propise strožije od međunarodnih za ovu problematiku.

Istraženi su i analizirani pojam rizika i procjene rizika, norme za upravljanje rizicima i tehnike za procjenu rizika. Utvrđeno je da IMO i ISO preporučene matrice rizika ne nude cjelovit i općeprihvatljiv postupak koji bi se mogao primijeniti kao model za procjenu rizika onečišćenja mora crnim vodama s plovila. Zato je postavljen novi i izvorni model za procjenu rizika koji se može primijeniti na bilo koji akvatorij i tip plovila u svijetu. Izvorni model za procjenu rizika od onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s plovila koristi se multiplikativnim matricama pa je moguća kvalitativna procjena s većim brojem različitih ulaznih čimbenika. Na početku se identificirao hazard / opasnost, zatim se utvrdio izvor prijetnja i ranjivost lokacije na kojoj plovila borave. Čimbenici propisa i uređaja ulazni su podatci za matricu prve razine kojom se dobiva indeks rizičnosti plovila. Matrica druge razine daje indeks osjetljivosti lokacije ovisan o čimbenicima utjecaja na lokaciju i osjetljivosti lokacije. S ulaznim podacima u matricu treće razine, indeksima rizičnosti plovila i osjetljivosti plovila, dobiven je rizik onečišćenja mora crnim vodama s plovila, koji može biti nizak, srednji ili visok, ovisno o području u kojem se nalazi u matrici. Taj model procjene rizika primijenjen je na tipične lokacije i tipična plovila u dubrovačkom akvatoriju i rezultati pokazuju da su manja plovila, poput brodica, jahta, i manjih putničkih brodova, znatno rizičnija skupina za onečišćenje mora crnim otpadnim vodama nego su to brodovi za kružna putovanja, teretni brodovi i megajahte, koji imaju nisku razinu rizika. Ti rezultati razina rizika za procijenjena plovila nedvojbeno su dokazali postavljenu temeljnu znanstvenu hipotezu kojom se tvrdi da je rizik onečišćenja mora uz obalu crnim vodama s plovila veći i manje prihvatljiv pri plovidbi i zadržavanju manjih i rekreacijskih plovila u akvatoriju nego pri plovidbi i zadržavanju velikih brodova za kružna putovanja.

Iako je temeljna znanstvena hipoteza dokazana, u eksperimentalnom dijelu rada provjerena je vjerodostojnost postavljenog izvornog modela za procjenu rizika. Izabran je dubrovački akvatorij kao tipični akvatorij s raznovrsnim plovilima i lokacijama za njihov boravak. Na osam različitih lokacija u 14 mjeseci uzorkovalo se more i uzorci su analizirani u Službi za zdravstvenu ekologiju Zavoda za javno zdravstvo Dubrovačko-neretvanske županije kako bi se utvrdilo prisustvo fekalnih koliformnih bakterija, dakle na indikatore fekalnog onečišćenja mora. Uzorci su analizirani metodom membranske filtracije a dobiveni su rezultati prikazani u tablicama i grafikonima. Istovremeno s uzorkovanjem mora evidentiran je broj i tip nazočnih plovila na lokaciji. Ti podatci primijenjeni su u hi-kvadrat testovima, kojima se utvrdilo postojanje povezanosti određenih tipova plovila s fekalnim koliformnim bakterijama u moru za svaku lokaciju posebno. Metodom hi-kvadrat testova utvrđeno je da nema povezanosti *cruisera* s bakterijama u moru na mjestima uzorkovanja, ali je i utvrđena povezanost manjih plovila poput brodica, jahta, megajahta i manjih putničkih brodova u nacionalnoj plovidbi s bakterijama u moru na mjestima uzorkovanja. Usporedbom rezultata koji prikazuju razine rizika onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s plovila i rezultata hi-kvadrat testova, zaključeno je da se oni podudaraju za iste tipove plovila na određenim lokacijama. Dakle hi-kvadrat testovima dokazana je ne samo temeljna znanstvena hipoteza još jednom metodom nego i ispravnost postavljenoga izvornog modela za procjenu rizika onečišćenja mora s plovila s pomoću multiplikativnih matrica.

Dokazano je da obalno more i dalje ostaje ugroženo zbog povećanoga prometa manjih plovila na koje se mjere međunarodnih propisa ne primjenjuju. Zbog toga poboljšanje u zaštiti obalnog mora ne bi trebalo tražiti na razini međunarodnih propisa, nego u razvijanju i unaprjeđenju nacionalnih propisa i oni bi trebali biti dopuna na već donesene međunarodne propise.

Nacionalnim propisima trebalo bi pokriti one dijelove problema onečišćenja mora na koje se međunarodni propisi ne primjenjuju ili te mjere nisu dostatno učinkovite da bi obalno more bilo kvalitetno zaštićeno. Postoje države koje su se suočile sa sličnim problemom. One su rješenja zaštite mora našle u primjeni svojih nacionalnih propisa ili kombinacijom međunarodnih i nacionalnih propisa, što je još učinkovitije. Takva pozitivna iskustva i rješenja mogla bi se, jednostavno, prilagoditi specifičnostima Jadranskog mora i hrvatskog zakonodavstva. Zato su u posljednjem poglavlju rada dani prijedlozi za poboljšanje zaštite od onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s plovila u Republici Hrvatskoj.

Najvažniji je prijedlog da se uvede novi nacionalni *propis o zaštiti od onečišćenja mora fekalnim vodama s brodova, jahta i brodica prilikom plovidbe u unutarnjim morskim vodama i teritorijalnom moru*. Dano je i obrazloženje osnove za donošenje ovog propisa koji se temelji na Pomorskom zakoniku, ali i drugim zakonima i pravilnicima što spominju problematiku onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s plovila, ali nemaju konkretne mjere. Navedeno je i obrazloženje osnovnih pitanja koja se uređuju propisom i najvažnije odredbe u tom budućem propisu.

Uz novi propis predložene su i mjere kojima bi se potaknulo češća i učinkovitija uporaba kopnenih uređaja za prikupljanje crnih otpadnih voda s brodova. Na samom kraju su prijedlozi za vlasnike plovila kako mogu s malim preinakama na sustavu za crne otpadne vode na svojim plovilima i pravilnim postupanjima pridonijeti zaštiti obalnog mora od onečišćenja crnim otpadnim vodama sa svojih plovila.

Nedvojbeno je da bi primjenom međunarodnih propisa koji se odnose na brodove u međunarodnoj plovidbi i istovremenom primjenom nacionalnih propisa, među kojim bi predloženi propis imao važnu ulogu, zaštita od onečišćenja mora fekalnim vodama s plovila u unutarnjim morskim vodama i teritorijalnom moru mogla biti znatno učinkovitija.

Očekivani doprinos znanosti u teorijskom smislu ovaj rad ima u izvedbi i prijedlogu novog modela za procjenu rizika od onečišćenja mora crnim vodama s plovila koji prepoznaje sve čimbenike što utječu na procjenu na raznim razinama štetnosti, uz pomoć znanstvenih teorijskih postavka i znanstvenih metoda na konkretne poslove pri uzorkovanju, prikupljanju i obradi podataka.

Rezultati istraživanja ovog rada mogu naći praktičnu primjenu i mogu poslužiti kao temelj ili osnova za donošenje novih propisa koji će učinkovitije zaštititi more uz obalu od onečišćenja crnim vodama sa svih, dakle i manjih i rekreacijskih plovila, a time bi se bolje štitilo i gospodarstvo temeljeno na turističkim djelatnostima i osigurao održivi gospodarski rast i razvoj pomorskog prometa. Mogu naći primjenu u provedbi novih mjera za županijsku i lokalnu upravu kojim bi se stimuliralo vlasnike i/ili operatere manjih plovila za odlaganje crnih otpadnih voda u prihvatne stanice (stacionarne ili pokretne) a ne u more uz obalu. Rezultati istraživanja mogu se primijeniti na pravila gradnje u maloj brodogradnji za ugradnju novih ili modifikaciju postojećih sustava za crne otpadne vode, kojima bi se omogućilo pražnjenje crnih otpadnih voda u kopnene prihvatne stanice i time izbjeglo pražnjenje spremnika u more uz obalu.

POPIS LITERATURE I DRUGIH IZVORA

1) Knjige

1. Chauvel. A.M.: **Managing Safety and Quality in Shipping**, The Nautical Institute, London, 1997.
2. Čaldarović, O., Nehajev, I., Subašić, D.: **Kako živjeti s tehničkim rizikom**, Agencija za posebni otpad, Zagreb, 1997.
3. Del Porto, D., Steinfeld, C.: **The Composting Toilet System**, The Center for Ecological Pollution Prevention (CEPP), Concord – Massachusetts, 2000.
4. Hasse, L., Dobson, F.: **Introductory Physics of the Atmosphere and Ocean**, Reidel, Dordrecht, 1986.
5. Huges, O.: **Ship structural design**, The Society of naval architects and marine engineers, New York, 1992.
6. Klepac, R.: **Osnove ekologije**, Jumea, Zagreb, 1988.
7. Koharić, V.: **Uvod u mehaničke operacije**, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb, 1989.
8. Kristiansen, S.: **Maritime Transportation Safety Management and Risk Analysis**, Elsevier Butterworth-Heinemann, Burlington, 2005
9. Lovrić, J.: **Osnove brodske tehnologije**, Pomorski fakultet Dubrovnik, Dubrovnik, 1989.
10. Milošević B.: **Morski prostori i njihova zaštita**, Veleučilište u Dubrovniku, Dubrovnik, 1999.
11. Milošević-Pujo B.: **Pomorsko pravo (odabrane teme po STCW konvenciji)**, Sveučilište u Dubrovniku, Dubrovnik 2006.
12. Mullai, A.: **Risk Management System – Risk Assessment Frameworks and Techniques**, DaGoB Project Office, Turku, 2006.
13. Rudolf, D.: **Međunarodno pravo mora**, JAZU, Zagreb, 1985.
14. Sarapa, N.: **Teorija vjerojatnosti**, Školska knjiga Zagreb, Zagreb, 1987.
15. Silobrčić, V.: **Kako sastaviti, objaviti i ocijeniti znanstveno djelo**, Medicinska naklada, Zagreb, 1998,
16. Sname: **Marine Engineering**, The Society of naval architects and marine engineers, New York, 1992.
17. Taggart R.: **Ship Design and Construction**, The Royal Institution of Naval Architect, London, 1980.
18. **The American Heritage Dictionary**, Fourth Edition copyright Houghton Mifflin Company, 2009.
19. Van Dokkum, K.: **Ship Knowledge**, Dokkmar, Enkhuizen, 2007
20. Zelenika, R.: **Metodologija i tehnologija izrade znanstvenog i stručnog djela**, Ekonomski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka 1998.
21. Zore-Armanda, M., Gačić, M.: **Oceanografija**, Sveučilište u Splitu, Pomorski fakultet Dubrovnik, Split 1988.

2) Članci, studije

22. Amižić Jelovčić P.: **Onečišćenje morskog okoliša balastnim vodama s posebnim osvrtom na međunarodnu konvenciju o nadzoru i upravljanju brodskim balastnim vodama i talozima iz 2004. godine**, Zbornik radova Pravnog fakulteta u Splitu, 4., Split 2008. pp. 797-810

23. Avellaneda, P.M., Englehardt, J.D., Olascoaga, J.: **Relative risk assessment of cruise ships biosolids disposal alternatives**, Marine Pollution Bulletin, Volume 62, Issue 10, 2011. pp. 2157–2169
24. Baker E., Harris P.T., Kensett-Smith B.: **Physical properties of sewage particles in seawater**, Marine Pollution Bulletin, 30(4) pp. 247-252, 1995.
25. Balkema A. J., Preisig H. A., Otterpohl R., Lambert, F. J.D.: **Indicators for the sustainability assessment of wastewater treatment systems**, Urban Water, 4, pp.153–161, 2002.
26. Barić Punda V.: **Uloga Europske unije u zaštiti i očuvanju sredozemnog mora s osvrtom na neke pravne i strateške dokumente**, Zbornik radova Pravnog fakulteta u Splitu, 4., Split 2008, pp. 761-788
27. Bilotta G.S., Brazier R.E.: **Understanding the influence of suspended solids on water quality and aquatic biota**, Water Research, 42(12) pp.2849-2861, 2008.
28. Brandsater, A.: **Risk assessment in the offshore industry**, Safety Science, 40, pp. 231-269, 2002.
29. Bupić M., Milić L.: **Brodski uređaj za obradu fekalnih voda s osvrtom na postupke ozračivanja i bistrenja**, Naše More 45 (3-4,5-6), Dubrovnik 1998.
30. Byrne, G.M.: **A Marine Spatial Plan of Dublin Bay and Outer Reaches**, Institute of Estuarine and Coastal Studies, University of Hull, 2009.
31. Carić, H.: **Direct pollution cost assessment of cruising tourism in the Croatian Adriatic**, Financial Theory and Practice, 34, pp. 161-180, 2010.
32. Costanzo, S.D., O'Donohue, M.J., Dennison W.C.: **A New Approach for Detecting and Mapping Sewage Impact**, Marine Pollution Bulletin, 42, pp. 149-156, 2001.
33. Cottrell S.: **Predictive Model of Responsible Environmental Behaviour: Application as a Visitor-monitoring Tool**, Conference Proceedings p.129-135, Monitoring and Management of Visitor Flows in Recreational and Protected Areas, 2002.
34. Čadež V, Teskeredžić E.: **Patogeni mikroorganizmi i toksini školjkaša**, Ribarstvo, 63, (4), 135-145, 2005.
35. Ćorić D.: **Onečišćenje mora s brodova - Međunarodna i nacionalna pravna regulativa**, Pravni fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka 2009.
36. Ćorić D., Debeljak-Rukavina S.: **Zaštita morskog okoliša u zaštićenom ekološko-ribolovnom pojasu Republike Hrvatske**, Zbornik Pravnog fakulteta Sveučilišta u Rijeci, v. 29, br. 2, Rijeka, 2008. pp. 959-974
37. Degobbis D., Precali, R., Ivančić, I., Smodlaka, N., Fuks, D., Kveder, S.: **Long-term changes in the northern Adriatic ecosystem related to anthropogenic eutrophication**, International Journal of Environmental. Pollution, 13, 495-533, (2000.)
38. Detjen, M.: **The Western European PSSA – Testing a unique international concept to protect imperilled marine ecosystems**, Marine Policy, 30, pp. 442-453 2006.
39. Diaz R. J.: **Overview of Hypoxia around the World**, Jurnal of Environmental Quality, 30, 2001.
40. Diedrich, A.: **Cruise ship tourism in Belize: The implications of developing cruise ship tourism in an ecotourism destination**, Ocean and Coastal Management, 53, pp. 234-244, 2010.
41. Dixon, D., Daly, J., Dorr, H.: **Enhanced MARPOL IV Sewage and Graywater Pollution Prevention - Holland America Line Westours Case Study**, SNAME Transactions Volume 110, 2002.
42. Gavrilescu, M.: **Methods and Procedures for Environmental Risk Assessment**, Environmental Engineering and Management Journal, vol.6, pp. 573-592, 2007.

43. Gray J.S., Sinu-sun R., Or Y.Y.: **Effects of hypoxia and organic enrichment on the coastal marine environment**, Marine Ecology Progress Series, Vol. 238, pp. 249-279, 2002.
44. Hanninen S., Sassi J.: **Estimated Nutrien load from waste waters originating from ships in the Baltic area - updated 2009**, Research report VTT-R-07396-08, VTT Technical Research Center of Finland, VTT, 2009.
45. Henrickson, S.E., Wong, T., Allen, P.: **Marine Swimming-Related Illness: Implications for Monitoring and Environmental Policy**, Environmental Health Perspectives, 109, pp. 645-650, 2001.
46. Holton G.A.: **Defining Risk**, Financial Analyst Journal, Vol. 60, No. 6, p. 19-25, 2004.
47. Kereta J.: **Upravljanje rizicima**, RRI F, Broj 8, Zagreb, 2004. str. 48-53.
48. Ko, T.T., Chang, Y.C.: **Integrated marine pollution management: A new model of marine pollution prevention and control in Kaohsiung, Taiwan**, Ocean and Coastal Management, 53, pp. 624-635, 2010.
49. Koboević Ž., Komadina P., Kurtela Ž.: **Protection of the Seas from Pollution by Vessel's Sewage with Reference to Legal Regulations**, Promet – Traffic & Transportation, Vol. 23, Zagreb 2011. pp. 377-387
50. Koboević, Žarko; Kurtela, Željko: **Impact of Untreated Sewage Discharge on Marine Environment**, 15th International Conference on Transport Science - ICTS 2012, 28th May Portorož – Slovenia, 2012.
51. Kontovas, C.A., Psaraftis, H.N.: **Formal Safety Assessment: A Critical Review**, Marine Technology, 46, pp. 45-59, 2009.
52. Korunić S.: **Ekotoksičnost kao biološki pokazatelj onečišćenja rafinerijskih otpadnih voda**, Goriva i maziva, 42, 153-176, 2003.
53. Langergraber G., Muellegger E.: **Ecological Sanitation - a way to solve global sanitation problems?**, Environment International, 31, pp.433–444, 2005.
54. Lui, C., Tan, C.K., Fang, Y.S.: **The Security Risk Assessment Methodology**, Procedia Engineering, 43, pp. 600-60, 2012.
55. Liu, Y., Tay, J.H.: **State of the art of biogranulation technology for wastewater treatment**, Biotechnology Advances, 22, pp.533-563, 2004.
56. Longe E.O., Ogundipe A.O.: **Assessment of Wastewater Discharge Impact from a Sewage Treatment Plant on Lagoon Water, Lagos, Nigeria**, Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology, 2(3): pp. 274-282, 2010.
57. Mansilha C. R.: **Bathing waters: New directive, new standards, new quality approach**, Marine Pollution Bulletin, 58, 1562–1565, 2009.
58. Martins, C.C., Montone, R.C., Gamba, R.C.: **Sterols and Fecal Indicator Microorganisms in Sediment from Admiralty Bay, Antarctica**, Brazilian Journal Oceanography, 53., 2005.
59. McConnell M.: **Capacity building for a sustainable shipping industry: a key ingredient in improving coastal and ocean and management**, Ocean and Coastal Management, 45, pp.617-632, 2002.
60. Mearns, A., Beegle-Krause, C.J., Loehr, L.: **An Assessment of Alaska Cruise Ship Wastewater Discharges**, Proceedings of the 2005 Puget Sound Georgia Basin Research Conference, Seattle, 2005.
61. Millemann B.: **The US Coastal Zone Management Act: Politics and Partnerships for the Coast**. Coast Alliance, Washington D.C., USA, 1995.
62. Milošević-Pujo B., Jurjević N.: **Prioriteti IMO-a na području sprječavanja onečišćenja mora**, Suvremeni promet. br. 29, 1-2, pp. 147-151, 2009.
63. Ng A.K.Y., Song S.: **The environmental impacts of pollutants generated by routine shipping operations on ports**, Ocean and Coastal management, 2010.

64. Owen, G., Bandi, M., Howell, J.A.: **Economic Assessment of Membrane Processes for Water and Waste Water Treatment**, Journal of Membrane Science, 102, 1995.
65. Owili, M. A.: **Assessment of Impact of Sewage Effluents on Coastal Water Quality in Hafnarfjordur, Iceland**, Kenya Marine and Fisheries Research Institute, Kenya, 2003.
66. Palmquist, H., Hanaeus, J.: **Hazardous substances in separately collected grey and blackwater from ordinary Swedish households**, Science of the Total Environment, 348, pp. 151-163, 2005.
67. Pommepuy M., Hervio-Heath D., Coprais M.P.: **Fecal Contamination in Coastal Areas: An Engineering Approach**, Oceans and Health, pp. 331-359, 2006.
68. Preisendorfer R.W.: **Secchi disc science: Visual optics of natural waters**, Limnology and Oceanography, 31(5) pp.909-926, 1986.
69. Radonja, R., Koljatić, V.: **Ekosustav mora kao funkcionalna cjelina**, Pomorstvo, 24, pp. 3-18, 2010.
70. Read, A.D., West, R.J.: **Qualitative risk assessment of multiple-use marine park effectiveness e A case study from NSW**, Australia, Ocean & Coastal Management, 53, pp. 636-644, 2010.
71. Richard, S.J., Vellinga, T.P.: **The European Forum on Integrated Environmental Assesment**, Environmental Modeling and Assessment, 3, pp. 181-191, 1988.
72. Rosqvist, T., Touminen, R.: **Qualification of Formal Safety Assessment: an exploratory study**, Safety Science, 42, pp. 99-120, 2004.
73. Schonning, C., Westrell, T., Stenstrom, T.A.: **Microbial risk assessment of local handling and use of human feces**, Journal of Water and Health, 05, 2007.
74. Shankie, T.C., Riach, A. B.: **Application of Ultrasonics in the Water Industry**, Foundation for Water Research, Report No. FR/INV 0001, 1995.
75. Shenping, H., Quangen, F., Jinpeng, Z.: **Relative Risk Assessment in Vessel Traffic at Sea**, Proceedings of the 2010 IEEE IEEM, 2010.
76. Smith V.H., Tilman G.D., Nekola J.C.: **Eutrophication: impacts of excess nutrient inputs on freshwater, marine and terrestrial ecosystems**, Environmental Pollution, 100, 1-3, pp. 179-196, 1999.
77. Smoljan Z., Grilec D.: **Kakvoća mora na morskim plažama u Dubrovačko-neretvanskoj županiji u 2006. godini**, Hrvatski časopis za javno zdravstvo, Vol.7, broj 28, 2011.
78. Sontag, V.: **Disinfection by free radicals and UV radiation**, International Workshop on waterdisinfection, Compagnie Generale des Eaux, Mulhouse, 1986.
79. Spence R.M.: **The development of a vocabulary and sensory for the assessment of watercress quality**, International Journal of Food Science & Technology, 17(5) pp.633-648, 1982.
80. Stasinakis, A.S., Mergika, S., Samaras, V.G.: **Occurrence of endocrine disrupters and selected pharmaceuticals in Aisonas River (Greece) and environmental risk assessment using hazard indexes**, Environmental Science and Pollution Research, 19, pp. 1574-1583, 2012.
81. Staletović, N.M.: **Razvoj metoda ocene i modela upravljanja ekološkim rizikom u funkciji održivog razvoja**, doktorska disertacija, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad, 2005.
82. Šantić, L., Vilke, S., Grubišić, N.: **Čimbenici štetnog djelovanja crusing-turizma na brodski okoliš**, Naše More, 58, pp. 229-243, 2011.
83. Štrukova, Z.: **Sanitary Water Conditions in the Curonian Lagoon and the Baltic Coastal Area of Lithuania**, Environmental research engineering and management, 2/36, pp. 11-16, 2006.

84. T. Redlinger, J. Graham, V. Corella-Barud, R. Avitia, **Survival of Fecal Coliforms in Dry-Composting Toilets**, Applied and Environmental Microbiology, 67/9, pp.4036-4040, 2001.
85. Townsend, P., Tatman, K., Sillitoe, A.: **A Regulatory Approach to the Human Element**, Proceedings of the World Maritime Technology Conference, March 2006.
86. West A., **Marine Pollution from Vessel Sewage in Queensland**, Australian and New Zealand Maritime Law Journal, vol 18, Murdoch University, pp. 126-151, 2004.

3) Ostali izvori (konvencije, propisi, pravila registara brodova, upute)

87. **The Convention on Biological Diversity**, 1992.
88. **The United Nations Convention on Law of the Sea**, 1992.
89. **MARPOL konvencija**, (Narodne novine - Međunarodni ugovori, br. 1/92., 4/05.)
90. **Konvencija Ujedinjenih naroda o pravu mora**, od 10. prosinca 1982. (Narodne novine - Međunarodni ugovori, br. 9/00)
91. **Konvencija za zaštitu morskog okoliša i obalnog područja Sredozemlja** Barcelona, 1995., (Narodne novine - Međunarodni ugovori br. 17/98)
92. **Konvencija o zaštiti morskog okoliša područja baltičkog mora, 1992.** (Helsinška Konvencija revidirana 1992.), dostupno na:
(<http://ccvista.taix.be/show.asp?link=/Fulcrum/CCVista/HR/21994A0316%2802%29-HR.doc>)
93. **Konvencija o zaštiti morskog okoliša sjeveroistočnog Atlantika**, dostupno na:
(<http://ccvista.taix.be/show.asp?link=/Fulcrum/CCVista/HR/21998A0403%2801%29-HR.doc>)
94. **Konvencija o zaštiti Sredozemnog mora od onečišćenja**, Barcelonska konvencija (Narodne novine - Međunarodni ugovori br. 12/93)
95. **Pomorski zakonik** (Narodne novine, br. 181/04., 76/07.)
96. **Zakonom o Hrvatskom registru brodova** (Narodne novine, br. 81/96)
97. **Zakon o pomorskom dobru i morskim lukama**, (Narodne novine br.158/2003, 141/06, 38/09).
98. **Zakon o zaštiti prirode**, (Narodne novine, br. 162 / 03).
99. **Zakon o zaštiti okoliša**, (Narodne novine, br. 110 / 07).
100. **Pravilnik o obavljanju inspekcijskog nadzora sigurnosti plovidbe**, (Narodne novine 127/2005, 39/2011).
101. **Pravilnik o kontroli kvalitete morske vode za kupanje i rekreaciju** (Narodne novine, br. 48/86)
102. **Pravilnik o procjeni utjecaja na okoliš**, (Narodne novine, br. 59/00).
103. **Pravilnik o uvjetima i načinu održavanja reda u lukama i na ostalim dijelovima unutarnjih morskih voda i teritorijalnog mora Republike** (Narodne novine br. 90/05, 10/08, 155/08 127/10, 80/12)
104. **Pravilnik o zaštiti morskog okoliša u zaštićenom ekološko-ribolovnom pojasu Republike Hrvatske** (Narodne novine, br. 47/08).
105. **Uredbe o uvjetima kojima moraju udovoljavati luke** (Narodne novine br. 110/04)
106. **Uredba o kakvoći mora za kupanje** (Narodne novine, br. 73/08)
107. **Strategija održivog razvitka Republike Hrvatske** (Narodne novine, br. 30/09)
108. **Pravila za statutornu certifikaciju pomorskih brodova dio 22. – sprečavanje onečišćenja**, HRB, Split, 2009.(Narodne novine br. 65 / 09.).

109. **Pravila za tehnički nadzor pomorskih brodova, Dio 2 Trup**, HRB, Split, 2003.
110. **Pravila za tehnički nadzor pomorskih brodova, Dio 8 Cjevovodi**, HRB, Split, 2004.
111. **Pravila za tehnički nadzor pomorskih brodova, Dio 9 Strojevi**, HRB, Split, 2004.
112. **Uredba o uređenju i zaštiti zaštićenog obalnog područja mora** (Narodne novine, br. 128/04)
113. **EC Directive, (2007), Commision Directive 2007/71/EC of 13th December 2007 amending Annex II of Directive 2000/59/EC of the European Parliament and the Council on port reception facilities for ship-generated waste and cargo residues**, dostupno na:
<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32007L0071:EN:NOT>
114. **EC Directive, (2000), Directive 2000/59/EC of the European Parliament and of the Council of 27th November 2000 on port reception facilities for ship-generated waste and cargo residues - Commission Declaration**, dostupno na:
<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32000L0059:EN:HTML>
115. **EC Directive, (2005), Directive 2005/35/EC of the European Parliament and of the Council of 7th September 2005 on ship-source pollution and on the introduction of penalties for infringements**, dostupno na:
<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2005:255:0011:0021:EN:PDF>
116. **EC Directive 98/85/EC of 11 November 1998 amending Council Directive 96/98/EC on marine equipment**, dostupno na:
http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/site/en/oj/1998/l_315/l_31519981125en00140034.pdf
117. **EC Directive 2007/71/EC of 13 December 2007 amending Annex II of Directive 2000/59/EC of the European Parliament and the Council on port reception facilities for ship-generated waste and cargo residues**, dostupno na:
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32007L0071:EN:NOT>
118. **EC Regulation, (2002), Regulation (EC) No 2099/2002 of the European Parliament and of the Council of 5 November 2002 establishing a Committee on Safe Seas and the Prevention of Pollution from Ships (COSS) and amending the Regulations on maritime safety and the prevention of pollution from ships**, dostupno na:
<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2002:324:0001:0005:EN:PDF>
119. **Directive 2002/84/EC of the European Parliament and of the Council of 5 November 2002 amending the Directives on maritime safety and the prevention of pollution from ships** dostupno na: (<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/PDF/?uri=DD:07:014:FULL:HR&from=HR>)
120. **EC Directive, (2006), Directive 2006/7/EC of the European Parliament and the Council of 15 February 2006 concerning the management of bathing water quality and repealing Directive 76/160/EEC**, dostupno na:
<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:064:0037:0051:EN:PDF>
121. **EMSA/OP/05/05/, Final Report – Study on ships producing reduced quantities of ships generated waste – present situation and future opportunities to encourage the development of cleaner ships**, HPTI – Hamburg Port Training

- Institute GmbH, 2005, dostupno na:
(<http://emsa.europa.eu/about/download/1160/714/23.html>)
122. IMO Conventions. dostupno na:
http://www.imo.org/Conventions/mainframe.asp?topic_id=248
 123. IMO Status of Conventions summary, dostupno na:
<http://www.imo.org/About/Conventions/StatusOfConventions/Pages/Default.aspx>
(19.03.2014.)
 124. IMO, (2011), Annex 12, **Resolution MEPC.200(62) Adopted on 15 July 2011, Amendments to the Annex of the Protocol of 1978 Relating to the International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973 (Special Area Provisions and the Designation of the Baltic Sea as a Special Area under MARPOL Annex IV)**, dostupno na:
http://www.imo.org/blast/blastDataHelper.asp?data_id=30759&filename=200%2862%29.pdf
 125. IMO, (2009), **IMO Proposal to amend MARPOL 73/78 Annex IV to include the possibility to establish special zones for the prevention of pollution by sewage and to designate the Baltic Sea as such Special zone**, Consideration and adoption of amendments to mandatory instruments, dostupno na:
<http://www.helcom.fi/stc/files/shipping/Proposal%20to%20amend%20MARPOL%20Annex%20IV.pdf>
 126. IMO, (2006), **IMO Resolution MPC.157(55) Recommendation on Standards for the Rate of Discharge of Untreated Sewage from Ships**, adopted on 13th October 2006, dostupno na:
http://www.imo.org/includes/blastDataOnly.asp/data_id%3D16315/157%2855%29.pdf
 127. IMO, (2006), **IMO Resolution MEPC.159(55) Revised Guidelines on Implementation of Effluent Standards and Performance Tests for Sewage Treatment Plants**, adopted on 13th October 2006, dostupno na:
http://www.imo.org/includes/blastDataOnly.asp/data_id%3D16317/159%2855%29.pdf
 128. IMO, (1976), **IMO Resolution MEPC.2(6) Recommendation on International Effluent Standards and Guidelines for Performance Tests for Sewage Treatment Plants**, adopted on 3th December 1976, dostupno na:
http://www.imo.org/includes/blastDataOnly.asp/data_id%3D15319/2%286%29.pdf
 129. IMO, (2011), Annex 12, **IMO Resolution MEPC.200(62) Adopted on 15 July 2011, Amendments to the Annex of the Protocol of 1978 Relating to the International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973 (Special Area Provisions and the Designation of the Baltic Sea as a Special Area under MARPOL Annex IV)**, dostupno na:
(http://www.imo.org/blast/blastDataHelper.asp?data_id=30759&filename=200%2862%29.pdf)
 130. IMO Consideration and adoption of amendments to mandatory instruments, **Proposal to amend MARPOL 73/78 Annex IV to include the possibility to establish special areas for the prevention of pollution by sewage and to designate the Baltic Sea as such Special Area**, dostupno na:
<http://www.helcom.fi/stc/files/shipping/Proposal%20to%20amend%20MARPOL%20Annex%20IV.pdf>
 131. IMO, (2002), MSC/Circ.1023, MEPC/Circ.392, **Guidelines for Formal Safety Assessment (FSA) for Use in IMO Rule-Making Process**, adopted on 5th April 2002, dostupno na: <http://www.safedor.org/resources/1023-MEPC392.pdf>
 132. ISO IEC 31010:2009 **Risk Management –Risk Assessment techniques**, dostupno na: http://www.iso.org/iso/catalogue_detail?csnumber=51073

133. **United Nations Framework Convention on Climate Change – Kyoto Protocol**, dostupno na:
http://unfccc.int/kyoto_protocol/status_of_ratification/items/2613.php
134. **Rio Declaration on Environment and Development , The United Nations Conference on Environment and Development**, dostupno na:
<http://www.unep.org/Documents.Multilingual/Default.asp?DocumentID=78&ArticleID=116>
135. **ISO 31000:2009 Risk management -Principles and guidelines** (Upravljanje rizicima - Načela i smjernice).
136. **AMSA, (2012), Summary of Discharge Standards for Ships and Smaller Vessels Operating in Australian Waters: MARPOL and local requirements**, AMSA, Australian Government, dostupno na:
http://www.amsa.gov.au/Marine_Environment_Protection/Protection_of_Pollution_from_Ships/Discharge_Standards.asp
137. **AU Legislation, (2008), Transport Operations (Marine Pollution) Regulation 2008 Subordinate Legislation 2008 No. 254 made under the Transport Operations (Marine Pollution) Act 1995 Volume 2** , Queensland Government, dostupno na:
<http://www.legislation.qld.gov.au/LEGISLTN/SLS/2008/08SL254V2.pdf>
138. **UK Marine SAC Project (2001), Possible Effects of High Concentration of Sewage Entering the Marine Environment from Recreational Craft**, UK Marine Special Areas of Conservation Project, dostupno na:
http://www.ukmarinesac.org.uk/activities/ports/ph6_2_3.htm
139. **USCG, (2009), Compliance with International Sewage Regulations in Annex IV to MARPOL 73/78, US Coast Guard** , Navigation and Vessel Inspection Circular No.1-09, June 23, 2009, dostupno na:
http://www.uscg.mil/hq/cg5/nvic/pdf/2009/NVIC_1-09.pdf
140. **USCG, (2006), Department of Homeland Security, Title 33 - Navigation and Navigable Waters, PART 159—Marine Sanitation Devices, Subpart E—Discharge of Effluents in Certain Alaskan Waters by Cruise Vessel Operations, 159.309 Limitations on discharge of treated sewage or graywater.** dostupno na:
<http://law.justia.com/us/cfr/title33/33-2.0.1.5.27.html#33:2.0.1.5.27.5.179.5>
141. **US EPA, (2008), Cruise Ship Discharge Assessment Report, Section 2: Sewage**, United States Environmental Protection Agency, 29th December 2008, dostupno na:
http://www.epa.gov/owow/oceans/cruise_ships/pdf/0812cruiseshipdischargeassess.pdf
142. **US EPA, (2000), Cruise Ship White Paper**, United States Environmental Protection Agency, August 22, 2000, dostupno na:
http://www.epa.gov/owow/oceans/cruise_ships/white_paper.pdf
143. **US EPA: Guidelines for Ecological Risk Assessment**, EPA/630/R-95/002F, Washington DC, April 1998., dostupno na:
<http://www.epa.gov/raf/publications/guidelines-ecological-risk-assessment.htm>
144. **ABS.: Guide for Risk Evaluations for the Classification of Marine-Related Facilities**, American Bureau of Shipping 2003., dostupno na:
http://www.eagle.org/eagleExternalPortalWEB/ShowProperty/BEA%20Repository/Rules&Guides/Current/117_RiskEvalforClassofMarineRelatedFacilities/Pub117_RiskEval
145. **DNV: Marine Risk Assessment**, Det Norske Veritas, HSE Books, Sudbury, 2002., dostupno na: <http://www.hse.gov.uk/research/otopdf/2001/oto01063.pdf>

146. **European Commission's guidance on risk assessment at work**, Public Health and Safety at Work Directorate, Luxemburg, dostupno na:
<https://osha.europa.eu/en/topics/riskassessment/guidance.pdf>
147. Commission on Geosciences: **“Managing Wastewater in Coastal Urban Areas”** Environment and Resources, National Academy Press, Washington, D.C., 1993, ISBN-13-978-0-309-04826-2
148. **Cruise ship wastewater management report, August 2007**, King County Wastewater Treatment Division, Seattle 2007., dostupno na:
<http://www.kingcounty.gov/environment/wastewater/CSI/Library/Cruiseship.aspx>
149. **Florida Statutes, Title XXIV, Vessels Chapter 327**, Vessel Safety Section 327.53 Marine Sanitation (<http://fl.elaws.us/law/327.53>)
150. **Studija održivog razvoja kruzing turizma u Hrvatskoj**, Institut za turizam – Zagreb, 2007, On line at: <http://www.mint.hr/UserDocsImages/SAZETAK-Studija-kruzing.pdf>
151. **Report of the 37th Session of GESAMP**, GESAMP - The Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection, Bangkok, Thailand, 15-19 February 2010.
152. **Transport Operations (Marine Pollution) Regulation 2008 Subordinate Legislation 2008 No. 254 made under the Transport Operations (Marine Pollution) Act 1995 Volume 2**, Quensland Government, dostupno na:
(<http://www.legislation.qld.gov.au/LEGISLTN/SLS/2008/08SL254V2.pdf>)
153. EMSA/OP/05/05, Final Report – **Study on ships producing reduced quantities of ships generated waste – present situation and future opportunities to encourage the development of cleaner ships**, HPTI – Hamburg Port Training Institute GmbH, 2005, dostupno na:
emsa.europa.eu/about/download/1160/714/23.html
154. ClassNK: **Risk Assessment Guidelines**, Nippon Kaiji Kyokai – Development department, 2009. dostupno na:
155. Buchheim J.: **Coral Reef Bleaching**, Odyssey Expeditions- Marine Biology Learning Center Publications, dostupno na:
<http://www.marinebiology.org/coralbleaching.htm>
156. Cummins, V., O’Mahony, C., Connolly, N.: **Review Of Integrated Coastal Zone Management & Principals of Best Practise**, Prepared for Heritage Council by the Coastal and Marine Resources Centre, Environmental Research Institute, University College Cork, Ireland. dostupno na:
http://www.heritagecouncil.ie/fileadmin/user_upload/Publications/Marine/coastal_zone_review.pdf
157. Connolly, N., O’Mahony, C., Buchanan, C., Kay, D., Buckley, S. and Fewtrell, L.: **Assessment of Human Activity in the Coastal Zone**, Report on research project conducted by the Coastal Resources Centre, University College Cork and the Centre for Research into Environment and Health, University of Wales under the Maritime Ireland / Wales INTERREG II Programme, 2001.
158. Moeller, R.R.: **COSO enterprise risk management : understanding the new integrated ERM framework**, Wiley, New Jersey, 2007.
159. Staletović, N.M.: **Razvoj metoda ocene i modela upravljanja ekološkim rizikom u funkciji održivog razvoja**, doktorska disertacija, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad, 2005.
160. Swett R., Fann S., DeLaney J.: **An Assessment of Florida Boaters and Their Awareness of the Clean Vessel Act and Clean Marina Program**, Florida Department of Environmental Protection, Project Number:00050357, 2005.
161. **Risk Management Guidelines Companion to AS/NZS 4360:2004**, Standards Australia International Ltd, Sydney, December 2005.

162. **Smjernice za integralno upravljanje obalnim područjem Dubrovačko-Neretvanske županije**, dostupno na:
http://www.edubrovnik.org/data/1326184830_246_mala_Smjernice%20za%20integralno%20upravljanje%20obalnim%20podru%C4%8Djem%20Dubrova%C4%8Dko%20-%20neretvanske%20%C5%BEupanije.pdf
163. **Izvješće o kakvoći mora na morskim plažama Dubrovačko-neretvanske županije u 2011. godini**, Zavod za javno zdravstvo Dubrovačko-neretvanske županije – Služba za zdravstvenu ekologiju – odjel za okoliš, 2011. dostupno na:
http://www.edubrovnik.org/data/1326194463_944_mala_Izvjesce%20o%20kakvoci%20mora%20na%20morskim%20plazama%20Dubrovacko%20-%20neretvanske%20zupanije%20u%202011.%20godini-1.pdf
164. **Izvješće o kakvoći mora na morskim plažama Dubrovačko-neretvanske županije u 2012. godini**, Zavod za javno zdravstvo Dubrovačko-neretvanske županije – Služba za zdravstvenu ekologiju – odjel za okoliš, 2012. dostupno na:
<http://www.zzjzdnz.hr/.app/download.php?file...pdf>
165. **Nacionalno izvješće o godišnjoj i konačnoj ocjeni kakvoći mora na plažama Hrvatskog Jadrana u 2012. godini**, Ministarstvo zaštite okoliša i prirode, 2012. dostupno na: http://www.mzoip.hr/doc/More/Izvjesce_2012.pdf
166. **Nacionalno izvješće o kakvoći mora na plažama Hrvatskog Jadrana u 2011. godini**, Ministarstvo zaštite okoliša i prirode, Uprava za zaštitu okoliša i održivi razvoj – Odjel za zaštitu mora i priobalja, 2011. dostupno na:
http://www.mzoip.hr/doc/More/Prezentacija_Nacionalno_izvjesce_2011.pdf
167. **Procjena Rizika i osjetljivosti područja djelovanja plana intervencija kod iznenadnih onečišćenja mora, Dubrovačko-neretvanska županija**, DLS d.o.o. Rijeka, 2011. dostupno na:
http://www.edubrovnik.org/data/1326193133_369_mala_Procjena%20rizika%20i%20osjetljivosti%20podru%C4%8Dja%20djelovanja%20plana%20intervencija%20kod%20iznenadnih%20one%C4%8Di%C5%A1%C4%87enja%20mora%20u%20Dubrova%C4%8Dko%20-%20neretvanskoj%20%C5%BEupaniji.pdf
168. **Program zaštite okoliša grada Dubrovnika (od 2012. do 2015. godine)**, APO d.o.o. Zagreb, 2012, dostupno na:
http://www.dubrovnik.hr/data/1359027857_316_m.pdf
169. **Strategija pomorskog razvitka i integralne pomorske politike Republike Hrvatske za razdoblje od 2014. do 2020. godine**, Ministarstvo pomorstva, prometa i infrastrukture; Zagreb srpanj 2014., dostupno na:
http://www.mppi.hr/UserDocsImages/POMORSKA%20STARTEGIJA%20VRH%202207201%20web%2026-7_14.pdf

POPIS KRATICA

AMSA	eng. Australian Maritime Safety Authority
AS/NZS	eng. Australian / New Zeland Standard
AWP	eng. Adwanced Water Purification
AWWT	eng. Advanced Waste Water Treatment
BIK	Broj izraslih kolonija
BPK	Biokemijska potreba kisika
CFR	eng. Code of Federal Regulations
COSO	eng. Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway
ERM	eng. Commission - Enterprise Risk Management
COSS	eng. Committee on Safe Seas and the Prevention of Pollution from Ships
EEA	eng. European Environment Agency
EMSA	eng. European Maritime Safety Agency
EPA	eng. Enviromental Protection Agency
EU	Europska unija
FSA	eng. Formal Safety Assessment
FTA	eng. Fault Tree Analysis
GESAMP	eng. Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection
GT	eng. Gross Tonnage
gv	Granična vrijednost
H₀	Nulta hipoteza
HELCOM	eng. Helsinki Commission
HRA	eng. Human Reliability Analysis
HRB	Hrvatski registar brodova
IF	Indekse frekvencije
IMO	eng. International Maritime Organization
IP	Indekse posljedica
IR	Indeks rizika
ISO	eng. International Standardization Organization
ISPPC	eng. International Sewage Pollution Prevention Certificate
k	Broj kolona
MAP	Mediteranski akcijski plan
MARPOL	Međunarodna konvencija o spriječavanju onečišćenja mora s brodova
MEPC	eng. Maritime Environmental Protection Committee
MPN	eng. Most Probable Number
MSD	eng. Marine Sanitation Device
MU	međunarodni ugovori
NDZ	eng. No Discharge Zones
NN	Narodne novine
NPB	Najbolji procjenjeni broj
OSPAR	eng. Convention for the Protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic
p	Značajnost testa
PH	Pomoćna hipoteza
PRA	eng. Probabilistic Risk Assessment,
PRF	eng. Port Reception Facility

PSA	eng. Probabilistic Safety Assessment,
PSC	eng. Port State Control
r	Broj redova
RRA	eng. Rapid Risk Assessment,
SOLAS	Međunarodna konvencija o sigurnosti na moru
SS	eng. Suspended solids
UN	Ujedinjene nacije
UNCLOS	eng. The United Nations Convention on Law of the Sea
UNEP	eng. United Nations Environment Protection
US	eng. United States
UV	Ultraljubičast
v (df ili k)	Stupanj slobode
WB	eng. World Bank
WCR	eng. Wide Caribbean Region
WHO	eng. World Health Organization
α ili (p)	Značajnost testa

POPIS TABLICA

Tablica	Naziv	Stranica
Tablica 2.1.	Najčešće bolesti koje se prenose sanitarnim vodama.	10
Tablica 2.2.	Vrijednosti različitih mikrobioloških standarda za različite uporabe.	14
Tablica 2.3.	Standardi za ocjenu kakvoće mora nakon svakog ispitivanja.	14
Tablica 3.1.	Zahtjevni stupanj čistoće crne vode obrađene u uređajima prije njezina ispuštanja s broda u more, prema Prilogu IV. MARPOL-a.	18
Tablica 3.2.	Usporedba standarda za ispušt fecalnih voda na području SAD-a.	25
Tablica 3.3.	Standardi za ispuštanje fecalnih otpadnih voda u Australiji.	26
Tablica 3.4.	Zahtjevni stupanj čistoće crne otpadna vode prije ispuštanja, prema HRB-u.	30
Tablica 3.5.	Usporedba uvjeta za ispuštanje i standarda za ispušt crnih otpadnih voda u svijetu.	31
Tablica 5.1.	Indeksi rizičnosti plovila.	64
Tablica 5.2.	Indeksi osjetljivosti lokacije.	66
Tablica 5.3.	Razina rizika onečišćenja mora crnim otpadnim vodama za procijenjena plovila na određenim lokacijama	92
Tablica 6.1.	Broj fecalnih koliformnih bakterija na lokacijama prema mjesecima uzorkovanja.	98
Tablica 6.2.	Raspodjela plovila i osoba na plovilima u danima uzorkovanja na lokaciji M – ACI Marina Dubrovnik	99
Tablica 6.3.	Raspodjela plovila i osoba na plovilima u danima uzorkovanja na lokaciji C – Cavtatska riva.	101
Tablica 6.4.	Raspodjela plovila i osoba na plovilima u danima uzorkovanja na lokaciji K – Gruška luka	103
Tablica 6.5.	Raspodjela plovila i osoba na plovilima u danima uzorkovanja na lokaciji P – Gruška riva	104
Tablica 6.6.	Raspodjela plovila i osoba na plovilima u danima uzorkovanja na lokaciji L – Lopud.	105
Tablica 6.7.	Raspodjela plovila i osoba na plovilima u danima uzorkovanja na lokaciji S – Šunj	107
Tablica 6.8.	Raspodjela plovila i osoba na njima u danima uzorkovanja na lokaciji G – Grad sidrište.	108
Tablica 6.9.	Raspodjela plovila i osoba na plovilima u danima uzorkovanja na lokaciji Z-Zaton	110
Tablica 6.10.	Granične vrijednosti χ^2	113
Tablica 6.11.	Tablica povezanosti plovila s fecalnim koliformnim bakterijama na lokacijama	125

POPIS GRAFIKONA

Grafikon	Naziv	Stranica
Grafikon 6.1.	Broj fekalnih kliformnih bakterija, plovila i osoba na plovilima na točki uzorkovanja ACI marina Dubrovnik.	100
Grafikon 6.2.	Broj fekalnih kliformnih bakterija, plovila i osoba na plovilima na točki uzorkovanja uz rivu u Cavtatu.	102
Grafikon 6.3.	Broj fekalnih kliformnih bakterija, plovila i osoba na plovilima na točki uzorkovanja u Gruškoj luci.	103
Grafikon 6.4.	Broj fekalnih koliformnih bakterija, plovila i osoba na njima na točki uzorkovanja u Gružu uz rivu.	104
Grafikon 6.5.	Broj fekalnih kliformnih bakterija, plovila i osoba na njima na točki uzorkovanja Lopud.	106
Grafikon 6.6.	Broj fekalnih kliformnih bakterija, plovila i osoba na njima na točki uzorkovanja Šunj.	107
Grafikon 6.7.	Broj fekalnih kliformnih bakterija, plovila i osoba na njima na točki uzorkovanja Grad – sidrište kraj Lokruma.	109
Grafikon 6.8.	Broj fekalnih kliformnih bakterija, plovila i osoba na njima na točki uzorkovanja Zaton – sidrište.	110

POPIS SLIKA

Slika	Naziv	Stranica
Slika 4.1.	Pojednostavljena shema biološko-kemijske obrade crne otpadne vode i dezinfekcije.	38
Slika 4.2.	Pojednostavljena shema sustava za obradu fekalne vode s usitnjavanjem i dezinfekcijom kloriranjem	39
Slika 4.3.	Dijagram sustava za obradu crne otpadne vode bioreaktorom s pokretnim dnom i sustavom isplutavanja.	41
Slika 4.4.	Shema obrade crne otpadne vode bioreaktorom i ultrafiltracijom.	41
Slika 4.5.	Pojednostavljena shema obrade fekalne vode aktiviranom oksidacijom.	42
Slika 4.6.	Pojednostavljena shema obrade otpadne vode obratnom osmozom	43
Slika 4.7.	Uzorci vode na ulazu i izlazu iz <i>naprednog sustava za pročišćavanje crnih otpadnih voda</i> na brodovima za kružna putovanja.	43
Slika 5.1.	Primjer jednostavne matrice rizika.	49
Slika 5.2.	Dijagram IMO FSA metodologije (IMO 2002).	50
Slika 5.3.	Matrica rizika prema IMO FSA (IMO 2002).	51
Slika 5.4.	Dijagram procesa upravljanja rizikom prema normi ISO 31000:2009.	52
Slika 5.5.	Matrica rizika prema normi ISO 31000:2009.	52
Slika 5.6.	Model za rizik od onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s plovila.	55
Slika 5.7.	Dijagram tijeka modela za procjenu rizika za onečišćenje mora crnim otpadnim vodama s plovila.	57
Slika 5.8.	Matrica 1. razine.	58
Slika 5.9.	Matrica 2. razine.	59
Slika 5.10.	Matrica 3. razine.	59
Slika 5.11.	Model multiplikativne matrice na tri razine kojima se procjenjuje rizik onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s plovila.	60
Slika 5.12.	Tipična plovila i tipične lokacije za procjenu rizika onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s plovila.	62
Slika 5.13.	Multiplikativne matrice na tri razine za procjenu rizika onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s brodice u blizini mjesta za rekreaciju i kupanje.	67
Slika 5.14.	Multiplikativne matrice na tri razine za procjenu rizika onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s brodice uz operativnu rivu u obalnom naselju.	68
Slika 5.15.	Multiplikativne matrice na tri razine za procjenu rizika onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s brodice u marini ili komunalnoj lučici.	69
Slika 5.16.	Multiplikativne matrice na tri razine za procjenu rizika onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s brodice u nenaseljenoj uvali u unutarnjim morskim vodama.	70

Slika 5.17.	Multiplikativne matrice na tri razine za procjenu rizika onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s jahte u blizini mjesta za rekreaciju i kupanje.	71
Slika 5.18.	Multiplikativne matrice na tri razine za procjenu rizika onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s jahte uz operativnu rivu u obalnom naselju.	72
Slika 5.19.	Multiplikativne matrice na tri razine za procjenu rizika onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s jahte u marini ili komunalnoj lučici.	73
Slika 5.20.	Multiplikativne matrice na tri razine za procjenu rizika onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s jahte u nenaseljenoj uvali u unutarnjim morskim vodama.	74
Slika 5.21.	Multiplikativne matrice na tri razine za procjenu rizika onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s megajahte u blizini mjesta za rekreaciju i kupanje.	75
Slika 5.22.	Multiplikativne matrice na 3 razine za procjenu rizika onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s megajahte uz operativnu rivu u obalnom naselju.	76
Slika 5.23.	Multiplikativne matrice na tri razine za procjenu rizika onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s megajahte u marini ili komunalnoj lučici.	77
Slika 5.24.	Multiplikativne matrice na tri razine za procjenu rizika onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s megajahte u luci za međunarodni promet putnika.	78
Slika 5.25.	Multiplikativne matrice na tri razine za procjenu rizika onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s megajahte na sidrištu luke.	79
Slika 5.26.	Multiplikativne matrice na tri razine za procjenu rizika onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s megajahte u nenaseljenoj uvali u unutarnjim morskim vodama.	80
Slika 5.27.	Multiplikativne matrice na tri razine za procjenu rizika onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s ribarskog broda uz operativnu rivu u obalnom naselju.	81
Slika 5.28.	Multiplikativne matrice na tri razine za procjenu rizika onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s manjega putničkog broda u nacionalnoj plovidbi u blizini mjesta za rekreaciju i kupanje.	82
Slika 5.29.:	Multiplikativne matrice na tri razine za procjenu rizika onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s manjega putničkog broda u nacionalnoj plovidbi uz operativnu rivu u obalnom naselju.	83
Slika 5.30.	Multiplikativne matrice na tri razine za procjena rizika onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s manjega putničkog broda u nacionalnoj plovidbi u luci za nacionalni promet putnika.	84
Slika 5.31.	Multiplikativne matrice na tri razine za procjenu rizika onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s manjega putničkog broda u nacionalnoj plovidbi u nenaseljenoj uvali u unutarnjim morskim vodama.	85

Slika 5.32.	Multiplikativne matrice na tri razine za procjenu rizika onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s RO-RO putničkog broda (trajekta) u luci za nacionalni promet putnika.	86
Slika 5.33.	Multiplikativne matrice na tri razine za procjenu rizika onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s RO-RO putničkog broda (trajekta) u luci za međunarodni promet putnika.	87
Slika 5.34.	Multiplikativne matrice na tri razine za procjenu rizika onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s teretnog broda u luci za međunarodni teretni promet.	88
Slika 5.35.	Multiplikativne matrice na tri razine za procjenu rizika onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s teretnog broda na sidrištu luke.	89
Slika 5.36.	Multiplikativne matrice na tri razine za procjenu rizika onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s putničkog broda za kružna putovanja u luci za međunarodni putnički promet.	90
Slika 5.37.	Multiplikativne matrice na tri razine za procjenu rizika onečišćenja mora crnim otpadnim vodama s putničkog broda za kružna putovanja na sidrištu luke.	91
Slika 6.1.	Lokacije uzorkovanja mora u dubrovačkom akvatoriju.	95
Slika 6.2.	Fotografije uzimanja uzorka morske vode u sterilnu bocu.	96
Slika 6.3.	Fotografija uzorka morske vode u kodiranoj sterilnoj boci.	96
Slika 6.4.	Fotografija filtera na jastučićima u posudama za inkubaciju nakon inkubiranja fekalnih koliformnih bakterija.	64
Slika 6.5.	Fotografija satelitske snimke lokacije ACI marine Dubrovnik	99
Slika 6.6.	Fotografija satelitske snimke lokacije Cavtata uz rivu	101
Slika 6.7.	Fotografija satelitske snimke lokacije Gruža	102
Slika 6.8.	Fotografija satelitske snimke lokacije sidrišta Lopud na otoku Lopud	105
Slika 6.9.	Fotografija satelitske snimke lokacije uvala Šunj na otoku	106
Slika 6.10.	Fotografija satelitske snimke lokacije sidrišta Grad pored otoka Lokruma	108
Slika 6.11.	Fotografija satelitske snimke lokacije sidrište ispred Zatona	109
Slika 6.12.	Distribucija uzoraka hi-kvadrata uz različite stupnjeve slobode (v)	114
Slika 6.13.	Jednosmjerna klasifikacijska tablica	114

PRILOG I.

**REZULTATI ISPITIVANE KAKVOĆE MORA NA POJAVU
FEKALNIH KOLIFORMNIH BAKTERIJA U UZORCIMA
KOJE JE UZORKOVAO AUTOR TJEKOM 14 MJESECI I
ANALIZIRAO ZAVOD ZA JAVNO ZDRAVSTVO
DUBROVAČKO-NERETVANSKE ŽUPANIJE**



ZAVOD ZA JAVNO ZDRAVSTVO DUBROVAČKO- NERETVANSKE ŽUPANIJE
SLUŽBA ZA ZDRAVSTVENU EKOLOGIJU
ODJEL ZA OKOLIŠ
20000 DUBROVNIK, DR. A. ŠERCERA 4A, Tel. 020/341-040, Fax. 341-050

ISPITIVANJE KAKVOĆE MORA U RUJNU 2012.

Lab br.	Postaja	Datum uzorkovanja	Fekalni koliformi
983	K.120912	12.09.2012. 17:00	0
984	M.120912	12.09.2012. 18:00	223
985	K.120913	13.09.2012. 9:30	1290
1055	S.120923	23.09.2012. 18.00	0
1056	L.120923	23.09.2012. 17.00	0
1057	Z.120924	24.09.2012. 9.30	62
1058	P.120924	24.09.2012. 10.15	148
1059	G.120923	23.09.2012. 13.00	4
1060	K.120924	24.09.2012. 10.35	16

Voditeljica Odjela za okoliš

Dolores Grilec, dipl.ing.



Voditelj Službe za zdravstvenu ekologiju

Mato Lakić, dr.med. spec.epidem.

OO-Obr 5.10/3

Ovaj nalaz i zaključak odnose se isključivo na pretraženi uzorak. Zabranjuje se isticanje imena Zavoda u tekstu deklaracije proizvoda i u reklamne svrhe, osim ako nije ugovoreno.

1 / 1



ZAVOD ZA JAVNO ZDRAVSTVO DUBROVAČKO- NERETVANSKE ŽUPANIJE
SLUŽBA ZA ZDRAVSTVENU EKOLOGIJU
ODJEL ZA OKOLIŠ
20000 DUBROVNIK, DR. A. ŠERCERA 4A, Tel. 020/341-040, Fax. 341-050

ISPITIVANJE KAKVOĆE MORA U LISTOPADU 2012.

Lab br.	Postaja	Datum uzorkovanja	Fekalni koliformi
1130	K.121018	18.10.2012 15.00	0
1131	M.121018	18.10.2012 17.30	40
1132	Z.121018	18.10.2012 15.45	0
1133	C.121018	18.10.2012 18.45	0
1134	G.121021	21.10.2012 12.30	5
1135	S.121021	21.10.2012 15.30	0
1136	L.121021	21.10.2012 16.15	0
1137	P.121021	21.10.2012 18.00	15

Voditeljica Odjela za okoliš

Dolores Grilec, dipl.ing.



Voditelj Službe za zdravstvenu ekologiju

Mato Lakić, dr.med. spec.epidem.

OO-Obr 5.10/3

Ovaj nalaz i zaključak odnose se isključivo na pretraženi uzorak. Zabranjuje se isticanje imena Zavoda u tekstu deklaracije proizvoda i u reklamne svrhe, osim ako nije ugovoreno.

1 / 1



ZAVOD ZA JAVNO ZDRAVSTVO DUBROVAČKO- NERETVANSKE ŽUPANIJE
SLUŽBA ZA ZDRAVSTVENU EKOLOGIJU
ODJEL ZA OKOLIŠ
20000 DUBROVNIK, DR. A. ŠERCERA 4A, Tel. 020/341-040, Fax. 341-050

ISPITIVANJE KAKVOĆE MORA U STUDENOM 2012.

Lab br.	Postaja	Datum uzorkovanja	Fekalni koliformi
1138	C.121118	18.11.2012 19.00	0
1139	G.121118	18.11.2012 12.00	0
1140	P.121118	18.11.2012 17.15	308
1141	K.121118	18.11.2012 17.10	0
1142	Z.121118	18.11.2012 16.30	0
1143	M.121118	18.11.2012 18.30	20
1144	L.121118	18.11.2012 15.15	2
1145	S.121118	18.11.2012 14.30	0

Voditeljica Odjela za okoliš

Dolores Grilec, dipl.ing.



Voditelj Službe za zdravstvenu ekologiju

Mato Lakić, dr.med. spec.epidem.

OO-Obr 5.10/3

Ovaj nalaz i zaključak odnose se isključivo na pretraženi uzorak. Zabranjuje se isticanje imena Zavoda u tekstu deklaracije proizvoda i u reklamne svrhe, osim ako nije ugovoreno.

1 / 1



ZAVOD ZA JAVNO ZDRAVSTVO DUBROVAČKO- NERETVANSKE ŽUPANIJE
SLUŽBA ZA ZDRAVSTVENU EKOLOGIJU
ODJEL ZA OKOLIŠ
20000 DUBROVNIK, DR. A. ŠERCERA 4A, Tel. 020/341-040, Fax. 341-050

ISPITIVANJE KAKVOĆE MORA U PROSINCU 2012.

Lab br.	Postaja	Datum uzorkovanja	Fekalni koliformi
1146	K. 121220	20.12.2012 12.00	78
1147	M. 121220	20.12.2012 11.00	34
1148	C. 121220	20.12.2012 10.00	0
1149	P. 121220	20.12.2012 11.45	6
1150	G. 121220	20.12.2012 13.30	0
1151	Z. 121220	20.12.2012 15.00	0
1152	L. 121220	20.12.2012 16.30	0
1153	S. 121220	20.12.2012 17.30	0

Voditeljica Odjela za okoliš

Dolores Grilec, dipl.ing.

Voditelj Službe za zdravstvenu ekologiju

Mato Lakić, dr.med. spec.epidem.



OO-Obr 5.10/3

Ovaj nalaz i zaključak odnose se isključivo na pretraženi uzorak. Zabranjuje se isticanje imena Zavoda u tekstu deklaracije proizvoda i u reklamne svrhe, osim ako nije ugovoreno.

1 / 1



ZAVOD ZA JAVNO ZDRAVSTVO DUBROVAČKO- NERETVANSKE ŽUPANIJE
SLUŽBA ZA ZDRAVSTVENU EKOLOGIJU
ODJEL ZA OKOLIŠ
20000 DUBROVNIK, DR. A. ŠERCERA 4A, Tel. 020/341-040, Fax. 341-050

ISPITIVANJE KAKVOĆE MORA U SIJEČNJU 2013.

Lab br.	Postaja	Datum uzorkovanja	Fekalni koliformi
1	C.130128	28.01.2013. 09:30	0
2	G.130127	27.01.2013. 12:00	0
3	P.130127	27.01.2013. 13:15	3
4	K.130127	27.01.2013. 13:30	9
5	Z.130127	27.01.2013. 14:15	0
6	M.130128	28.01.2013. 08:30	168
7	L.130127	27.01.2013. 15:30	0
8	S.130127	27.01.2013. 16:30	0

Voditeljica Odjela za okoliš

Dolores Grilec, dipl.ing.



Voditelj Službe za zdravstvenu ekologiju

Mato Lakić, dr.med. spec.epidem.

OO-Obr 5.10/3

Ovaj nalaz i zaključak odnose se isključivo na pretraženi uzorak. Zabranjuje se isticanje imena Zavoda u tekstu deklaracije proizvoda i u reklamne svrhe, osim ako nije ugovoreno.

1 / 1



ZAVOD ZA JAVNO ZDRAVSTVO DUBROVAČKO- NERETVANSKE ŽUPANIJE
SLUŽBA ZA ZDRAVSTVENU EKOLOGIJU
ODJEL ZA OKOLIŠ
20000 DUBROVNIK, DR. A. ŠERCERA 4A, Tel. 020/341-040, Fax. 341-050

ISPITIVANJE KAKVOĆE MORA U VELJAČI 2013.

Lab br.	Postaja	Datum uzorkovanja	Fekalni koliformi
9	G.130225	25.02.13. 12:00	0
10	S.130225	25.02.13. 14:10	0
11	L.130225	25.02.13. 14:50	0
12	Z.130225	25.02.13. 16:10	1
13	K.130225	25.02.13. 16:35	44
14	P.130225	25.02.13. 16:45	65
15	M.130225	25.02.13. 17:45	23
16	C.130225	25.02.13. 18:30	0

Voditeljica Odjela za okoliš

Dolores Grilec, dipl.ing.



Voditelj Službe za zdravstvenu ekologiju

Mato Lakić, dr.med. spec.epidem.

OO-Obr 5.10/3

Ovaj nalaz i zaključak odnose se isključivo na pretraženi uzorak. Zabranjuje se isticanje imena Zavoda u tekstu deklaracije proizvoda i u reklamne svrhe, osim ako nije ugovoreno.

1 / 1



ZAVOD ZA JAVNO ZDRAVSTVO DUBROVAČKO- NERETVANSKE ŽUPANIJE
SLUŽBA ZA ZDRAVSTVENU EKOLOGIJU
ODJEL ZA OKOLIŠ
20000 DUBROVNIK, DR. A. ŠERCERA 4A, Tel. 020/341-040, Fax. 341-050

ISPITIVANJE KAKVOĆE MORA U OŽUJKU 2013.

Lab br.	Postaja	Datum uzorkovanja	Fekalni koliformi
17	G.130324	24.03.2013. 13:30	0
18	S.130324	24.03.2013. 09:00	0
19	L.130324	24.03.2013. 10:00	0
20	Z.130324	24.03.2013. 11:30	0
21	K.130324	24.03.2013. 12:00	239
22	P.130324	24.03.2013. 12:15	1920
23	M.130324	24.03.2013. 17:00	22
24	C.130324	24.03.2013. 18:30	4

Voditeljica Odjela za okoliš

Dolores Grilec, dipl.ing.



Voditelj Službe za zdravstvenu ekologiju

Mato Lakić, dr.med. spec.epidem.

OO-Obr 5.10/3

Ovaj nalaz i zaključak odnose se isključivo na pretraženi uzorak. Zabranjuje se isticanje imena Zavoda u tekstu deklaracije proizvoda i u reklamne svrhe, osim ako nije ugovoreno.

1 / 1



ZAVOD ZA JAVNO ZDRAVSTVO DUBROVAČKO- NERETVANSKE ŽUPANIJE
SLUŽBA ZA ZDRAVSTVENU EKOLOGIJU
ODJEL ZA OKOLIŠ
20000 DUBROVNIK, DR. A. ŠERCERA 4A, Tel. 020/341-040, Fax. 341-050

ISPITIVANJE KAKVOĆE MORA U TRAVNJU 2013.

Lab br.	Postaja	Datum uzorkovanja	Fekalni koliformi
25	G.130414	14.04.13 10:30	0
26	S.130414	14.04.13 14:00	0
27	L.130414	14.04.13 13:10	0
28	Z.130414	14.04.13 15:15	0
29	K.130414	14.04.13 15:50	0
30	P.130414	14.04.13 16:00	550
31	M.130414	14.04.13 18:00	8
32	C.130414	14.04.13 19:00	0

Voditeljica Odjela za okoliš

Dolores Grilec, dipl.ing.

Voditelj Službe za zdravstvenu ekologiju

Mato Lakić, dr.med. spec.epidem.



OO-Obr 5.10/3

Ovaj nalaz i zaključak odnose se isključivo na pretraženi uzorak. Zabranjuje se isticanje imena Zavoda u tekstu deklaracije proizvoda i u reklamne svrhe, osim ako nije ugovoreno.

1 / 1



ZAVOD ZA JAVNO ZDRAVSTVO DUBROVAČKO- NERETVANSKE ŽUPANIJE
SLUŽBA ZA ZDRAVSTVENU EKOLOGIJU
ODJEL ZA OKOLIŠ
20000 DUBROVNIK, DR. A. ŠERCERA 4A, Tel. 020/341-040, Fax. 341-050

ISPITIVANJE KAKVOĆE MORA U SVIBNJA 2013.

Lab br.	Postaja	Datum uzorkovanja	Fekalni koliformi
82	C. 130521	21.05.2013 10:20	0
83	G. 130521	21.05.2013 14:00	0
84	P. 130521	21.05.2013 12:15	0
85	K. 130521	21.05.2013 12:30	2
86	Z. 130521	21.05.2013 18:20	1
87	M. 130521	21.05.2013 09:30	0
88	L. 130521	21.05.2013 16:35	0
89	S. 130521	21.05.2013 15:30	1

Voditeljica Odjela za okoliš

Dolores Grilec, dipl.ing.

Voditelj Službe za zdravstvenu ekologiju

Mato Lakić, dr.med. spec.epidem.



OO-Obr 5.10/3

Ovaj nalaz i zaključak odnose se isključivo na pretraženi uzorak. Zabranjuje se isticanje imena Zavoda u tekstu deklaracije proizvoda i u reklamne svrhe, osim ako nije ugovoreno.

1 / 1



ZAVOD ZA JAVNO ZDRAVSTVO DUBROVAČKO- NERETVANSKE ŽUPANIJE
SLUŽBA ZA ZDRAVSTVENU EKOLOGIJU
ODJEL ZA OKOLIŠ
20000 DUBROVNIK, DR. A. ŠERCERA 4A, Tel. 020/341-040, Fax. 341-050

ISPITIVANJE KAKVOĆE MORA U LIPNJU 2013.

Lab br.	Postaja	Datum uzorkovanja	Fekalni koliformi
344	C. 130626	26.06.13 07:30	28
345	G. 130625	25.06.13 10:15	0
346	P. 130625	25.06.13 08:50	2
347	K. 130625	25.06.13 09:00	0
348	Z. 130625	25.06.13 12:10	0
349	M. 130626	26.06.13 08:30	78
350	L. 130625	25.06.13 15:15	0
351	S. 130625	25.06.13 13:20	0

Voditeljica Odjela za okoliš

Dolores Grilec, dipl.ing.



Voditelj Službe za zdravstvenu ekologiju

Mato Lakić, dr.med. spec.epidem.

OO-Obr 5.10/3

Ovaj nalaz i zaključak odnose se isključivo na pretraženi uzorak. Zabranjuje se isticanje imena Zavoda u tekstu deklaracije proizvoda i u reklamne svrhe, osim ako nije ugovoreno.

1 / 1



ZAVOD ZA JAVNO ZDRAVSTVO DUBROVAČKO- NERETVANSKE ŽUPANIJE
SLUŽBA ZA ZDRAVSTVENU EKOLOGIJU
ODJEL ZA OKOLIŠ
20000 DUBROVNIK, DR. A. ŠERCERA 4A, Tel. 020/341-040, Fax. 341-050

ISPITIVANJE KAKVOĆE MORA 14. I 15. SRPNJA 2013.

Lab br.	Postaja	Datum uzorkovanja	Fekalni koliformi
510	G.130714	14.07.2013 9:15	0
511	S.130714	14.07.2013 17:30	74
512	L.130714	14.07.2013 14:30	700
513	Z.130714	14.07.2013 11:15	0
514	K.130714	14.07.2013 10:45	0
515	P.130715	15.07.2013 8:45	30
516	M.130715	15.07.2013 7:30	190
517	C.130715	15.07.2013 6:40	145

Voditeljica Odjela za okoliš

Dolores Grilec, dipl.ing.



Voditelj Službe za zdravstvenu ekologiju

Mato Lakić, dr.med. spec.epidem.

OO-Obr 5.10/3

Ovaj nalaz i zaključak odnose se isključivo na pretraženi uzorak. Zabranjuje se isticanje imena Zavoda u tekstu deklaracije proizvoda i u reklamne svrhe, osim ako nije ugovoreno.

1 / 1



ZAVOD ZA JAVNO ZDRAVSTVO DUBROVAČKO- NERETVANSKE ŽUPANIJE
SLUŽBA ZA ZDRAVSTVENU EKOLOGIJU
ODJEL ZA OKOLIŠ
20000 DUBROVNIK, DR. A. ŠERCERA 4A, Tel. 020/341-040, Fax. 341-050

ISPITIVANJE KAKVOĆE MORA 15. I 16. KOLOVOZA 2013.

Lab br.	Postaja	Datum uzorkovanja	Fekalni koliformi
822	G.130815	15.08.13 12:00	0
823	S.130815	15.08.13 14:25	0
824	L.130815	15.08.13 17:00	1760
825	Z.130815	15.08.13 13:30	0
826	K.130815	15.08.13 18:35	0
827	P.130816	16.08.13 08:00	54
828	M.130816	16.08.13 10:15	97
829	C.130816	16.08.13 09:00	1240

Voditeljica Odjela za okoliš

Dolores Grilec, dipl.ing.

Voditelj Službe za zdravstvenu ekologiju

Mato Lakić, dr.med. spec.epidem.



OO-Obr 5.10/3

Ovaj nalaz i zaključak odnose se isključivo na pretraženi uzorak. Zabranjuje se isticanje imena Zavoda u tekstu deklaracije proizvoda i u reklamne svrhe, osim ako nije ugovoreno.

1 / 1

XXX



ZAVOD ZA JAVNO ZDRAVSTVO DUBROVAČKO- NERETVANSKE ŽUPANIJE
SLUŽBA ZA ZDRAVSTVENU EKOLOGIJU
ODJEL ZA OKOLIŠ
20000 DUBROVNIK, DR. A. ŠERCERA 4A, Tel. 020/341-040, Fax. 341-050

ISPITIVANJE KAKVOĆE MORA 08. I 09. RUJNA 2013.

Lab br.	Postaja	Datum uzorkovanja	Fekalni koliformi
1003	G.130908	08.09.13. 10:30	0
1004	S.130908	08.09.13. 15:45	31
1005	L.130908	08.09.13. 16:30	0
1006	Z.130908	08.09.13. 18:00	0
1007	K.130908	08.09.13. 14:10	0
1008	P.130909	09.09.13. 07:00	2060
1009	M.130909	09.09.13. 09:15	290
1010	C.130909	09.09.13. 08:10	6

Voditeljica Odjela za okoliš

Dolores Grilec, dipl.ing.

Voditelj Službe za zdravstvenu ekologiju

Mato Lakić, dr.med. spec.epidem.



OO-Obr 5.10/3

Ovaj nalaz i zaključak odnose se isključivo na pretraženi uzorak. Zabranjuje se isticanje imena Zavoda u tekstu deklaracije proizvoda i u reklamne svrhe, osim ako nije ugovoreno.

1 / 1



ZAVOD ZA JAVNO ZDRAVSTVO DUBROVAČKO- NERETVANSKE ŽUPANIJE
SLUŽBA ZA ZDRAVSTVENU EKOLOGIJU
ODJEL ZA OKOLIŠ
20000 DUBROVNIK, DR. A. ŠERCERA 4A, Tel. 020/341-040, Fax. 341-050

ISPITIVANJE KAKVOĆE MORA 20. LISTOPAD 2013.

Lab br.	Postaja	Datum uzorkovanja	Fekalni koliformi
1233	G.131020	20.10.13. 15:00	0
1234	S.131020	20.10.13. 11:00	0
1235	L.131020	20.10.13 11:40	0
1236	Z.131020	20.10.13 13:00	0
1237	K.131020	20.10.13 13:30	0
1238	P.131020	20.10.13 13:45	0
1239	M.131020	20.10.13 17:00	0
1240	C.131020	20.10.13 17:30	2

Voditeljica Odjela za okoliš

Dolores Grilec, dipl.ing.

Voditelj Službe za zdravstvenu ekologiju

Mato Lakić, dr.med. spec.epidēm.



OO-Obr 5.10/3

Ovaj nalaz i zaključak odnose se isključivo na pretraženi uzorak. Zabranjuje se isticanje imena Zavoda u tekstu deklaracije proizvoda i u reklamne svrhe, osim ako nije ugovoreno.

1 / 1



ADRIATIC
CROATIA
INTERNATIONAL
CLUB

Since 1983

ACI d.d.,
M. Tita 151
HR-51410 Opatija
Tel: +385 (0)51 271 288
Fax: +385 (0)51 271 824
MB: 3267628
OIB: 17195049659
www.aci.hr

**Broj plovila i prijavljenih osoba na dane uzorkovanja mora u
ACI marini Dubrovnik**

Datum	Broj plovila	NPB osoba
07.08.12.	419	777
13.08.12.	437	780
27.08.12.	407	703
12.09.12.	399	648
18.10.12.	371	308
18.11.12.	354	24
20.12.12.	357	0
28.01.13.	355	0
25.02.13.	360	0
24.03.13.	369	51
14.04.13.	371	89
21.05.13.	393	93
26.06.13.	388	334
15.07.13.	385	721
16.08.13.	437	781
30.08.03.	407	672
09.09.13.	387	620
20.10.13.	361	312

Danijela Stanković
Zamjenik direktora ACI marine Dubrovnik



... NAVIGARE NECESSE EST!

Trgovački sud Rijeka MBS 040002541 • Temeljni kapital: 399.816.000 kn • Uplaćeno u cijelosti • Izdanih dionica 111.060 u nominalnom iznosu od 3.600 kn • Direktor ACI d.d.: dr.sc. Doris Perčić • Zamjenik predsjednika Nadzornog odbora: Tedi Chivalon • Raiffeisenbank d.d., Petrinjska 59, 10000 Zagreb, HRB52484008102033652 • ErsteSteiermärkische Bank d.d., Jadranski trg 3a, 51000 Rijeka, HRB624020061003187820

PRILOG II.

FOTOGRAFIJE LOKACIJA UZORKOVANJA MORA

Fotografije lokacije uzorkovanja u Cavtatu za vrijeme ljetnih i zimskih mjeseci.



Fotografije lokacije uzorkovanja, luka u Gružu za vrijeme ljetnih i zimskih mjeseci.



Fotografije lokacije uzorkovanja Gruža uz rivu ljeti i zimi.



Fotografije lokacije uzorkovanja na sidrištu ispred naselja Lopud ljeti i zimi.



Fotografija lokacije uzorkovanja u uvali Šunj na otoku Lopudu ljeti i zimi.



Fotografija lokacije uzorkovanja na sidrište ispred naselja Zaton ljeti i zimi.



Fotografija lokacije uzorkovanja Grad-sidrište pored otoka Lokruma.



Fotografija lokacije uzorkovanja u ACI marini Dubrovnik.



ŽIVOTOPIS:

Žarko Koboević rođen je 2. siječnja 1965. godine u Oskorušnu na Pelješcu gdje je završio osnovnu školu. Srednju pomorsku školu, brodstrojarskog smjera, završio je 1984., Višu pomorsku školu 1988. i Pomorski fakultet 1991. godine u Dubrovniku.

Nakon diplomiranja zaposlio se na trgovačkim brodovima Mediteranske Plovidbe, potom Atlantske Plovidbe i Gearbulk-a gdje je redovno radio na svim pozicijama u službi stroja od asistenta, frižideriste i časnika stroja do upravitelja stroja.

Upravitelj je stroja s osnovnim i dodatnim ovlaštenjima (STCW 1978/95), od 1994. godine. Na poziciji upravitelja stroja radio je 6 godina na brodovima norveške tvrtke Gearbulk. Kao pomorac pohađao više stručnih tečajeva za održavanje i upravljanje brodskim sustavima, te stekao desetak dopunskih osposobljenosti iz izobrazbe pomoraca. 2004. godine zaposlio se na kopnu pa je od 2004. do 2007. godine radio u tvrtki *Grand Circle Corporation* iz Bostona – SAD, na poziciji starijeg tehničkog inspektora za brodove na kružnim putovanjima. Sudjelovao je u formiranju tvrtke *Grand Circle Cruise Line* od utemeljenja, implementacije ISM sustava, ISO kvalitete do vođenja tehničke i kadrovske službe. Bio je projekt menadžer za brojne renovacije, modifikacije i novogradnje brodova za kružna putovanja u Rusiji, Egiptu, Ekvadoru, Nizozemskoj, Rumunjskoj, Njemačkoj, Australiji i Republici Hrvatskoj.

Od 2001. do 2007. godine bio je angažiran kao stručni suradnik na Brodstrojarskom smjeru, Pomorskog odjela Sveučilišta u Dubrovniku za kolegij *Brodska prekrcajna sredstva*.

Od 2007. g do danas je u radnom odnosu sa Sveučilištem u Dubrovniku kao asistent, za kolegije *Brodski pomoćni strojevi i uređaji*, *Brodska prekrcajna sredstva i Rad na simulatoru i plovidbena praksa*.

Posljediplomski međusveučilišni znanstveni doktorski studij *Pomorstvo* na Pomorskom fakultetu u Rijeci, studijski smjer *zaštita mora i priobalja*, je upisao školske godine 2007/2008.

Član je i ovlašteni inženjer Hrvatske komore inženjera tehnologije transporta i prometa - strukovnog razreda pomorskog i riječnog prometa.

Aktivno se služi engleskim jezikom. Oženjen je i otac dvoje djece.

Autor je ili koautor 10 znanstvenih i tri stručna rada, objavljenih u časopisima i zbornicima radova znanstvenih skupova i kongresa u zemlji i inozemstvu.

Popis objavljenih znanstvenih radova:

1. Koboević, Ž.; Kurtela, Ž.; Dabo, L.: **“Active Fin Stabilizers”**, 16th International Conference on Transport Science - ICTS 2013, 27th May 2013., Portorož - Slovenia
2. Koboević, Ž.; Kurtela, Ž.: **„Zaštita obalnog mora od onečišćenja fekalijama s brodova”**, *Suvremeni promet : časopis za pitanja teorije i prakse prometa*. 32 (2012), 5-6; 408-415
3. Koboević, Ž.; Milošević-Pujo, B.; Kurtela Ž.: **„Održivi razvoj i integrirano upravljanje obalnim područjem - procesi uspješne zaštite obalnog mora”**, *Naše more : znanstveni časopis za more i pomorstvo*. 59 (2012), 3-4; 176-188

4. Koboević, Ž.; Kurtela, Ž.: **“Impact of Untreated Sewage Discharge on Marine Environment”**, 15th International Conference on Transport Science - ICTS 2012 , 28th May 2012., Portorož - Slovenia
5. Koboević, N.; Jurjević, M.; Koboević, Ž.: **„ Influence of cutting parameters on thrust force drilling torque and delamination during drilling of carbon fibre reinforced composites“**, *Tehnički vjesnik : znanstveno-stručni časopis tehničkih fakulteta Sveučilišta u Osijeku*. 19 (2012) , 2; 389-396
6. Koboević, Ž.; Komadina, P.; Kurtela, Ž.: **“Protection of the Seas from Pollution by Vessel’s Sewage with Reference to Legal Regulations“**, *Promet – Traffic&Transportation*, Vol. 23, 2011, No. 5, 377-387
7. Koboević, Ž.; Kurtela, Ž.: **„Comparison of Marine Sewage Treatment Systems“**, 14th International Conference on transport science ICTS 2011, 27th May 2011., Portorož – Slovenia
8. Koboević, Ž.; Kurtela, Ž.: **„Composting toilet, an contribution to sustainable development“**, 13th International Conference on transport science ICTS 2010, 27th – 28th May 2010, Portorož – Slovenia
9. Koboević, Ž.: **„Ecological toilet – Old idea of composting on a new way“** 2nd International Maritime Scientific Conference, Lumbarda 2008, ISBN 978-953-7599-02-7, 161-168
10. Koboević, Ž.; Jelić, I.; Šundrica, J.: **„Ferografija - potpora održavanju strojeva na osnovu stanja“**, *Zbornik radova savjetovanja MATRIB 2000 / Vela* Luka, Korčula 21.-24. 06. 2000, s. 155-164, ISBN 953-96038-5-4